

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

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ



NiT - 21

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



МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ



РЯЗАНЬ 2021

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА

***НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ
НИТ-2021***

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

Материалы конференции



**Конференция проводится при поддержке
Блока Технологии Сбера и АО «СберТех»**



Рязань 2021

УДК 004+001.1+681.2+681.3+681.5

ББК 32.97

Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXVI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов; Рязань: ИП Коняхин А.В. (BookJet), 2021 -302 с.

ISBN 978-5-907400-90-0

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

Авторская позиция и стилистические особенности публикаций полностью сохранены при соблюдении требований к оформлению тезисов

Организаторы конференции:

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

Перепелкин Д.А. – декан факультета вычислительной техники РГРТУ, д.т.н. (зам. председателя);

Бабаян П.В. - проректор по учебной работе и информатизации РГРТУ, к.т.н., доцент;

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

Чернышев С.В. – проректор по режиму и безопасности РГРТУ, к.т.н., доцент;

Дмитриев В.Т. – зав. кафедрой РУС РГРТУ, к.т.н., доцент;

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

Жуков Д.А. – профессор МИРЭА, д.т.н., профессор;

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

Ленков М.В. - зав. кафедрой АИТП РГРТУ, к.т.н., доцент;

Минаев В.А. – профессор МГТУ имени Н.Э. Баумана, д.т.н., профессор;

Овечкин Г.В. . – зав. кафедрой ВПМ РГРТУ, д.т.н., профессор;

Прохоров С.А. – зав. кафедрой «Информационные системы и технологии» Самарского университета, д.т.н., профессор;

Стружанцев А.И. – руководитель регионального офиса АО «Сбербанк-Технологии» (СберТех);

Сапрыкин А.Н.– доцент кафедры САПР ВС, к.т.н., доцент;

Скворцов С.В. – профессор кафедры САПР ВС д.т.н., профессор;

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

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ ВИДЕОИНФОРМАЦИИ ОТ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА

В.В. Еремеев, А.Э. Москвитин

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

Современные системы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) позволяют выполнить космическое наблюдение заданных участков земной поверхности в видимом, тепловом, радиолокационном диапазонах спектра; в режимах многозональной и гиперспектральной съемки; при различных способах поляризации излучаемого и принимаемого радиолокационного сигнала. После наземной обработки данные ДЗЗ находят эффективное использование в различных отраслях народного хозяйства и в интересах обороны страны. Федеральными космическими программами и Гособоронзаказами определены приоритетные направления развития в России космической группировки систем ДЗЗ и создание эффективной наземной инфраструктуры приема, обработки и доставки потребителям получаемой информации.

Россия пока отстает в области ДЗЗ от мирового уровня. Это прежде всего касается систем высокодетального (с разрешением до 0,3 метров) наблюдения земной поверхности в видимом и радиолокационном диапазонах, гиперспектральной съемки, систем глобального наблюдения Земли на фоне окружающего космоса в видимом и тепловом диапазонах. В рамках ряда государственных документов по развитию космической деятельности поставлена цель восстановления паритета России в области ДЗЗ.

Одним из эффективных подходов к решению проблемы повышения четкости и дешифрируемости объектов наблюдаемой сцены является комплексирование информации от различных по принципу действия и назначению систем ДЗЗ[1].

Проблема повышения геометрической разрешающей способности космической съемки традиционно решается на технологическом уровне – путем создания приборов с зарядовой связью (ПЗС-линеек и ПЗС-матриц) с увеличенным числом фотоприемных элементов. Это радикальный, но достаточно трудный и продолжительный процесс. Россия в этом направлении отстает. Наряду с технологическим подходом в России создаются новые конструкции датчиков, в которых в каждом спектральном канале устанавливаются несколько отечественных ПЗС-линеек с субпиксельным смещением полей зрения. За счет объединения данных от них можно значительно повысить пространственное разрешение космической съемки.

При использовании обычных конструкций сканерных устройств, в которых ПЗС-линейки отдельных спектральных каналов устанавливаются в фокальной плоскости друг за другом без смещения полей зрения, есть возможность повысить четкость отображения

объектов наблюдаемой сцены за счет комплексирования разнозональных изображений.

Актуальной задачей является повышение информативности спутниковых снимков за счет комплексирования разнородной видеоинформации, зафиксированной в видимом, тепловом и радиолокационном диапазонах спектра. Объединение таких данных потенциально позволяет сформировать изображение с качественно новыми свойствами, например, отображая на естественном для человеческого зрения фоне замаскированные объекты, хорошо заметные на радиолокационных снимках.

В докладе рассматриваются четыре мало изученных направления комплексирования разнородной спутниковой видеоинформации.

Первое направление - это комплексирование изображений от нескольких субпиксельно смещенных ПЗС-линеек, позволяющее многократно повысить пространственное разрешение материалов космической съемки [2,3].

Второе направление - это комплексирование геометрически совмещенных снимков, полученных в различных диапазонах видимого участка спектра. Для формирования нового снимка с повышенной четкостью отображения объектов наблюдаемой сцены [2,3,4].

Третье направление - это комплексирование изображений, сформированных в видимом, тепловом и радиолокационном диапазонах спектра. Объединение таких совершенно разнородных данных нацелено на получение снимка, в котором отображаются с высокой четкостью элементы, хорошо наблюдаемые в видимом, тепловом и радиолокационном диапазонах [5,6,7,8].

Четвертое направление - это оценка эффективности предлагаемых подходов к комплексированию изображений от различных систем ДЗЗ [1].

В докладе приводятся результаты практической апробации предложенных подходов на реальной информации от российских и зарубежных космических систем «Ресурс-О1», «Ресурс-ДК», «Ресурс-П», «Аист-2Д», «Электро-Л», «Арктика-М», «TerraSAR-X». Рассматривается применение предложенных подходов для новых проектируемых систем «Ресурс-ПМ», «Обзор-Р», «Аист-2Т».

Библиографический список

1. Современные технологии обработки данных дистанционного зондирования Земли / под ред. В.В. Еремеева. М: ФИЗМАТЛИТ, 2015. 460 с.
2. Еремеев В.В., Кузнецов А.Е., Москвитин А.Э. Технологии повышения качества изображений земной поверхности на основе комплексирования спектральнозональной видеоинформации // Вестник РГРТУ. 2004. №14.С.22-28.
3. Еремеев В.В., Злобин В.К., Москвитин А.Э. Методы и технологии комплексирования спектральнозональной видеоинформации от систем дистанционного зондирования Земли // Цифровая обработка сигналов. 2007. № 1. С. 30-36.

4. Еремеев В.В., Макаренков А.А., Москвитин А.Э., Юдаков А.А. Повышение четкости отображения объектов на изображениях земной поверхности на основе данных гиперспектральной съемки // Цифровая обработка сигналов. 2012. № 3. С. 35-39.

5. Егошкин Н.А., Еремеев В.В., Макаренков А.А., Москвитин А.Э., Ушенкин В.А. Проблемные вопросы обработки данных от космических систем гиперспектральной и радиолокационной съемки Земли // Вестник РГРТУ. 2017. № 60. С. 54-64.

6. Москвитин А.Э., Ушенкин В.А. Комплексование радиолокационных изображений от восходящего и нисходящего витков орбиты на основе нечеткой логики // Цифровая обработка сигналов. 2018. № 3. С. 10-15.

7. Москвитин А.Э., Ушенкин В.А. Комплексование радиолокационных и оптических изображений от космических систем дистанционного зондирования Земли // Радиотехника. 2019. № 5 (6). С. 120-127.

8. Егошкин Н.А., Еремеев В.В., Москвитин А.Э., Ушенкин В.А. Обработка информации от современных космических систем радиолокационного наблюдения Земли. М: ФИЗМАТЛИТ, 2019. 320 с.

**БАЗОВЫЕ ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ
ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ И РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА
ОСНОВЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РЕСУРСА РЕКОНФИГУРИРУЕМОЙ
РОЕВОЙ ГРУППИРОВКИ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

С.И. Гусев, С.В. Колесников

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

Проект направлен на создание базовых технологий создания инфокоммуникационных и радиолокационных систем нового поколения на основе пространственного ресурса реконфигурируемой роевой группировки взаимодействующих малых космических аппаратов в условиях импортозамещения средств проектирования и элементной базы. Предлагается решение задач в радиолокации и инфокоммуникациях, требующих извлечения максимально возможного количества информации из наблюдаемых радиосигналов с помощью использования пространственного ресурса апертуры распределенной антенной системы. Реализация подобной системы возможна на основе роевой группировки космических аппаратов. Предлагается использовать группировку малых космических аппаратов, каждый из которых является элементом реконфигурируемой антенной решетки и способен менять пространственное положение для оптимизации приема и передачи радиосигналов, а также адаптации под решаемую задачу. Возможность реконфигурации системы позволит максимально эффективно применять методы пространственно-временной обработки сигналов в радиолокации и инфокоммуникациях. Предлагаемая реконфигурируемая пространственно-распределенная радиотехническая система также позволит оптимизировать физический размер апертуры антенны и

пространственное положение ее элементов одновременно с применением методов синтезирования апертуры для достижения повышенной точности определения положения источника сигнала и высокого разрешения в радиолокации.

Рост показателей экономики и производства России, развитие труднодоступных районов, включая арктический север России, требует гарантированного обеспечения широкополосного доступа к глобальным инфокоммуникационным ресурсам с помощью отечественных радиоэлектронных систем, а также оперативного мониторинга указанных территорий, осуществляемого средствами всепогодной, независимой от времени суток, космической радиолокации. В настоящее время такие радиоэлектронные системы должны создаваться в условиях импортозамещения элементной базы и средств проектирования при повышенных требованиях к минимизации затрат на разработку, производство и эксплуатацию. Решение поставленной проблемы требует перехода к разработке, изготовлению, выведению и эксплуатации нового поколения пространственно-распределенных космических систем, состоящих из роевых группировок малых космических аппаратов.

Представленный проект направлен на разработку базовых импортозамещающих технологий создания инфокоммуникационных и радиолокационных систем нового поколения на основе пространственного ресурса реконфигурируемой роевой группировки взаимодействующих малых космических аппаратов.

Предлагается решение задачи обеспечения доступа наземным и воздушным пользовательским терминалам к глобальным инфокоммуникационным ресурсам, в том числе в труднодоступных районах, включая арктические и антарктические широты, и обеспечение высокого разрешения при оперативном зондировании поверхности Земли.

На данный момент развитие радиотехнических систем идет по пути использования пространственного ресурса и цифровой обработки сигналов на максимально возможной частоте. Оптимальное использование пространственного ресурса возможно только на основе реконфигурируемых антенных решеток с большой физической апертурой. В соответствии с теорией Шеннона создание эффективных систем связи требует использования пространственного ресурса на основе технологии MIMO. Сетевые технологии информационного обмена на основе коммутации пакетов обеспечивают повышенную отказоустойчивость по сравнению с системами на основе коммутации каналов.

Технологии использования активных антенных решеток позволяют наращивать энергетический потенциал системы связи и локации путем увеличения количества элементов системы. Цифровые реконфигурируемые приемо-передающие устройства (SDR) необходимы при использовании в цифровых антенных решетках, где требуется высокая повторяемость параметров трактов отдельных элементов и их калибровка.

Целью проекта является создание технологий, позволяющих обеспечить роевую группировку космических аппаратов качественно

новым набором функций для создания радиотехнической системы на основе роевой группировки в качестве реконфигурируемой антенной решетки с сетевой внутренней и межроевой структурой обмена информации со скоростью 1-10 Гбит/с в пределах информационной части кадра, а также способной обеспечить высокую точность обнаружения источника сигналов и высокое разрешение радиолокационных изображений, в том числе с применением методов синтеза апертуры антенны с разрешением до десятых долей размера незаполненной апертуры, нормированного к длине волны. Разработка алгоритмов взаимодействия, управления и обмена информацией внутри роевой группировки малых космических аппаратов и между отдельными группировками и базовым космическим аппаратом.

Решение перспективных задач радиотехнической разведки и радиолокации требует извлечения максимально возможного количества информации из наблюдаемого радиосигнала с помощью использования пространственного ресурса апертуры распределенной антенной системы. Реализация подобной системы возможна на основе роевой группировки космических аппаратов. Предлагается использовать группировку малых космических аппаратов, каждый из которых является элементом реконфигурируемой антенной решетки и способен менять пространственное положение для оптимизации приема и передачи радиосигналов, а также адаптации под решаемую задачу. Космический аппарат способен менять свое положение в пространстве при помощи двигателей, работающих на сжатом газе или на ионной жидкости. Возможность реконфигурации системы позволит максимально эффективно применять методы пространственно-временной обработки сигналов.

Таким образом, предлагаемая реконфигурируемая пространственно-распределенная радиотехническая система позволяет оптимизировать физический размер апертуры антенны и пространственное положение ее элементов одновременно с применением методов синтеза апертуры для достижения повышенной точности определения положения источника сигнала в разведке и сверхразрешения в радиолокации, а также расширения зоны обзора при сохранении разрешения.

Предлагается использование роевой группировки космических аппаратов для целей радиотехнической разведки и пассивной радиолокации при отсутствии в составе кластера аппаратов с мощностью бортовой энергетической системы, достаточной для излучения зондирующего сигнала. В этом случае при решении задач радиолокации распределенная радиотехническая система принимает отраженный от зондируемой поверхности радиосигнал, излучаемый отдельным космическим аппаратом с соответствующей бортовой мощностью и функционирующим совместно с роевой группировкой.

При условии достаточной бортовой мощности отдельных аппаратов роевой группировки распределенная радиотехническая система способна работать в режиме активной антенной решетки и самостоятельно формировать зондирующий радиосигнал со сложением мощности в пространстве.

Изложенные идеи возникли при выполнении участниками творческого коллектива научных исследований в конкурсной проектной части госзадания Минобрнауки РФ по теме «Разработка базовых информационных технологий создания перспективных космических радиолокационных и инфокоммуникационных систем на основе методов нелинейной пространственно-временной обработки многомерных сигналов и полей».

По результатам работы коллективом разработчиков получено более 20 патентов на изобретения и полезные модели 8 зарегистрированных программ для ЭВМ.

В настоящее время в НОЦ "Космические технологии" РГРТУ разрабатываются приемно-передающие системы связи и антенные системы для малых космических аппаратов.

Материально-техническая база НОЦ "Космические технологии" :

- измерительное и аналитическое оборудование Keysight Technologies для диапазона частот до 43,5 ГГц (Agilent Technologies), Tektronix, Fluke, Huber+Suhner, Aeroflex;

- отладочные средства разработки бортовых и наземных SDR (реконфигурируемое радио) приемно-передающих систем на ПЛИС Altera и микроконтроллерах Atmel;

- центр радиомониторинга МКА в диапазонах VHF, L, S;

- участок прототипирования СВЧ устройств на базе оборудования LPKF Priomat;

- набор интегрированных функциональных модулей формата CubeSat и БПЛА с комплексом технических средств навигации, управления, высокоскоростной передачи и приема целевой и телеметрической информации для отработки взаимодействия аппаратов роевой группировки.

В соответствии с Решением секции 10 КНТС Роскосмоса от 6 октября 2015 г. ФГБОУ ВО «РГРТУ» включен в состав участника космического эксперимента «РадиоСкаф», в 2022 году планирует запуск собственных малых космических аппаратов с Международной космической станции (МКС). В соответствии с Приказом №515 от 28.09.2015 г. Президента ПАО РКК «Энергия» им С.П. Королева ФГБОУ ВО «РГРТУ» входит в консорциум «Роботизированный кластер малоразмерных космических аппаратов» по созданию системы кластера малых космических аппаратов и проведения ряда технических экспериментов на борту МКС.

Секция 1. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

ПРИМЕНЕНИЕ БИБЛИОТЕКИ КЛАССОВ ПЛАТФОРМЫ .NET И ПАКЕТА TELEGRAM.BOT ПРИ СОЗДАНИИ ЧАТБОТА В TELEGRAM

Н.Ю. Юрков

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н.

К.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В докладе рассматривается реализация взаимодействия чатбота в Telegram и веб-системы дистанционного обучения (СДО), предназначенного для обеспечения дополнительного доступа к СДО через мессенджер.

Взаимодействие чатбота и СДО осуществляется при помощи консольного приложения. Приложение выполняет ряд функций, а именно принимает пользовательские команды, связанные с поиском необходимой информации в СДО, обрабатывает данные, полученные из СДО, и на основе этих данных формирует ответ на запрос пользователя.

Для разработки приложения используются язык программирования C#, программная платформа .Net, интегрированная среда разработки Microsoft Visual Studio. С помощью системы управления пакетами NuGet обеспечивается доступ к библиотеке Telegram.Bot и пакету Telegram.Bot.Extensions.Polling.

Получение пользовательских команд осуществляется благодаря методам, определенным в библиотеках. Изначально создается экземпляр DefaultUpdateHandler, на основе которого функционирует обработчик обновлений, получаемых от бота. При вызове функции StartReceiving приложение начинает получать обновления методом getUpdates с серверов Telegram. Для одновременного получения и обработки нескольких обновлений используется пул потоков [1].

При отправке пользователем сообщения в чат вызывается метод HandleUpdateAsync с объектом Update, переданным в качестве аргумента. Осуществляется проверка, является ли сообщение текстовым, с помощью Message.Type. Метод HandleErrorAsync вызывается в случае появления ошибки. После отправляется ответ на запрос пользователя [1].

Поиск информации из СДО осуществляется с помощью подключения пространств имен библиотеки классов .NET Framework, в особенности благодаря пространству имен System.Net. Класс WebClient предоставляет общие методы отправки данных или получения данных из любого локального или Интернет-ресурса, идентифицируемого по универсальному коду ресурса (URI). С помощью метода DownloadString скачивается объект из указанного ресурса. В качестве объекта принимается искомая HTML-страница СДО [2].

После запуска приложения пользователь получает возможность находить информацию из СДО, используя команды чатбота в Telegram. К примеру, на сообщение пользователя «Мои курсы» будет выдан список курсов, на которые записан пользователь. Для полноценной реализации возможностей чатбота запланирована проработка процессов авторизации в СДО через Telegram и фильтрации тегов полученной HTML-страницы для получения конкретных данных.

Библиографический список

1. AguidetoTelegram.Botlibrary [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://telegrambots.github.io/book/index.html> (дата обращения 15.10.2021);
2. Документация по .Net [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/api/system.net?view=netframework-4.8> (дата обращения 15.10.2021).

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СФЕРЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

М. А. Исаева

Научный руководитель – Проказникова Е. Н.

к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

На современном этапе развития здравоохранения обеспечение эффективной деятельности медицинских учреждений, повышение качества оказания медицинской помощи населению являются основными задачами в управлении здравоохранением. В связи с этим разработка и создание эффективных систем управления качеством медицинской помощи является одним из актуальных вопросов реформирования здравоохранения.

Чтобы разработать программное обеспечение информационной системы, предоставляющей возможность поддержки принятия решения в сфере здравоохранения, использование которой будет способствовать повышению эффективности работы поликлиники, переходу на качественно новый уровень обслуживания пациентов, нужно изучить различные методы принятия решений, затем выбрать самый подходящий и реализовать его.

Наиболее распространёнными технологиями поддержки принятия решений являются метод анализа иерархий, нейронные сети, теория нечётких множеств, генетические алгоритмы и нейро-нечёткое моделирование. Все они имеют достоинства и недостатки. Метод анализа иерархий хорошо работает при условии полной начальной информации, но в силу необходимости сравнения экспертами альтернатив и выбора критериев оценки обладает высокой долей субъективизма. Для задач прогнозирования в условиях риска и неопределённости, обоснованным представляется использование теории нечётких множеств и нейронных сетей. Технология принятия коллективных решений применяется как на всеобщих выборах, так и в группе экспертов. Она позволяет сократить

время на согласительные совещания для достижения консенсуса путём предварительного анализа всех мнений, представляемых на плоскости в виде точек. При этом согласованность мнений определяется расстояниями между ними.

Метод анализа иерархий (МАИ). В результате матричного анализа данный метод позволяет выделить наиболее предпочтительную альтернативу исходя из оценок и значимости критериев, выбранных ЛПР (лицом принимающим решение). Несмотря на кажущуюся простоту и линейность данного метода он является достаточно действенным инструментом [1]. К достоинствам данного метода можно отнести простоту и однозначность получаемых результатов. МАИ можно рекомендовать к применению во многих сферах деятельности, включая государственное управление, ведение бизнеса, сфера здравоохранения (например, задачи выбора сценария развития медицинского обслуживания в поликлинике).

Помимо наглядности и хорошей интерпретируемости получаемых моделей, а также относительной простоты вычислений, можно отметить следующие дополнительные преимущества МАИ [2]. Построение иерархии хорошо согласуется с принципами системного подхода и может оказать существенную помощь исследователю при анализе задачи – в частности, иерархизация помогает обеспечить отсутствие «пробелов» в модели, а также выявить ситуации, связанные с избыточностью ее компонентов, возможностью дублирования расчетов и др. Метод предоставляет процедуры оценки и сравнения альтернатив по неизмеримым (выражающим качественные понятия), субъективным критериям. Эти же процедуры могут использоваться для формализации предпочтений на множестве критериальных оценок, измеренных в произвольной (в том числе номинальной или порядковой) шкале, а также для выявления степеней относительной важности критериев. Метод устойчив к небольшим нарушениям согласованности (транзитивности) суждений ЛПР и экспертов. МАИ ориентирован в первую очередь на построение моделей выбора на конечном множестве заранее известных альтернатив. К недостаткам можно отнести условность выполняемых сравнений и выбор критериев. Также данный метод не эффективен для прогнозирования и принятия решений в условиях риска и неопределенности.

После изучения различных методов принятия решений для реализации поддержки принятия решений в сфере здравоохранения был выбран метод анализа иерархии. Для реализации МАИ изобразим иерархическое представление задачи выбора сценария развития медицинского обслуживания, например, в поликлинике. Модель будет состоять из четырехуровневой иерархии. Уровень L_0 – это главная цель «Повышение качества медицинского обслуживания». Уровень L_1 – это заинтересованные лица «Пациенты» и «Сотрудники». Уровень L_2 – это множество критериев: формирование позитивного имиджа медицинского учреждения; профессионализм сотрудников; уменьшение срока обслуживания пациентов; современные методы лечения. Уровень L_3 – это возможные альтернативы: набор новых сотрудников; проведение курсов

повышения квалификации; внедрение современных форм порядка приема пациентов; закупка (новых) современных средств диагностики.

Этот пример модели можно использовать для решения в соответствующей программе. Программное обеспечение должно реализовать сайт, имеющий обратную связь с пользователями, которые при желании могут пройти опросники и оставляют свое мнение, а именно оценки при выборе. Система также позволит составлять эти опросники, чтобы их проанализировать и принять в дальнейшем нужное решение в сфере здравоохранения, чтобы улучшить качество медицинской помощи или решить ряд других важных проблем. Управление качеством работы участковых медицинских заведений в целом без сомнения является очень важной и актуальной проблемой.

Библиографический список

1.Саати, Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Л. Саати – М.: Радио и связь, 1989. – 316 с.

2.Метод анализа иерархий [Электронный ресурс] //https://ru.wikipedia.org/wiki/ URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_анализа_иерархий (дата обращения: 20.09.2021).

МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ В СФЕРЕ ТУРИЗМА

М. А. Исаева

Научный руководитель – Проказникова Е. Н.

к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Развитие туризма сейчас актуально по сей день, оно стимулирует развитие других определённых отраслей экономики. Некоторые туристические фирмы имеют возможность предоставлять тур в кредит, они имеют свою систему по принятию решению, выдаче таких путевок в кредит.

Внедрение алгоритмов машинного обучения для принятия решения в деятельности туристических фирм позволяет выйти на новый уровень, повышает количество и качество оказываемых услуг, упрощает и улучшает взаимодействие клиента с организацией, увеличивает конкурентоспособность, прибыль.

Для улучшения качества обслуживания и ускорения процесса оформления кредитных договоров, ввели систему скоринга. Назначение кредитного скоринга — автоматизированное принятие решений по выдаче кредитов частным лицам.

Кредитный скоринг состоит в применении алгоритмов, полученных с использованием математических и статистических методов с тем, чтобы разделить потенциальные кредитные операции на непересекающиеся группы риска, хорошие и плохие.

Рассмотрим несколько методов и алгоритмов искусственного интеллекта для решения задачи кредитного скоринга.

Метод ближайших соседей является примером подхода «ленивого обучения», когда обучение фактически сводится к добавлению нового

случая в базу данных. На пространстве анкетных данных выбирается некоторая метрика, которая затем используется для нахождения ближайших исторических анкетных данных к данным нового клиента. При этом клиент классифицируется в зависимости от того, к какому классу принадлежат большинство его соседей по этой метрике.

Нейронные сети могут рассматриваться как метод нелинейной регрессии и показывают очень хорошие результаты в задаче кредитного скоринга. Недостатком нейронных сетей является то, что веса связей, определённые в результате обучения, не имеют никакой интерпретации в терминах кредитного риска. Следовательно, практически невозможно объяснить предсказание, полученное с помощью нейронной сети, а также провести анализ чувствительности, чтобы выделить наиболее значимые параметры.

«Метод построения деревьев решений» («DecisionTrees») является одним из самых популярных методов решения задач классификации и прогнозирования. Структурно дерево состоит из элементов трех категорий:

- узлы – это атрибуты, по которым различают элементы, подлежащие классификации
- листья, метки со значениями решений для классификации данных
- ребра – значения атрибута, из которого исходит ребро

Рассмотрим алгоритм $a(x)$, который стартует из корневой вершины v_0 и вычисляет значение функции β_{v_0} . Если оно равно нулю, то алгоритм переходит в левую дочернюю вершину, иначе в правую, вычисляет значение предиката в новой вершине и делает переход или влево, или вправо. Процесс продолжается, пока не будет достигнута листовая вершина; алгоритм возвращает тот класс, который приписан этой вершине. Такой алгоритм называется бинарным решающим деревом. На практике в большинстве случаев используются одномерные предикаты β_v , которые сравнивают значение одного из признаков с порогом:

$\beta_v(x, j, t) = [x_j < t]$, где x_j - значение признака, t - порог признака.

Например, функция (узел) возраста (корневая вершина) включает в себя проверку одной независимой переменной «Возраст». Атрибут возраста сравнивается с порогом, не превышает ли 40. Если клиент относится к категории, то переходит по ребру «да», проверяется другой атрибут, если - нет, то продвигается по ребру «нет», и т.д.. В итоге достигается листовая вершина и принимается решение (прогноз) «выдать кредит» или «отказ».

Так как туризм одна из быстроразвивающихся сфер, для внедрения инноваций в туристические фирмы, в большинстве случаев, применяются алгоритмы искусственного интеллекта, тем самым организации получают дополнительную выгоду и расширяют свои возможности. Спрос для таких возможностей растет, и внедрение искусственного интеллекта – вопрос времени.

Среди различных методов для принятия решения в сфере туризма, как выдача путевки в кредит, по моему мнению, является использование метода дерева решений. Т. к. метод имеет некоторые достоинства, среди

которых простота в интерпретации и понимании, меньшая необходимость в предобработке данных, может работать одновременно с переменными, измеряемыми по разным шкалам, не требует шкалирования, нормирования или заполнения пропусков в данных.

Библиографический список

1. Тененев В.А., Ворончак В.И. Решение задач классификации и аппроксимации с применением нечетких деревьев решений / Интеллектуальные системы в производстве.–Тула. - 2005. -№2.-248 с.
2. Credit Scoring / Washington Post. – 2003. – December 11. – С.98.
3. D. Zhang, H. Huang, Q. Chen and Y. Jiang. «Comparison of credit scoring models» Third International Conference of Natural Computation. -2007. –С.109.

НТТР ЗАПРОСЫ И МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Д.А. Палагин

Научный руководитель – Орехов В.В.

к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

НТТР — это упрощенный протокол прикладного уровня, который размещается поверх TCP и в основном известен как транспортный канал для World Wide Web и локальных интрасетей. Однако это классический протокол, который используется помимо гипертекста для многих других задач, например, в серверах доменных имен и системах распределенного управления объектами посредством своих методов запросов, кодов ошибок и заголовков. Сообщение НТТР представляется в MIME-подобном формате; оно содержит метаданные о сообщении (например, тип его содержания и длину) и информацию о запросе и ответе, например, метод, используемый для отправки запроса.

Существуют два основных компонента, от которых зависит Web: сетевой протокол TCP/IP и НТТР. Почти все события в Web происходят через НТТР, и этот протокол преимущественно используется для обмена документами (такими, как Web-страницы) в World Wide Web.

НТТР — это протокол приложения клиент-сервер, через который взаимодействуют две системы, обычно использующие соединение TCP/IP. НТТР-сервер — это программа, слушающая на порте машины входящие НТТР-запросы.

НТТР-клиент через сокет открывает соединение с сервером, отправляет сообщение с запросом на конкретный документ и ждет ответа от сервера. Сервер отправляет сообщение, содержащее код нормального или аварийного завершения, заголовки с информацией об ответе и (если запрос обработан успешно) требуемый документ. Общий формат НТТР-сообщения одинаков для запросов и ответов:

начальная-строка

заголовок-сообщения (или заголовки)

[тело-сообщения]

В сообщение может входить любое число заголовков, и каждый из них располагается на отдельной строке (т.е. каждому заголовку предшествуют символы возврата каретки и перевода строки). Тело сообщения присутствует необязательно, но если оно имеется, то отделяется от заголовков двумя последовательностями CRLF.

HTTP определяет множество **методов запроса**, которые указывают, какое желаемое действие выполнится для данного ресурса.

Каждый реализует свою семантику, но каждая группа команд разделяет общие свойства: так, методы могут быть безопасными, идемпотентными или кешируемыми. Рассмотрим наиболее распространенные методы:

1. Метод POST - используется для отправки сущностей к определённому ресурсу. Если использовать POST, данные будут отправлены в теле HTTP-запроса. Его не будет видно в URL-адресе. Нет ограничений на объём отправляемых данных. POST также поддерживает отправку любых данных.

2. Метод GET - запрашивает представление ресурса. Запросы с использованием этого метода могут только извлекать данные. Такой метод лучше не использовать с приватной информацией из-за следующих особенностей: запросы кэшируются, остаются в истории браузера, сохраняются в закладках, сохраняются в логах сервера. Таким образом, любые важные данные — логины, пароли, данные карты, персональные данные — лучше передавать с помощью метода POST. Также метод POST поддерживает тип кодирования данных multipart/form-data, что позволяет передавать файлы

В случае перелистывания страниц на каком-либо сайте, в большинстве случаев, будет формироваться GET запрос. Для перехода на следующую страницу, в адресной строке, вместе с адресом сервера, будет передаваться дополнительный параметр, определяющий номер страницы. Например, &page=N, где N – порядковый номер страницы. По такому принципу работают фильтры для различных каталогов товаров.

В случае ввода данных пользователя, для авторизации на сайте, чаще всего используется POST метод запроса. И данные будут передаваться уже в теле запроса. Например:

login: логин_пользователя

password: пароль_пользователя

После успешной проверки введенных пользователем данных, сервер перенаправляет на другую страницу.

При обращении к web-сайту, сервер обрабатывает полученный запрос и формирует ответ. При этом, сервер можно подгружать необходимые ресурсы по-другому URL адресу. Так, при переходе по адресу <http://my-site.ru>, сервер логотип сайта по адресу http://my-site.ru/main_page.png. И если пользователя интересует конкретно логотип, он может напрямую обратиться по адресу, где хранится изображение.

На сегодняшний день существует множество программ для мониторинга HTTP/HTTPS трафика. Основной принцип – это прокси сервер между сервером и веб-браузером. Такие программы записывают

и сохраняют все запросы, которые проходят через этот прокси сервер и позволяют их редактировать. Наиболее распространенными примерами таких программ являются Charles, Fiddler, HttpAnalyzer. Современные браузеры так же позволяют интегрированными средствами получить информацию о исходящих запросов и входящих ответов. Так, в браузере GoogleChrome доступен инструмент под названием ChromeDevTools, у браузера Firefox - Firefox Developer Tools.

Библиографический список

1. Олифер, В., Олифер, Н. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. Учебник - Питер. 2016. – 842 с.
2. Джеймс, К., Кит, Р. Компьютерные сети, Нисходящий подход - Москва: Издательство «Э», 2016. – 912 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ НА БИРЖЕ

Ю.А. Гуров

Научный руководитель – Сосулин Ю.А.

к.т.н., доцент

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

Для любого предприятия во время работы может возникнуть острая необходимость в дополнительных денежных инвестициях. На этот случай существует резервный капитал. Однако большую часть времени резервный капитал будет не востребуемым и в результате инфляции терять свою реальную стоимость. Чтобы уменьшить потерю стоимости резервного капитала, компании используют банковский депозит. Однако это приводит к снижению реальной стоимости капитала, так как инфляция может значительно превысить проценты по вкладу.

Для решения вышеназванной проблемы в докладе предлагается использование части резервного капитала для автоматизированной торговли на бирже. При правильном выборе финансового инструмента и стратегии поведения на рынке, данное решение будет приносить отдачу, перекрывающую потерю реальной стоимости резервного капитала при минимальном риске.

Стратегия торговли с помощью автоматизированной системы заключается в использовании улучшенного варианта сеточной торговли. Часть средств используется для покупки выбранного инструмента, затем диапазон графика инструмента разбивается на части горизонтальными линиями, при пересечении которых свечами производится докупка или продажа. Изначально линии докупки расположены ниже текущей цены инструмента, линии продажи – выше текущей цены. После запуска автоматизированной системы сетка линий продаж и покупок фиксируется. Затем АСУ ожидает пересечения этих линий, чтобы совершить либо покупку, либо продажу. После совершения сделки линия меняет свое свойство и превращается из линии покупки в линию продажи и наоборот. Однако место возникновения линии обратного действия не совпадает. Она появляется с небольшим смещением, что позволяет не продавать инструмент по цене покупки.

Для минимизации рисков стратегия сеточной торговли была модернизирована следующим образом:

1) Докупка и продажа осуществляется на неизменную сумму средств, что позволяет производить успешное усреднение позиции.

2) При резком падении или росте цены инструмента докупка и продажа не производится из-за возможности такого же быстрого возврата графика на прежний уровень .

3) При длительном нахождении в зонах поддержки и сопротивления докупка и продажа так же не производятся. Эта модернизация является очень важной, так как в таких зонах возникает вероятность резкого роста цены финансового инструмента.

Зоны поддержки и сопротивления рассчитываются из расположения прошлых переломных моментов на графике.

На графике инструмента иллюстрируется сетка покупок – линии ниже текущей цены инструмента, сетка продажи – линии выше текущей цены инструмента, пустые свечи – свечи покупки, черные свечи – свечи продажи.



Таким образом, при правильном подборе набора из независимых друг от друга инструментов, получится диверсифицированный портфель. Он под управлением автоматизированной системы позволяет полностью перекрыть инфляцию.

Библиографический список

1. Швагер, Д. Д. Технический анализ [Текст]: полный курс / ДжекШвагер; пер. с англ. [А. Куницын, Б. Зуев]. - 10-е изд. - Москва: Альпина Паблицерз, 2014. - 800 с.

РЕАЛИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ В УСЛОВИЯХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Павлова С.А.

Академия ФСИН России

В настоящее время одной из форм контроля и оценки знаний учащихся является тестирование. В условиях вынужденного перехода к дистанционному обучению появилась необходимость в проведении онлайн-тестирований.

Так как в Академии ФСИН России дистанционное обучение реализуется с помощью электронной образовательной среды (ЭОС) Moodle, рассмотрим алгоритм автоматизации создания элемента «Тест» в этой системе.

Шаг 1. Создание в текстовом редакторе набора тестовых вопросов, в соответствии с шаблоном загрузки.

Шаг 2. Сохранение созданного набора тестовых вопросов в текстовом файле.

Шаг 3. Импорт созданных тестовых вопросов из текстового файла в ЭОС.

Шаг 4. Создание теста в электронном учебном курсе, размещенном в ЭОС.

Шаблон загрузки тестовых вопросов состоит из следующих элементов:

- вопросы в файле должны разделяться между собой пустыми строками;
- варианты ответов на вопрос заключаются в фигурные скобки {};
- в зависимости от вида тестового вопроса выделяются верные и неверные варианты ответов.

Рассмотрим следующие варианты оформления ответов на поставленные вопросы.

1. Если при ответе на вопрос необходимо выбрать один из нескольких вариантов ответов, то перед верным вариантом ответа в шаблоне ставится знак «=», перед неверным – знак «~».

Например: Чему равно значение лага для уравнения:

$$y_t = a + b_0 * x_t + b_1 * x_{t-1} + b_2 * x_{t-2} + b_3 * x_{t-3}?$$

- {
- ~ 1
- ~ 2
- = 3
- }

2. Если при ответе на вопрос нужно выбрать несколько верных из предложенных вариантов ответов, то перед верными вариантами ответов нужно отметить «~ %процент%» - верный вариант, «~» - неверный вариант.

Например:

Какими методами выполняется выбор уравнения взаимосвязи изучаемых экономических показателей?

- {
- ~ содержательным
- ~ %30% аналитическим

~ %30% экспериментальным
 ~ статистическим
 ~ %30% графическим
 }

3. Если на вопрос необходимо ответить утвердительно или отрицательно: Т – верно, F – неверно.

Например:

В январе 31 календарный день? {T}

В январе 30 календарных дней? {F}

4. Если в вопросе нужно указать пропущенное слово:

Например:

Невская битва произошла в {~1198 =1240 ~1242} году.

Для корректной загрузки сформированного шаблона с тестовыми вопросами в систему необходимо создать текстовый файл в редакторе «Блокнот» и сохранить его в соответствии со стандартом UTF-8.

Для загрузки текстового файла, содержащего тестовые вопросы, оформленные в соответствии с шаблоном необходимо в блоке **Настройки - Управление курсом - Банк Вопросов** выбрать пункт **Импорт**. В открывшейся форме необходимо указать следующее:

- в группе настроек «**Формат файла**» выбрать **GIFT**;
- в группе настроек «**Общее**» в поле «**Категория для импорта**» указать созданную категорию;
- загрузить текстовый файл в систему.

После успешной загрузки шаблона необходимо перейти в режим редактирования электронного учебного курса, для которого создавался тест и добавить элемент курса «**Тест**».

В процессе создания теста необходимо указать следующие обязательные параметры:

- название;
- вступление;
- начало тестирования;
- окончание тестирования;
- ограничение времени;
- количество попыток;
- метод оценивания;
- метод навигации.

Заключительным этапом разработки теста является его наполнение загруженными в «Банк вопросов» вопросами. При этом возможны следующие варианты наполнения:

- загрузка в тест всех вопросов из «Банка вопросов»;
- загрузка в тест определенного набора тестовых вопросов из «Банка вопросов»;
- загрузка в тест случайного набора тестовых вопросов из «Банка вопросов».

Таким образом, в рамках дистанционного обучения для оценки знаний элемент «Тест» электронной образовательной среды «Moodle» является неоспоримым помощником.

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРОПУСКНОГО УЧЕТА СТОРОННИХ ПОСЕТИТЕЛЕЙ ДЛЯ СЛУЖБЫ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Т. Е. Гладышева

Научный руководитель – Крошила С. В.

к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина

Автоматизированная информационная система пропускного учета сторонних посетителей для службы безопасности предприятий (АИС ПУСП СБП) (в том числе территориально-распределенных) предназначена для обработки и проверки информации, связанной с контролем доступа входа на объекты.

Целью построения данной системы является повышение эффективности бизнес-процессов в сфере осуществления безопасности на объектах.

Для обеспечения наиболее эффективной работы системы, при ее построении должны быть учтены следующие функциональные возможности [1]:

- разграничение прав доступа;
- проверка наличия заявки и соответствующих актуальных данных;
- согласование заявки соответствующими инстанциями;
- блокирование/разблокирование заявок;
- добавление/удаление субъектов в/из заявок;
- проверка субъектов по «черным» спискам;
- блокирование субъектов и занесение в локальный «черный» список;
- проверка статуса доступа заявки;
- фиксация времени входа/выхода субъекта;
- оформление пропусков;
- проведение оперативного контроля режима посещений и статистического анализа сведений о посещениях.

Таким образом, в АИС ПУСП СБП требуется выделить следующие функциональные подсистемы [2]:

- генерации заявок;
- обработки заявок;
- согласования заявок;
- обработки запросов;
- оповещения о посещениях;
- хранение данных;
- оформления пропусков;
- формирования отчетности.

На рисунке 1 отражена схема информационных потоков АИС ПУСП СБП:

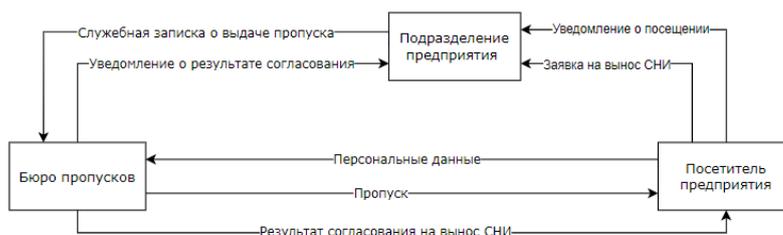


Рисунок 1 – Схема информационных потоков АИС ПУСП СБП
Общий алгоритм работы АИС ПУСП СБП будет выглядеть согласно алгоритму, изображенному на рисунке 2:

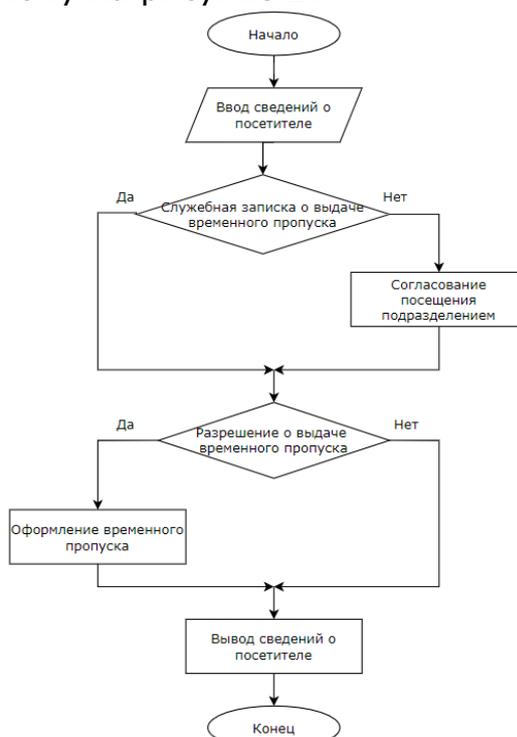


Рисунок 2 – Общий алгоритм работы АИС ПУСП СБП

Таким образом, разработка АИС ПУСП СБП позволит проверять соответствие информации по заявке и пропуску, осуществлять доступ на объект, исходя из актуальной информации о согласованных заявках и пропусках, а также осуществлять оперативный аудит посещений.

Библиографический список

1. Краецкая Е. А. Электронный пропускной режим: контроль рабочего времени: статья, 2021. – 11 с.
2. Гасумянов В. И. Основы обеспечения корпоративной безопасности: учебное пособие / Моск. гос. ин-т междунар. отношений (ун-т) МИД России, ин-т энергетич. политики и дипломатии: МГИМО-Университет, 2019. — 344 с.

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ РАННЕГО И ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Ю. С. Трифонова

Научный руководитель – Крошила С. В.

к.т.н., доцент

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

Автоматизированная информационная система комплексной оценки состояния здоровья детей раннего и дошкольного возраста (АИС КОСЗДРДВ) предназначена для систематического контроля развития детского населения. Работа в АИС КОСЗДРДВ осуществляется врачом-педиатром, как в условиях детских поликлиник, так и в детских дошкольных учреждениях.

Однако при построении АИС КОСЗДРДВ необходимо учитывать ряд особенностей, так как конечным результатом работы АИС КОСЗДРДВ является присвоение ребенку определенной группы здоровья, что требует достаточно высокой точности.

Выделим следующие особенности автоматизированной информационной системы комплексной оценки состояния здоровья детей раннего и дошкольного возраста[1].

АИС КОСЗДРДВ должна включать три подсистемы:

исследование состояния здоровья ребенка;

комплексная оценка состояния здоровья ребенка с определением группы здоровья;

назначение профилактических, воспитательных, оздоровительных и лечебных мероприятий.

Медицинские показатели в АИС КОСЗДРДВ должны быть актуальными на момент проведения осмотра.

В АИС КОСЗДРДВ должно быть предусмотрено автоматическое определение и присвоение группы здоровья ребенку.

На рисунке 1 изображена схема информационных потоков, функционирующих в АИС КОСЗДРДВ



Рисунок 1 – Информационные потоки, функционирующие в АИС КОСЗДРДВ

Комплексная оценка состояния здоровья детей включает этапы[2], изображенные на рисунке 2. Общий алгоритм автоматизированной

информационной системы комплексной оценки состояния здоровья детей раннего и дошкольного возраста изображен на рисунке 3

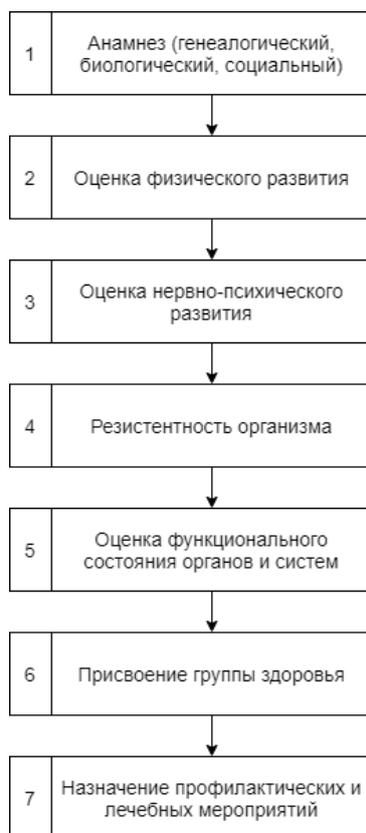


Рисунок 2 – Этапы комплексной оценки СЗДРДВ



Рисунок 3 – Общий алгоритм АИС КОСЗДРДВ

Таким образом, создание автоматизированной информационной системы позволит определять индивидуальные особенности развития ребенка. Раннее выявление отклонений в развитии и здоровье позволит организовать целенаправленное оздоровление и лечение с целью профилактики формирования хронических заболеваний.

Библиографический список

1. Певнева М.П. Методические основы воспитания здорового образа жизни у детей, 2017.
2. Баранов А.А. Состояние здоровья детей России, приоритеты его сохранения и укрепления, 2018.

АСПЕКТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ

А.А. Камордин

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

Несмотря на развитие науки и техники, человек, с его умением неординарно мыслить и находить нестандартные методы решения задач, остается главенствующим на рабочих местах в различных организациях и на предприятиях. В подобной ситуации возрастает значение создания гибких систем управления персоналом, ориентированные на реализацию задач, стоящих перед организацией. Но стоит отметить, что специфика реализации программного продукта имеет свои трудности: человек - уникальный субъект, имеющий свои черты, навыки, возможности и потребности, что делает сферу управления персоналом весьма трудно прогнозируемой. Всё это обуславливает необходимость в построении экономико-математических моделей систем управления персоналом [1].

Сам по себе процесс моделирования является мощным средством решения экономических (и не только) задач, а также проведения аналитических исследований, прогнозирования будущих состояний исследуемых систем.

Моделирование деятельности предприятия предполагает разработку экономико-математических моделей, которые будут в необходимой мере отображать процесс функционирования. Системы управления персоналом могут быть формализованы через показатели планирования, нормирования, учета контроля и экономического анализа полученных результатов. Модель может быть реализована при помощи преобразования различных экономических характеристик в аналитическую информацию. В результате полученные данные можно использовать для принятия обоснованных управленческих решений. Процесс преобразования предусматривает решение комплекса как стандартных аналитических задач с определёнными экономическими аспектами, так и ряда нестандартных. Трудности возникают во время формализации качественных характеристик персонала (уровень трудового самосознания, самоидентификация, осознания целей трудовой деятельности и т.д.). В то же время решение подобного рода задач позволяет определить направление повышения эффективности

управления персоналом, а также подготовить проекты управленческих решений [2].

В конечном счете, предпосылками к созданию моделей процессов управления персоналом на предприятии является нахождение оптимального соотношения между затратами на персонал и эффективностью производства (оказания услуг) в целом.

Библиографический список

1. Багриновский К. А. Экономико-математические методы и модели / К. А. Багриновский – М.: РУДН, 2006
2. Степанов В. И. Экономико-математическое моделирование / В. И. Степанов – М.: Академия, 2009. – 112с.

**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПОМОЩИ
СОТРУДНИКУ ПОДДЕРЖКИ БАНКА ПРИ ОБЩЕНИИ С КЛИЕНТОМ
НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

М.А. Лащилин

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

Проблема помощи сотруднику поддержки банка при общении с клиентом является на сегодняшний день достаточно актуальной. Её суть заключается в том, чтобы в процессе текстового диалога между сотрудником и клиентом предлагать сотруднику фразы для ответа клиенту на основе его запросов и хода развития диалога.

Актуальность данной проблемы заключается в том, что сотрудники поддержки часто вынуждены решать проблемы множества клиентов и порой, чтобы узнать какую-то информацию, им приходится пользоваться внутренними справочными системами компании и тратить дополнительное время на поиск, а также формулирование ответа, что снижает производительность труда. В свою очередь даже частичное устранение этапа по ручному поиску и автоматическое формирование ответа способны создать конкурентное преимущество для компании.

Цель данной работы заключается в автоматизации предложения возможных вариантов ответа клиенту как на основе справочной системы компании, так и на основе предыдущих диалогов, что позволит снизить время ответа сотрудника поддержки клиенту.

Основными задачами при разработке данного программного обеспечения являются:

- разработка модели, выполняющей классификацию запросов пользователя по темам;
- разработка модели генерации текста для ответа клиенту;
- разработка базы данных для хранения настроек моделей и результатов работы программного обеспечения;
- разработка веб-приложения, интегрирующего упомянутые модели, базу данных и логику взаимодействия с пользователем в единую систему.

Одним из вариантов решения первых двух задач является применение искусственных нейронных сетей. В рамках первой предполагаются нейронные сети, позволяющие произвести классификацию темы, а также

подтем с той или иной глубиной детализации. Таким образом, данная задача заключается в том, чтобы понять, что хотел бы получить клиент [1].

В рамках второй задачи предполагается гибридное решение, которое включает как использование нейронных сетей, так и обычных алгоритмов для синтеза возможного ответа клиенту. В данном случае возможно использование генеративной нейронной сети [3] для синтеза текста, а также рекуррентной НС для выявления тональности диалога [2], которая будет применяться как один из параметров для генерации, а также прогнозировать, в каком ключе возможно развитие диалога. В качестве алгоритмического варианта решения задачи предполагается использование шаблонизированных фраз в случаях, когда не представляется возможным использовать генеративные НС.

Решение третьей задачи предполагает реализацию базы данных определённой структуры для хранения настроек моделей: параметров работы нейросетей, шаблонов для генерации ответов, а также диалогов, на основе которых будут обучаться модели.

В рамках четвёртой задачи предполагается объединить перечисленные выше элементы программного обеспечения в единое приложение для удобной работы пользователя.

В конечном итоге предполагается получить программное обеспечение для помощи сотруднику поддержки банка, настроить модели и провести пробное использование, по результатам которого корректировать модели соответствующим образом.

В дальнейшем предполагается дорабатывать программное обеспечение, постепенно увеличивая степень автоматизации действий сотрудника поддержки. Также возможна доработка программного обеспечения для использования не только в рамках банка, но и в других предметных областях.

Библиографический список

1. Лащилин М.А., Селиванов Е.В. Основные модели машинного обучения в финансово-банковской сфере. – Новые информационные технологии в научных исследованиях, 2020. – С. 152–154.
2. Лащилин М.А. Определение тональности текста на основе рекуррентных искусственных нейронных сетей как один из методов, используемых при выявлении признаков мошенничества. // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2021 [текст]: сб. тр. IVмеждунар. науч.-техн. форума: в 10 т. Т.4./ под общ. ред. О.В.Миловзорова. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2021. – С. 37-40.
3. Open AI. Better Language Models and Their Implications [Электронныйресурс]. URL: <https://openai.com/blog/better-language-models/> (дата обращения: 05.10.2021).

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ НЕЙРОСЕТИ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ МУЗЫКАЛЬНЫХ ЖАНРОВ

Васильев И.В.

Научный руководитель – Дмитриева Т.А.

кандидат технических наук, доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф.Уткина

В [1] обоснована актуальность проблемы разработки программного обеспечения для классификации жанров. Вследствие этого, была проведена научная работа по решению данной проблемы.

Все данные для обработки были взяты из публичного датасета GTZAN. Данный датасет предоставляет 1000 30-секундных музыкальных фрагментов, рассортированных по жанрам. Из каждого фрагмента было выделено по 4 двухсекундных случайных фрагмента, тем самым увеличивая количество обучающих данных.

Также, данные были преобразованы в мел-спектрограмму. Использование такого метода позволяет приблизиться к восприятию звуков человеческим ухом.

Для решения задачи была разработана модель нейросети, которая в итоге содержит три свёрточных слоя, у каждого из которых свои гиперпараметры. После обработки данных свёрточными слоями данные превращаются в одномерный вектор длиной 64 и далее используется 2 полносвязных слоя размером 64 и 32 нейрона (рис. 1).

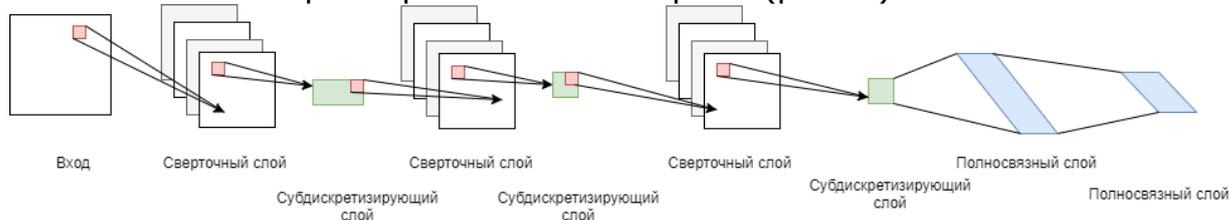


Рисунок 1. Изображение модели нейросети для классификации музыкальных жанров

Для оценки работы модели используется метрика, которая реализует алгоритм поиска kNN – метод k ближайших соседей. Прогнозы делаются на индивидуальной основе путем поиска наиболее близких обучающих примеров к тестовым примерам, которые мы хотим классифицировать, и прогнозирования метки, которая появлялась с наибольшей частотой с наибольшей достоверностью. Методом проб и ошибок было обнаружено, что наилучшая точность достигается за счет установки $k=10$ и определения веса каждого соседа на основе расстояния. Данная часть была разработана с TensorFlow и Keras [2].

Для оптимизации потерь был выбран алгоритм Адам по следующим причинам. Работа со звуковыми двумерными данными вызывает проблемы с разреженным градиентом, подобные тем, которые часто встречаются при проблемах с естественным языком или компьютерным зрением. Используемые тестовые данные также были шумными. Адам устраняет проблему разреженного градиента, поддерживая скорость обучения по каждому параметру, и устраняет проблему шума, основывая обновления на средневзвешенном предыдущих импульсов. С

оптимизацией Адам модель тренировалась быстрее и не выходила на плато так рано.

В итоге, предложенная модель нейросети позволяет классифицировать аудиоданные на 10 классов (жанров) с точностью 82% и потерей 1.3.

Библиографический список

1. Васильев И.В. Обоснование актуальности разработки программного обеспечения классификации жанров // IV Международный научно-технический форум СТНО-2021. Сборник трудов. Том 4.. - Рязань: Book Jet, 2021. - С. 28-30.
2. TensorFlow: Large-scale machine learning on heterogeneous systems / Martín Abadi, Ashish Agarwal, Paul Barham, Eugene Brevdo, Zhifeng Chen. [идр.]; – 2015

**ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ ПЕРСОНАЛА
БЕЛОРУССКИХ ИТ-КОМПАНИЙ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ**

В.В. Ананенко

Научный руководитель – Тонкович И.Н.

канд.хим.наук, доцент

**Белорусский государственный университет информатики и
радиоэлектроники**

Всем известно, что в основе деятельности любой компании лежит капитал человека. Именно человек производит товар, оказывает услуги и совершает различные операции, занимается управлением, планированием и финансовыми процедурами компании, что является основными функциями и первостепенными задачами.

Эффективность бизнеса зависит от управления человеческими ресурсами. Перед каждой компанией стоят следующие задачи: как найти на рынке труда качественного специалиста; как организовать штат компании для получения максимальной прибыли; где стоит снизить издержки на сотрудников.

Решение поставленных задач связано со сбором, накоплением, обработкой и использованием информации. Чем более полной и качественной информацией мы обладаем – тем более эффективными будут принимаемые решения, тем успешнее будет бизнес, тем быстрее вырастет оборот компании.

В настоящее время HR-департамент компании действует не просто как отдел кадров, а как сервис, который решает важнейшие бизнес-задачи: увеличение прибыли компании, расширение доли рынка, качественный рост квалифицированного персонала. Служба HR занимается вложениями в оплату труда, обучение и аттестацию сотрудников.

Сколько компании нужно инвестировать в персонал и как это сделать, чтобы вложения принесли максимальный результат, – предмет многоступенчатого анализа, который под силу современному HR [1].

Для каждой компании выгодными инвестициями являются обучение и развитие персонала. Это позволяет повысить эффективность работы, внедрить новые технологии и стандарты, увеличить уровень компетенций сотрудников.

По результатам исследования «Международные тенденции в сфере управления персоналом — 2020» по Беларуси, выявлено, что существуют различные барьеры, препятствующие развитию персонала компании. Наиболее распространёнными являются следующие [2]:

- отсутствие ответственности за развитие персонала;
- отсутствие процессов и инфраструктуры;
- недостаток инвестиций;
- недостаток заинтересованности со стороны сотрудников;
- руководство не приоритизирует развитие персонала;
- сложность в определении потребностей и приоритетов развития персонала.

Тем не менее, в стране активно растёт число компаний, взявших курс на улучшение процессов развития персонала, наблюдается общая тенденция выбора направлений, необходимых для их улучшения.

По мнению белорусских респондентов, для стратегии развития персонала наиболее важным является инвестирование в следующие элементы [2]:

- развитие врожденных способностей, которые необходимы во многих областях (например, решение проблем, общение, творчество, эмпатия) (90%);
- поддержка непрерывного профессионального совершенствования персонала посредством обучения на протяжении всей жизни (95%);
- переподготовка персонала за счет развития навыков работы в смежных областях (90%);
- переподготовка персонала за счет освоения новых навыков работы в новых областях (90%).

Текущая ситуация с COVID-19 также показала способность HR-службы брать на себя задачи антикризисного управления и выступать правой рукой лидеров в вопросе сохранения стабильного состояния персонала как ключевого актива организаций и оказания сотрудникам различных форм поддержки. Развитие персонала – это комплекс мероприятий, направленных на повышение профессиональной и управленческой компетентности сотрудников для увеличения производительности труда и рентабельности бизнеса, сокращения производственных и экономических потерь, связанных с влиянием человеческого фактора. Информационная поддержка процессов управления развитием персонала компании играет в этом ключевую роль.

Организация, стремящаяся сохранить своё конкурентное преимущество и занять лидирующие позиции на рынке, нуждается в знаниях и технологиях, способствующих анализу текущего состава кадров и эффективной реализации их потенциала. Квалифицированный персонал является движущей силой компании на пути к достижению её стратегических целей, поэтому критически важно качественно использовать накопленную информацию и уметь ею управлять.

Библиографический список

1. Softlinedirect. Каталог IT-решений и сервисов для бизнеса. Режим доступа: <https://softline.ru/uploads/f/91/57/c5/b8/4f/ec9/15/d9/-%20SLD-01-02-154-RU.pdf>. – Дата доступа 12.10.2021.

2. Результаты исследования «Международные тенденции в сфере управления персоналом – 2020» по Беларуси.–Режим доступа: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/by/Documents/human-capi-tal/human-capital-trends-belarus-2020.pdf>.
– Дата доступа 15.10.2021.

АВТОМАТИЗАЦИИ РОЗНИЧНОГО И ОПТОВОГО ТОВАРООБОРОТА ПРЕДПРИЯТИЯ

В.В. Гаврилова

Научный руководитель – Тонкович И.Н.

канд.хим.наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Главной целью деятельности торговых предприятий является получение максимальной прибыли, а товарооборот выступает как важнейшее и необходимое условие ее достижения. Поскольку торговое предприятие получает определенную сумму дохода с каждого рубля реализуемых товаров, то задача максимизации прибыли вызывает необходимость постоянного увеличения объема товарооборота как основного фактора роста доходов и прибыли, относительного снижения издержек обращения и расходов на оплату труда.

В современных условиях автоматизация стала значимым фактором в борьбе за клиентов и за рыночную долю в сфере оптовой и розничной торговли. Комплексный автоматизированный учет товарооборота позволяет вести точный учет, избежать ошибок, сокращает время ведения учетных работ, тем самым повышает производительность труда торговых работников, финансовое положение предприятия.

В целях автоматизации мониторинга и анализа реализации готовой продукции разработано программное средство, ориентированное на решение задач учета готовой продукции и ее продаж с поддержкой формирования кастомизированных отчетов.

С помощью разработанного программного средства можно проанализировать план выполнения реализации продукции за квартал, полугодие и произвольные периоды. В процессе анализа фактические данные сравниваются с плановыми, предшествующими периодами, рассчитывается процент выполнения плана. Также предусмотрена возможность формирования аналитической и статистической отчетности по результатам торговой деятельности в различных разрезах. Например, можно определить, какие заказчики покупали в заданный период продукцию и какие из них являются более активными, какие товары входили в заказ, и какая продукция больше всего пользуется спросом.

Отличительной особенностью представленного программного средства является прогнозирование продаж товаров на основе использования специализированной нейронной сети, способной искать закономерности во входных данных. Затем программным путем эти закономерности применяются для прогнозирования или «предсказания будущих значений» продаж.

Основными достоинствами программы являются: простота использования и поддержки за счет использования платформы Ruby, что

гарантирует работу программного средства в любой операционной системе; использование клиент-серверных технологий.

Разработанное программное решение ориентировано на широкий круг предприятий оптово-розничной торговли и позволит организовать эффективный учет готовой продукции и ее продаж, а также формировать необходимую регламентированную и специализированную отчетность.

РАЗВИТИЕ РЫНКА HRM-СИСТЕМ

А.В. Кохович

Научный руководитель – Тонкович И.Н.

канд.хим.наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Информационные технологии являются одной из основных частей функционирования любой современной компании вне зависимости от численности персонала, сферы деятельности и расположения.

Особое место принадлежит HRM-системам (Human Resource Management) – системам управления человеческими ресурсами, которые предназначены для автоматизации работы с процессами управления персоналом. Управление персоналом занимает ведущее место в системе управления организации, от грамотного управления зависит выполнение итоговой цели организации. Их применение позволит существенно повысить эффективность как отдельных бизнес-процессов, так и организации в целом, упрощая и ускоряя работу сотрудников различных служб, в том числе кадровых.

С каждым годом рост мирового рынка HR-технологий набирает обороты. Американская компания Grand View Research прогнозирует, что к 2025 году он достигнет почти \$30 млрд. Ожидается, что в ближайшем будущем более 20 млн соискателей будут смотреть автоматизированные советы о том, как повысить свой рейтинг в алгоритмах подбора вакансий. Еще одна тенденция, которая наблюдается на мировом рынке HR-Tech – рост числа решений по модели SaaS.

Исследование IT в сфере HR, проводимое с июля по август 2019 года международной рекрутинговой компанией Hays в России показало, какие области HR больше всего нуждаются в автоматизации, как автоматизированы на практике, какие системы внедряются, а также какие требования компании предъявляют к автоматизации бизнес-процессов и в работе с человеческими ресурсами.

Основными проблемами при внедрении любого из блоков HR опрошенные компании называли отсутствие бюджета. Еще одной из самых распространенных проблем, почему компании не автоматизируют HR, стало незнание и неинформированность о наличии на рынке необходимой системы автоматизации. Многие компании заявили, что их все устраивает в текущих процессах, поэтому они ничего не хотят менять. Респонденты ссылались на решение собственника не автоматизировать тот или иной блок, а также отмечали, что это долгий и сложный процесс согласования со штаб-квартирой.

Респонденты также считают, что внедрением систем автоматизации должен заниматься IT-департамент и это отнимает много ресурсов. В среднем около 1 % опрошенных компаний отдали все блоки HR на аутсорсинг, поэтому эта задача перед ними не стоит [1].

Самой популярной системой автоматизации в блоках кадрового учета и администрирования, компенсации и льгот, а также HR-аналитики стала 1С. Широко используемыми системами, которые отмечали респонденты, стали: SAP, БОСС-Кадровик, КОМПАС: Управление персоналом, Workday, Oracle, Галактика ERP, Контур.Персонал и собственные разработки [2].

В рекрутменте самыми популярными системами респонденты назвали: E-Staff Рекрутер, Внутренний портал вакансий, Potok, FriendWorkRecruiter, Хантфлоу, GoRecruit, Experium, Workday, SAP, а также собственные разработки. Кроме того, респонденты указывали Excel и HeadHunter.

Системами, которые компании используют для автоматизации оценки, адаптации, обучения и развития сотрудников, стали: собственные разработки, Matrix, Workday, SAP, Loop, iSpringLearn, Agylia, WebTutor, LearnAmp и ETWeb.

Для внутренних коммуникаций компании используют корпоративную социальную сеть (Yammer, DaOffice, IBM Connections, Workplace by Facebook), интранет (Oracle WebCenter Suite, MS Sharepoint, IBM WebSphere, 1С-Битрикс), чат-боты, мессенджер (WhatsApp, Slack, Telegram, Viber, Facebook Messenger, Skype) и онлайн-радио.

Для всех используемых программ респонденты предъявляют почти одинаковые требования. Важные свойства для систем автоматизации – это интуитивно понятный интерфейс, доступность всего необходимого для работы функционала, возможность кастомизации программы под индивидуальные потребности бизнеса, отсутствие ошибок и сбоев, а также экономия времени и помощь в решении рабочих вопросов.

Свойствами, которые мешают работе автоматизированных систем, респонденты назвали: ограниченный функционал, устаревшую версию программы, дорогую стоимость систем, неудобный интерфейс, а также необходимость дорабатывать систему под свой бизнес и невозможность ее полностью адаптировать под свои задачи.

Таким образом, рассмотренные HRM-системы, применяемые в практической деятельности кадровых служб, отражают, что в настоящее время информационные технологии все глубже проникают в управленческие процессы и становятся обязательной частью и залогом эффективной деятельности любой организации.

Мировая конкуренция среди разработчиков подобных систем способствует постоянному их развитию и совершенствованию, поиску новых оптимальных путей решения стоящих перед руководством задач в области управления персоналом.

HRM-системы становятся более комплексными, охватывая все новые и новые направления кадровой работы; более универсальными, вовлекая в работу не только кадровые службы, но и другие структурные подразделения; более интуитивно понятными, что значительно упрощает работу с данными системами.

Библиографический список

1. Автоматизация в HR: реальная ситуация и основные барьеры [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://topfactor.pro/blog/avtomatizatsiya-v-hr-realnaya-situatsiya-i-osnovnye-barery/>. – Дата доступа : 19.10.2021.
2. Российский рынок HRM-систем [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://www.tadviser.ru/>. – Дата доступа : 19.10.2021.

ОНБОРДИНГ ПЕРСОНАЛА

А.В. Кохович

Научный руководитель – Тонкович И.Н.

канд.хим.наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Онбординг — это комплекс мероприятий для адаптации новых сотрудников: вводное обучение, инструктажи, welcome-встречи и т. п. Цель – влить новых людей в компанию, в работу и в коллектив. При этом в редких компаниях он существует в полноценном виде.

Поиск сотрудников – затратная во всех смыслах задача. Высока вероятность, что что-нибудь пойдет не так, и человек надолго не задержится. Затраты не успели окупиться, а в компании еще нет полноценного сотрудника [1]. По данным исследования Bersin около 4% новых сотрудников оставляют компанию после первых дней работы. Около 22% – в течение первых 45 дней. Потери компании при увольнении сотрудника в первый год превышают расходы на его же зарплату в три раза.

Выделяют следующие этапы построения онбординга:

1. Проведение аудита. Это один из основных этапов для понимания всех этапов проведения онбординга. Чем чаще проходит аудит в компании, тем лучше будет проходить процесс адаптации персонала.

2. Выстраивание траектории развития сотрудника. Другое название – EJM (EmployeeJourneyMap) – это линия, на которой в последовательном и логичном порядке отмечается точками то, что будет происходить с сотрудником в компании. Рабочие события и процессы — welcome-встреча, конец испытательного срока и т. д.

3. Определение метрик эффективности. Например, выход на полноценный рабочий уровень через X недель, сокращение затрат на рекрутмент в X раз.

4. Разработка целевой модели онбординга.

5. Определение форматов контента и подачи. Необходимо выбрать несколько оптимальных вариантов, например, видео, лонгрид, квест. Определиться с подачей материала для адаптации сотрудника: сделать базу знаний в программном продукте или в чат-боте, или – онлайн-курс на платформе программного продукта.

6. Создание контента. Следует определиться с источником информации, кто в компании за нее отвечает, кто с ней работает, представить в удобном формате для кандидата.

7. Проектирование сценария обучения. Если предоставить кандидату огромное количество информации, то у него не получится системного

процесса и трудно будет оценить качество адаптации и, в принципе, всю информацию. Сценарий – это последовательность потребления информации плюс отметки о достигнутых результатах на этапах. Также можно добавить тестирование – обратная связь от кандидата – его удовлетворенность процессом адаптации.

8. Автоматизация обучения. Самое распространенное решение – перенести все на платформу для дистанционного обучения (СДО или LMS), либо на собственный корпоративный сайт.

9. Запуск процесса обучения. Сначала запустить демоверсию, чтобы выявить узкие места и доработать их. Провести аудит среди сотрудников организации и собрать обратную связь для улучшения обучения.

10. Организация наставничества. Должно быть организовано параллельно с онлайн-обучением. Также необходимо закрепить за каждой организационной структурой ответственного за обучение кандидатов.

Преимущества онбординга [2]:

- повышение эффективности сотрудника — проверка по KPI;
- рост уровня лояльности новичка к компании — проверка по уровню вовлеченности в корпоративные ивенты и тимбилдинги;
- сплочение команды — проверка с помощью опроса eNPS.

Через месяц адаптации кандидата в компании следует узнать, как проходит испытательный срок сотрудника, все ли у него получается по задачам и коммуникациям с командой, возникают ли какие-либо трудности. На этом этапе HR должен оказать максимальную поддержку.

Кроме этого, в течение первых двух месяцев все кандидаты должны посещать тренинг от руководителей отделов. Это дает возможность познакомиться с ними ближе, узнать о зонах их ответственности, целях и ценностях компании. А в течение квартала кандидаты прослушивают определенное количество вебинаров для развития и прокачки своих умений.

На наш взгляд, основная проблема в процессе адаптации новых сотрудников возникает в силу несогласованной и нерегламентированной работы всего HR-отдела.

Один из подходов решения задачи повышения эффективности онбординга персонала – автоматизация указанных выше процессов. Для большинства компаний автоматизацию проводят точечно. Однако внедрение, например, HR-бота или рассылка сообщений не позволит решить в полной мере все проблемы с адаптацией новых сотрудников. Необходима комплексная автоматизация онбординга с внедренными инструментами аналитики и статистики.

Библиографический список

1. Онбординг: как удерживать сотрудников в компании [Электронный ресурс] – Режим доступа :<https://vc.ru/hr/167356-onboarding-kak-uderzhivat-sotrudnikov-v-kompanii>. – Дата доступа: 16.10.2021.
2. Онбординг персонала: как помочь адаптироваться новичку в компании [Электронный ресурс] Режим доступа:

<https://www.work.ua/ru/articles/employer/1763/>.Дата
16.10.2021. доступа:

DATA VAULT: ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

Н.В. Павлович

Научный руководитель – Тонкович И.Н.

канд. хим. наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Сегодня большинство компаний накапливают различные данные, полученные в процессе работы. Часто данные приходят из различных источников – структурированных и не очень, иногда в режиме реального времени, а иногда они доступны в строго определенные периоды. Все это разнообразие нужно структурированно хранить, чтобы потом успешно анализировать, создавать требуемые отчеты и вовремя замечать аномалии. Для этих целей проектируется Data Warehouse.

Существует несколько подходов к построению такого универсального хранилища, которые помогают архитектору избежать распространенных проблем, а самое главное обеспечить должный уровень гибкости и расширяемости DWH. Одним из таких подходов является DataVault [1].

DataVault – гибридный подход для оптимизации загрузки объектов Detail Data Store.

Data Vault состоит из трех основных компонентов - Hub, Link, Satellite.

Таблица типа Hub является составляющей частью декомпозиции сущности DDS типа измерение или факт. Общее предназначение Hub – сохранение множества ключей декомпозируемой сущности DDS и некоторых особых ее неизменяемых атрибутов (атрибуты типизации или интеграционные ключи). В качестве бизнес-ключа Hub всегда наследует RK декомпозируемого измерения или факта, включая название. Hub также содержит мета-поля processed_dttm и source_system_cd, в которых хранятся время загрузки сущности в DV и ее источник (название системы, базы или файла, откуда данные были загружены). Таблица типа Hub по определению не исторична.

Таблица типа Link представляет из себя аналог Hub для сущности типа связь. Она также является центральной составляющей структуры, создаваемой в DV для связи. Требование о взаимно-однозначном соответствии таблиц типа Link и сущностей типа связь также актуально: Link создается всегда при декомпозиции связи и при том в единственном числе. В Link сохраняется множество наборов ключей связываемых сущностей. Аналогично Hub, Link наследует набор RK сущностей, входящих в состав декомпозируемой связи. Иногда в состав бизнес-ключа Link дополнительно входит атрибут тип связи. В таблице типа Link допускается ведение истории по необходимости. Например, для ведения истории изменения флага удаления связи.

Таблицы типа Satellite предназначены для сохранения атрибутивного состава декомпозируемых сущностей. Каждый Satellite может быть привязан к одному и только одному Hub. У каждого Hub должно быть не меньше одного привязанного Satellite. Каждый Satellite содержит один или несколько бизнес-атрибутов декомпозируемой сущности. Контекст

из разных систем-источников принято размещать в отдельные сателлиты. Satellite наследует RK декомпозируемого измерения или факта аналогично Hub. Таблица типа Satellite может быть исторична, в случае, если необходимо отслеживать изменение атрибутов, либо не исторична, в случае отсутствия такой необходимости.

Таблицы типа Link-Satellite предназначены для сохранения атрибутивного состава сущностей типа связь. Каждый Link-Satellite может быть привязан к одному и только одному Link. Link-Satellite создается в случае невозможности отслеживания нужных атрибутов в Link. Бизнес-ключ наследуется аналогично Link [2].

Схема внутренних потоков слоя детальных данных представлена на рисунке 1.

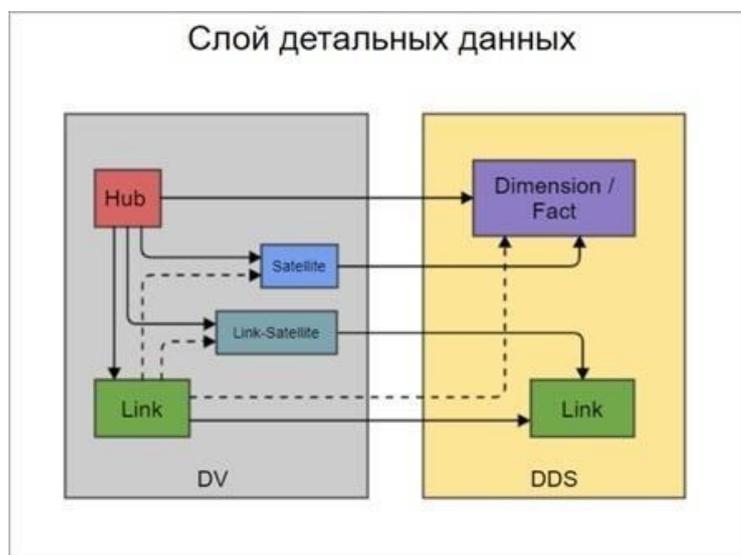


Рисунок 1 – Схема внутренних потоков слоя детальных данных

Внутренние потоки в слое детальных данных возникают лишь в тех случаях, когда в целях оптимизации загрузки сущности создается структура Data Vault. При этом основными являются потоки от объектов DV к объектам DDS соответствующего типа. Совокупность этих потоков является по сути сборкой сущности DDS из элементов соответствующей структуры DV.

В результате оптимизации процесса загрузки сущности в слое детальных данных возникают внутренние потоки. При этом допустимы как потоки от объектов DV к объектам DDS (непосредственно сборка сущности DDS из элементов ее декомпозиции), так и некоторые внутренние потоки компонента DV.

В заключении стоит отметить, что подход Data Vault сам по себе достаточно сложный. Из-за большого количества таблиц в последующем возникает большое количество операций join. Запросы могут быть медленнее, чем в традиционных DWH, где таблицы денормализованы.

Библиографический список

1. Linstead, D. Building a Scalable Data Warehouse with Data Vault 2.0 / M. Kaufmann. – Elsevier, 2015. – 684 p.
2. DataVault 2.0 ModelingBasics[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.vertabelo.com/blog/data-vault-series-data-vault-2-0-modeling-basics/>. – Дата доступа: 15.10.2021.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРИВЛЕЧЕНИЯ ТАЛАНТОВ НА ИТ-ПРОЕКТЫ

А.С. Русакович

Научный руководитель – Тонкович И.Н., канд. хим. наук, доцент
**Белорусский государственный университет информатики и
радиоэлектроники**

В последнее время вопросы о значимости человеческого ресурса и развития человеческого капитала становятся всё более актуальными для многих организаций. Особенно это характерно для сферы ИТ. ИТ-компании начинают рассматривать своих сотрудников как важнейший актив и инвестицию, поскольку наличие «талантливых» людей может обеспечить адаптацию компании к новым факторам, качество продукта, престиж компании, что является конкурентным преимуществом для достижения эффективного функционирования. В связи с этим выделение способных сотрудников и управление ими становится одной из ключевых стратегий компании. Это привело к появлению таких понятий как талант и управление талантами.

Таланты – это высококвалифицированные, мотивированные люди, которые вносят существенный вклад в развитие организации. В самом общем виде талантливый сотрудник понимается как человек, обладающий специфическими навыками, которыми организация хотела бы привлечь и удержать в современных условиях [1].

Управление талантами – это совокупность инструментов и процессов, которые имеют своей целью вовлечение, развитие и удержание сотрудников с высоким потенциалом.

Согласно результатам исследования «Международные тенденции в сфере управления персоналом – 2020» по Беларуси был выделен ряд трендов и характеристик социально ответственного бизнеса: управление знаниями, этика, well-being и другие. Для многих организаций управление персоналом уже подразумевает не просто управление человеческими ресурсами, а тесное взаимодействие с работниками, обеспечение их эффективной работы, развития и комфорта.

По мнению белорусских респондентов, для стратегии развития персонала наиболее важными для инвестирования являются поддержка непрерывного профессионального обучения (95%), развитие врождённых навыков (90%), повышение качества и эффективности работы команд (63%), как ключевой и структурной единицы, и др. Около 86% респондентов отметили приоритетность планирования персонала, включающего учёт состояния трудовых ресурсов, способность прогнозирования изменений и тенденций, оказывающих влияние на персонал [2].

Вопрос оптимизации процессов управления талантами является актуальным, причём во многих компаниях некоторые из процессов успешно оптимизированы за счёт их автоматизации. Например, автоматизировано около 91% процессов по кадровому учёту и администрированию персонала, 70% – по внутренней коммуникации, 48% – по подбору и поиску [3]. Однако в связи с активным развитием сферы управления персоналом и появлением всё большего числа

новых направлений, многие процессы остаются не оптимизированы, занимают большое количество ресурсов с целью достижения наибольшей эффективности.

Для IT-компаний одним из составляющих процессов управления талантами является привлечение талантов на проект. Целью этого процесса является удовлетворение потребностей клиента, предоставляющего позицию на проекте, и обеспечение сотруднику комфортных условий для работы и развития на проекте с учётом спектра знаний сотрудника, его мотивации и современных тенденций в IT-сфере, поскольку каждый сотрудник является потенциальным талантом для организации, и компания стремится к увеличению числа талантов.

Эффективное привлечение талантов в исходном виде является трудоёмким и время затратным процессом. Причём сложность выполнения этого процесса увеличивается с ростом количества сотрудников и активных проектов. Организации стремятся оптимизировать процесс с максимальным сохранением эффективности.

Со стороны автоматизации бизнес-процессов привлечения талантов на проект можно выделить следующие направления:

- создание системы компетенций сотрудников, которая позволит за минимальное время привлечь талант на проект с максимальным удовлетворением потребностей как заказчика, так и сотрудника;
- сбор статистических данных о самых востребованных технологиях, используемых на активных проектах, что позволит определить тенденцию развития современного IT-мира и подготовить стратегию повышения навыков и квалификации сотрудников компании в соответствии с выявленными тенденциями;
- выполнение элементов рутинной работы, например составление резюме сотрудников.

На сегодняшний день процесс привлечения талантов на проект можно оптимизировать за счет ускорения и упрощения при применении автоматизации операций, использования технологий искусственного интеллекта и Bigdata.

Библиографический список

1. Вестник Московского университета имени С.Ю. Витте. Серия 1. Экономика и управление №4 (27) – 2018. – 108 с.
2. Результаты исследования «Международные тенденции в сфере управления персоналом – 2020» по Беларуси. – Режим доступа : <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/by/Documents/human-capital/human-capital-trends-belarus-2020.pdf>. – Дата доступа 17.10.2021.
3. HR-DIGITAL: решения по автоматизации управления персоналом. Динамика 2019-2020 год. Режим доступа: <file:///C:/Users/Admin/Downloads/67348-hr-digital-resheniia-po-avtomatizatsii-upravleniia->

perso-nalom-dinamika-2019-2020-god%20(2).pdf. Дата доступа: 21.10.2021.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗМЕЩЕНИЯ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ТОРГОВЫХ ОБЪЕКТОВ

А.А. Игонина

Научный руководитель – Головнин О.К.
канд. техн. наук, доцент

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

Важнейшим фактором, влияющим на успешную работу нестационарного торгового объекта, является его расположение. В свою очередь, при выборе расположения торгового объекта шаговой доступности ключевую роль играет пешеходный поток потенциальных покупателей в рассматриваемой точке [1, 2].

В работе представлена разработанная система информационной поддержки принятия решений по выбору расположения объектов розничной торговли, предназначенная для помощи специалисту в выборе наиболее эффективного местоположения объектов розничной торговли шаговой доступности. Функционал системы представлен в виде диаграммы вариантов использования на рисунке 1.



Рис. 1. Варианты использования системы

Поставлена и решена задача оптимизации: в качестве критерия оптимизации выступает поток потенциальных клиентов в рассматриваемой точке на карте с учетом спроса на товары, предполагаемые для реализации. В качестве методов оптимизации выбраны генетический алгоритм и модифицированный метод градиентного спуска [3]. При решении задачи оптимизации учитываются такие параметры, как отрасль, к которой относится располагаемый объект, список товаров, предполагаемых для реализации, горизонт

планирования, предполагаемое время работы и пешеходный поток, порождаемый известными источниками спроса. К источникам спроса в системе относятся: муниципальные объекты; торговые и офисные центры; достопримечательности; культурно-просветительные и развлекательные учреждения; транспортные остановки; вокзалы; аэропорты. В разработанной системе учитывается расположение конкурентных объектов (источников предложения). Для оценки влияния источников спроса и предложения на располагаемый объект рассчитываются зоны пешеходной доступности. В качестве источников первичных данных используются открытые ресурсы и сайты.

Система реализована как настольное приложение для Windows 10. Для реализации выбран язык программирования C# и среда разработки Microsoft Visual Studio 2019. В качестве системы управления базами данных была выбрана PostgreSQL. При разработке системы были использованы библиотеки Npgsql, NetTopologySuite и GMap.NET. Графический интерфейс системы приведен на рисунке 2.

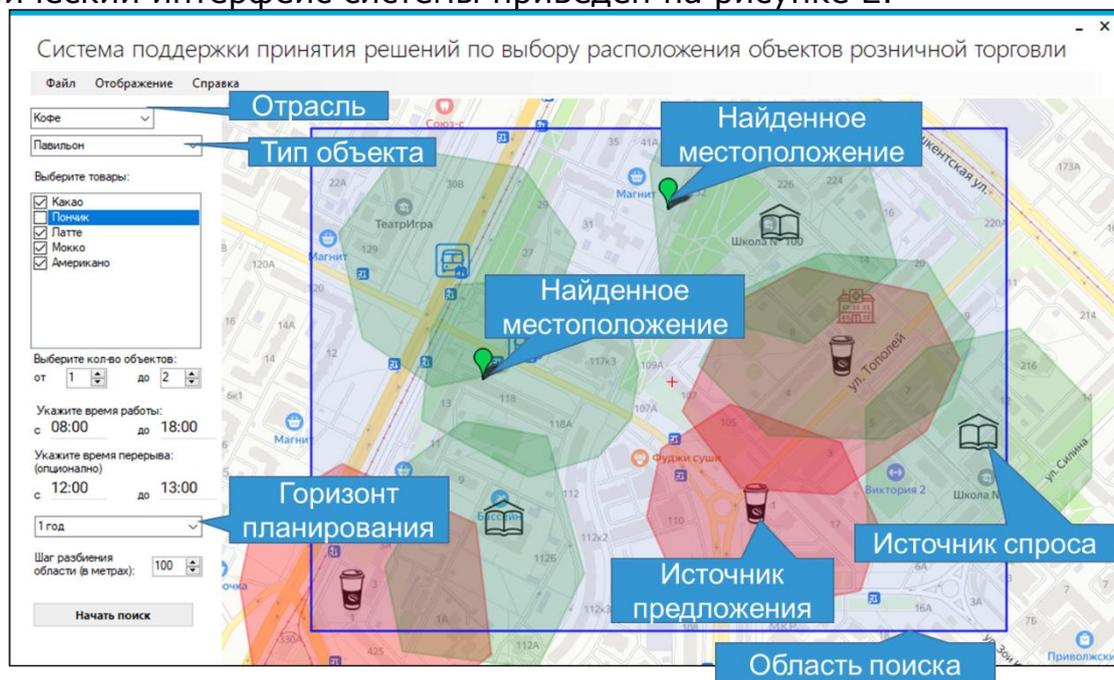


Рис. 2. Графический интерфейс разработанной системы

Таким образом, разработанная система осуществляет помощь при выборе расположения объектов розничной торговли основании решения оптимизационной задачи. Система ориентирована на малый бизнес, а конкретно размещение объектов шаговой доступности, учет специфики таких объектов, главным образом реализован посредством оценки спроса в зонах пешеходной доступности объектов.

Библиографический список

1. Зайцева К.В., Печникова А.Г. Проблемы и пути увеличения товарооборота торгового предприятия // Молодые ученые – развитию Национальной технологической инициативы. – 2021. – №1. – С. 655-657.
2. Кремповая Н.Л. Направления повышения финансовых результатов предприятия торговли // Инновационные

исследования: теоретические основы и практическое применение. – 2020. – С. 60-63.

3. Головнин О.К., Игонина А.А. Оптимизация схемы размещения торговых объектов на основе математико-картографической модели // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2021. – № 2. – С. 115-129.

РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОГО САМООБУЧАЕМОГО ЭКСПАУНДЕРА ДЛЯ ПОНИМАНИЯ ДОКУМЕНТАЦИИ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

А.А. Столбова

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

Технологии обработки больших данных и глубокого машинного обучения в сочетании с вычислительными возможностями, предоставляемыми современным аппаратным обеспечением компьютеров, проложили путь к значительному техническому прогрессу в области анализа текстовых документов и извлечения знаний. Однако, остро стоит вопрос в применимости этих передовых технологий, поскольку настройка инструментальных средств анализа текстовых документов требует проведения научных исследований при адаптации к каждой предметной области. Эксплуатация внедренных инструментальных средств анализа требует присутствия в штате организации специалистов, обладающих специфичными знаниями и навыками, так называемых data-scientist'ов, что также накладывает ограничения на возможности внедрения интеллектуальных решений.

Целью работы является разработка универсального самообучаемого экспаундера для понимания документации на русском языке.

К задачам работы относятся:

- анализ литературы, научно-технической базы;
- разработка базовых принципов программного компонента для анализа документации на русском языке;
- разработка механизмов разметки и извлечения данных из документации на русском языке;
- разработка программного компонента для анализа документации на русском языке с последующим извлечением требуемых единиц информации.

В рамках работы планируется разработка универсального самообучаемого экспаундера для понимания документации на русском языке. Экспаундер представляет собой программный модуль, реализующий логику обработки документов в рамках понимания текста на базе механизма аукциона решений с последующей гибридизацией. Реализация экспаундера содержит очередь элементов, доступных для обработки в конвейере. Элементами конвейера являются рабочие единицы и задания, для обработки которых создаются решения с необходимым набором нейронных сетей, наборов данных и выполняемых команд. Если решение успешно, то соответствующий экспаундер получает новый элемент из очереди. В случае, если экспаундеру не

удалось выполнить задачу в полном объеме методом аукциона выбирается наиболее подходящее решение или создается новое. Возможность экспаундера подстраиваться под различные типы документации делает его универсальным.

Эспаундер должен позволять решать следующие задачи:

- оптическое распознавание документации в случае ее представления в виде изображения;
- классификацию документации на русском языке;
- разметку документации;
- извлечение требуемых единиц информации из размеченного документа.

Разработка и внедрение программного компонента позволит распознавать и классифицировать документацию на русском языке, извлекать из нее требуемые атрибуты, расширять базу обрабатываемой документации. Предполагается, что в процессе адаптации набора эспаундеров произойдет их развитие для решения набора задач конкретной предметной области, что сведет участие специалиста по данным к минимуму.

Разрабатываемое решение отличается от уже существующих тем, что:

- является универсальным конструктором решений для обработки документов;
- наличием механизма самообучения с использованием аукциона решений с последующей гибридизацией, который позволяет постепенно снижать необходимость участия специалиста по данным в процессе эксплуатации.

РЕВЕРС-ИНЖИНИРИНГ ASK СИГНАЛА ПУЛЬТА УПРАВЛЕНИЯ RC МОДЕЛИ С ПОМОЩЬЮ SDR ТРАНСИВЕРА HACKRF

И. М. Куликов, Д.В. Жигалин

Научный руководитель – Мелентьев О.Г., д-р техн. наук, профессор
**Сибирский государственный университет телекоммуникаций и
информатики**

В докладе рассматривается возможность использования SDR трансивера для реверс-инжиниринга радиосигналов.

Целью данного исследования является изучение протокола взаимодействия пульта управления с радиоуправляемой мобильной платформой.

Задачами же являются определение несущей частоты сигнала, излучаемый устройством в эфир, анализ спектра и составляющих полученного сигнала, синтез сигнала с помощью SDR трансивера.

Программно определяемая радиосистема (англ. Software-definedradio, SDR) — радиопередатчик и/или радиоприёмник, использующий технологию, позволяющую с помощью программного обеспечения устанавливать или изменять рабочие радиочастотные параметры.

В данной работе используется устройство HackRF One - широкополосный полудуплексный SDR трансивер, способный принимать и передавать радиосигналы шириной полосы до 10 МГц в диапазоне частот от 1МГц до 6 ГГц.

Обработка и демодуляция принимаемого сигнала происходит на ЦП компьютера, HackRF One передает на компьютер с помощью интерфейса USB, данные принимаемого сигнала в виде значений 8-ми битных пар чисел (IQ квадратур).

Передача в данном SDR трансивере реализуется с помощью квадратурного модулятора.

Для анализа спектра и представления сигнала во времени будет использоваться свободно распространяемое ПО Universal Radio Hacker (URH), включающее в себя полный набор для исследования беспроводных протоколов со встроенной поддержкой многих распространенных SDR.

В процессе анализа сигнала было определено, что он периодический и его период состоит из трёх частей: преамбулы и двух управляющих импульсов. Длительность управляющих импульсов влияет на передаваемую информацию, а именно на направление движения и скорость мобильной платформы. Для синтеза сигнала была написана программа.

Программная реализация создавалась при помощи библиотеки в свободном доступе hackRF API на языке «С» с учетом такого алгоритма: в зависимости от нажатой на клавиатуре кнопки управления, в буфер SDR трансивера записывается период сигнала с необходимыми импульсами, которые отправляются к объекту управления. Принципиально программа работает таким способом: определенное число раз в секунду вызывается callback-функция, буфер для которой необходимо заполнить данными. Буфер заполняется квадратурными составляющими сигнала, I и Q.

Библиографический список

1. Лайонс Ричард Цифровая обработка сигналов: второе издание: Пер. с англ.– М.:ООО «Бином-Пресс, 2006 г. – 656с.:ил.

ВНЕДРЕНИЕ ТЕРМИНАЛА ВИДЕОКОНФЕРЕНЦСВЯЗИ В ДЕЙСТВУЮЩУЮ СИСТЕМУ ВКС В СТРУКТУРЕ ОАО «РЖД»

Е. Е. Ганченко, Д.С. Ларченко, С.А. Миклин

Научный руководитель – Могильников Ю.В.

ассистент кафедры "АТиС на ж.д. транспорте"

Уральский государственный университет путей сообщения

В докладе рассматривается внедрение видеотерминала в действующую ВКС, после чего существующая ВКС (видеокодек) становится резервной и отвечает за резервный канал связи, а видеотерминал в свою очередь отвечает за основной канал связи.

Резервный канал связи – это система, которая позволяет использовать два или более каналов связи одновременно, при этом ведется дублирование каналов, что позволяет при выходе из строя основного канала, незамедлительно переключиться на резервный, таким образом связь не прекращается.

Резервный канал связи позволяет:

- уменьшить имеющийся риски в работе оборудования;

- организовывать бесперебойную работу оборудования и надежность связи, с помощью оперативного переключения с основного канала на резервный, в случае повреждения основного канала [1];
- снизить нагрузку на основные каналы, посредством перенаправления трафика на резервные каналы, предупреждая сбои основных каналов;
- кардинально увеличить отказоустойчивость сетей.

Видеокодек – это оборудование, которое позволяет сжимать видео и преобразовывать картинку и звук в цифровой формат.

Видеотерминал – это устройство, позволяющее локально или удаленно взаимодействовать с компьютерной техникой, производить видеомониторинг в конференцзалах и т.д [2].

После внедрения данного оборудования в структуру ОАО «РЖД» были получены определенные преимущества:

- терминал способен поддерживать до четырех видеокамер в формате высокого качества H.264, что позволяет оперативно переключаться на докладчика, вести мониторинг какого-либо рабочего процесса;
- замена мониторов на качественные жидкокристаллические панели;
- управление всей конференцией с одного планшета с помощью программы AMX;
- увеличение количества участников конференции;
- дистанционный запуск контента с помощью панели;
- улучшение качества видео, благодаря использованию новых протоколов;
- видеотерминал обладает выходом для передачи видео сигнала в формате A/V, что дает возможность следить за всем видеоконференцзалом с помощью одного терминала [3];
- автоматическая наводка на докладчика (даже, если докладчик передвигается по залу, камера будет следовать за ним);
- есть возможность записать видео, как с помощью подключения AVerMedia, так и с помощью SD – карты отдельно;
- имеет простой интерфейс и гибкую конфигурацию;
- терминал имеет свой встроенный экран, что позволяет не подключать компьютер или ноутбук;
- главный плюс видеотерминалов – это экономическая часть, оборудование в разы дешевле, чем видеокодеки.

Библиографический список

1. Интеграция существующей системы видеоконференцсвязи на железной дороге с мобильными программами Дмитриева А.С., Зырянова К.Д., Могильников Ю.В. В сборнике: Информационные технологии и когнитивная электросвязь. сборник научных трудов VII Всероссийской научно-практической конференции. Екатеринбург, 2021. С. 79-82.

2. Сичко Ж.В., Козлова О.Л., Соколова Е.Ю., Чубенко А.Е. Видеоконференцсвязь. Видеотерминалы на производстве: методическое пособие для вузов. 2019. – 77 с.

3. Видеотерминальные устройства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ibrain.kz/informatika/videoterminaly>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 27.10.2021)

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА АСПИРАНТОВ КАФЕДРЫ

А.В. Крошилин, С.В. Крошилина

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

Эффективное и качественное управление кафедрой, основанное на применении информационных технологий является одним из основных условий для ее успешного развития, а также выпуска востребованных рынком труда специалистов [1].

При построении автоматизированной информационной системы мониторинга аспирантов кафедры (АИС МАК) необходимо учитывать специфику объекта управления [2], которым является образовательная деятельность. В связи, с чем выделим следующие особенности автоматизированной информационной системы мониторинга аспирантов кафедры:

- учет аспирантов;
- выполнение индивидуальных планов;
- учет подготовленных научных статей, тезисов конференций, регистраций патентов и программ ЭВМ;
- подготовки служебных записок о темах исследований, научных руководителях, составах ГЭК, комиссиях для приема и проч.

Схема данных представлена на рисунке 1.

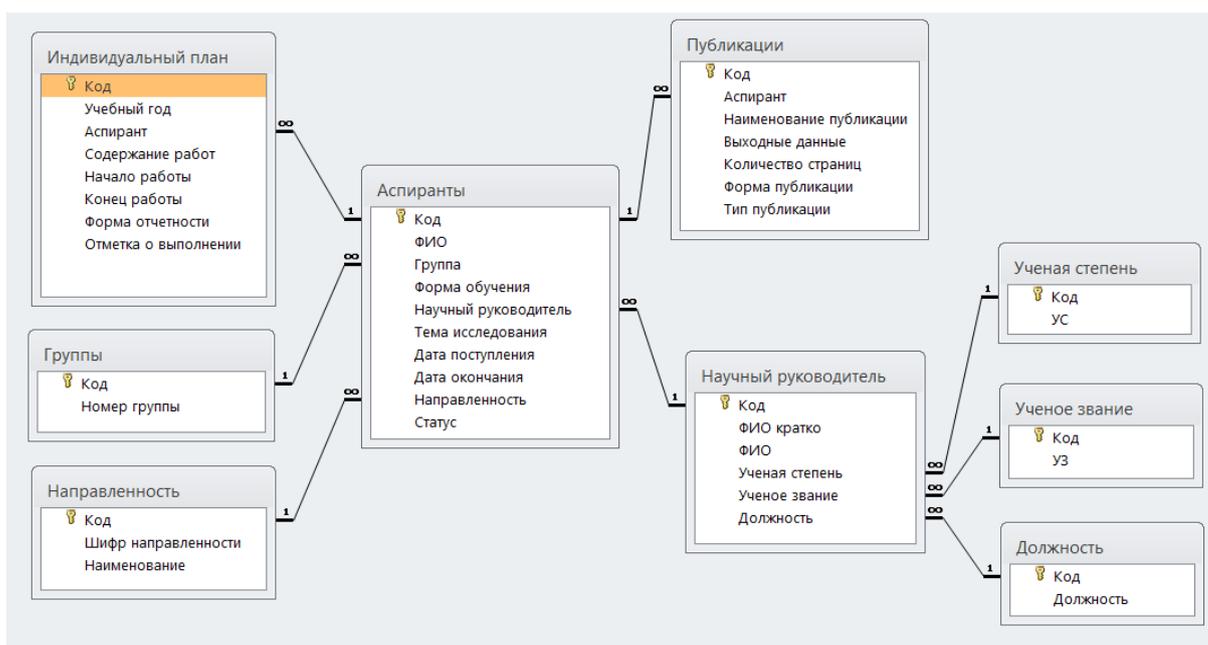


Рисунок 1 – Схема данных

Таким образом, задачи учета и хранения данных о научной работе аспирантов кафедры вуза за весь период их обучения в аспирантуре,

получения сводных отчетов в различных разрезах решены в виде создания АИС МАК, что позволит руководству кафедры анализировать информацию о состоянии дел с публикациями аспирантов, сократит время подготовки служебных записок и отчетов в различные подразделения образовательного учреждения. Кроме того, наличие статистической информации будет служить мотивационной базой для выработки управленческих решений [3].

Библиографический список

1. Ибрагимов А.Д., Мирземагомедова М.М., Мурадов М.М., Сфиева Д.К. Разработка информационной системы по учету научной активности сотрудников кафедры // Известия ДГПУ. 2015. №2 – С. 65-71.
2. Крошилин А.В., Крошилина С.В., Пылькин А.Н., Тишкина В.В. Системы автоматизированного анализа деятельности объектов управления // В сборнике: Материалы II Всероссийской научно-технической конференции "Актуальные проблемы современной науки и производства" 2017 - 174 с.
3. Крошилин А.В., Крошилина С.В., Жулёва С.Ю. Поддержка принятия управленческих решений и природа неопределенности в них / Биомедицинская радиоэлектроника. 2021. Т.24. № 4.

ПРИЧИНЫ СНИЖЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ПОРТФОЛИО В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

А.О. Сапрыкина

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

Ускорение темпов наполнения электронных информационно-образовательных сред (ЭИОС) высших учебных заведений привело к более активному внедрению в образовательный процесс информационных образовательных ресурсов (ЭОР), возникновению всё новых методик комбинирования традиционных и инновационных средств обучения. Одним из инструментов инновационного образовательного процесса, получившим в таких условиях новый импульс к развитию, является электронное портфолио. В высшей школе электронное портфолио представляет собой собрание работ обучающихся, отобранных по определённому критерию, который напрямую связан с конкретной целью данного портфолио, а также отображающих учебные достижения, планы по дальнейшему развитию и позволяющих провести саморефлексию.

В свете вышеперечисленного использование электронного портфолио в процессе обучения представляется рациональным, однако нельзя не отметить и возможные трудности его внедрения. Основной задачей педагога становится определение соотношения объёмов традиционных средств обучения (на бумажном носителе, раздаваемых или предоставленных под диктовку) и ЭОР, предоставленных с помощью электронного портфолио [2], причём оно может быть индивидуальным в каждом отдельно взятом случае. Большое количество факторов может повлиять на итоговое решение, например специфика дисциплины,

уровень технической оснащенности учебных заведений и самих студентов (в частности, наличие или отсутствие возможности открывать одно и то же портфолио как дома, так и на занятиях), сформированность методологии по внедрению данной технологии как средства обучения и оценивания, психологическая готовность обучающихся к участию в наполнении ЭИОС и прочее.

Использование электронного портфолио в процессе обучения в некоторых случаях становится малоэффективным. Основные ситуации, когда это происходит, можно условно разделить на пять видов [1: 23-30]:

1. ведение электронного портфолио становится для обучающихся "неподъемным трудом", требуя уделять слишком много времени и сил;

2. возникает эффект "ламинирования", когда портфолио теряет свою образовательную ценность, превращаясь в средство саморекламы;

3. ситуация "ложной интерпретации": преподаватель делает акцент на отдельных избранных работах, что приводит к копированию обучающимися их структуры и содержания, многократному повторению и шаблонизации работ. В таком случае страдает индивидуальность электронного портфолио.

4. иногда происходит "тривиализация" электронного портфолио, иными словами в нём накапливаются документы и работы, не имеющие образовательной ценности;

4. при попытках стандартизировать оценивание достижений обучающихся по их электронным портфолио нередко происходит "искажение" основной идеи портфолио, сводя его к усложненному аналогу тестирования.

Очевидно, что внедрение электронного портфолио в образовательный процесс требует наличия тщательно разработанной, предметноориентированной методологии, которая позволила бы в полной мере раскрыть потенциал данной инновационной технологии, минимизируя возможные недостатки и риски снижения эффективности образовательного процесса.

Библиографический список

1. Shulman, L. Teacher Portfolios: A Theoretical Activity. / With Portfolio in Hand. Lyons N. (ed.), New York: Teachers College Press. – 1998. P. 23-34.
2. Wade, A., Abrami, P., Sclater, J. An electronic portfolio to support learning. / Canadian Journal of Learning and Technology, 31 (3). – 2005.

ПРИМЕНЕНИЕ ДИСТАНЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ АКАДЕМИИ ФСИН РОССИИ В УСЛОВИЯХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ (COVID-19)

Е.Б. Кузин

Преподаватель кафедры математики и информационных технологий
управления экономического факультета

Академия ФСИН России

В 2020/2021 учебном году основной проблемой в организации образовательного процесса академии в условиях распространения коронавирусной инфекции стал перевод академии на дистанционный вид работы [1].

Для проведения занятий лекционного типа в режиме видеоконференцсвязи (вебинаров) были проведены организационно-технические мероприятия:

- разработана инструкция для профессорско-преподавательского состава по проведению видеоконференцсвязи (вебинаров) с мест проживания с использованием дистанционных технологий;
- организованы рабочие места с использованием закрепленных за факультетом, кафедрой ноутбуков и другой компьютерной техники, позволяющей проведение видеоконференцсвязи (вебинаров) преподавателями, не имеющими технической возможности работы дистанционно.

Лекции, телемосты, конференции, содержащие сведения ограниченного распространения, для слушателей высших академических курсов и слушателей факультета повышения квалификации и первоначальной подготовки сотрудников ФСИН России разных категорий проводятся с помощью аппаратной системы видеоконференцсвязи (фирмы LifeSize) по ведомственной сети передачи данных ФСИН России.

В 2020/2021 учебном году было проведено более 180 сеансов видеоконференций, телемостов в соответствии с утвержденным расписанием с ФСИН России, образовательными учреждениями и территориальными органами ФСИН России.

Библиографический список

1. МР 3.1/2.1.0205-20. 3.1. Профилактика инфекционных болезней. 2.1. Коммунальная гигиена. Рекомендации по профилактике новой коронавирусной инфекции (COVID-19) в образовательных организациях высшего образования. Методические рекомендации" (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 29.07.2020) (ред. от 11.02.2021)[Электронный ресурс] – сайт [URL://https://consultant.ru](https://consultant.ru) (дата обращения 15.05.2021г.

Секция 2. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОГЛАСОВАННОСТИ АКТИВНОСТИ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ И РЕАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

Н.С. Козырева, М.О. Удовик
Научный руководитель – Купцов М. И.
к-т физ. мат. наук, доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В данной статье рассматривается анализ данных различных социальных сетей с целью выявления статистических закономерностей влияния на активность участия людей в протестных акциях в Хабаровске в период с 11.07.20 по 04.10.20.

Для решения поставленной задачи были проведены следующие действия:

1. Сбор данных для исследования.

Были взяты данные о численности участников митингов из средств массовой информации и официальных государственных источников информации, а также выгружены данные из трёх социальных сетей (ВКонтакте, Instagram, Telegram). Из социальных сетей данные по параметрам считались как сумма всех данных от записей за день.

2. Структуризация, разделение и анализ данных.

Данные для анализа были структурированы относительно количества участников акции (зависимая переменная).

Для каждой даты были взяты переменные: день (0-будний день, 1-воскресенье, 2-суббота), просмотры «ВКонтакте», понравилось «ВКонтакте», репосты «ВКонтакте», комментарии «ВКонтакте», просмотры «Instagram», понравилось «Instagram», комментарии «Instagram», просмотры «Telegram». Также были введены переменные, посчитанные как сумма соответствующих переменных в различных социальных сетях. Данные анализировались в день митинга, за день до митинга и за два дня до митинга.

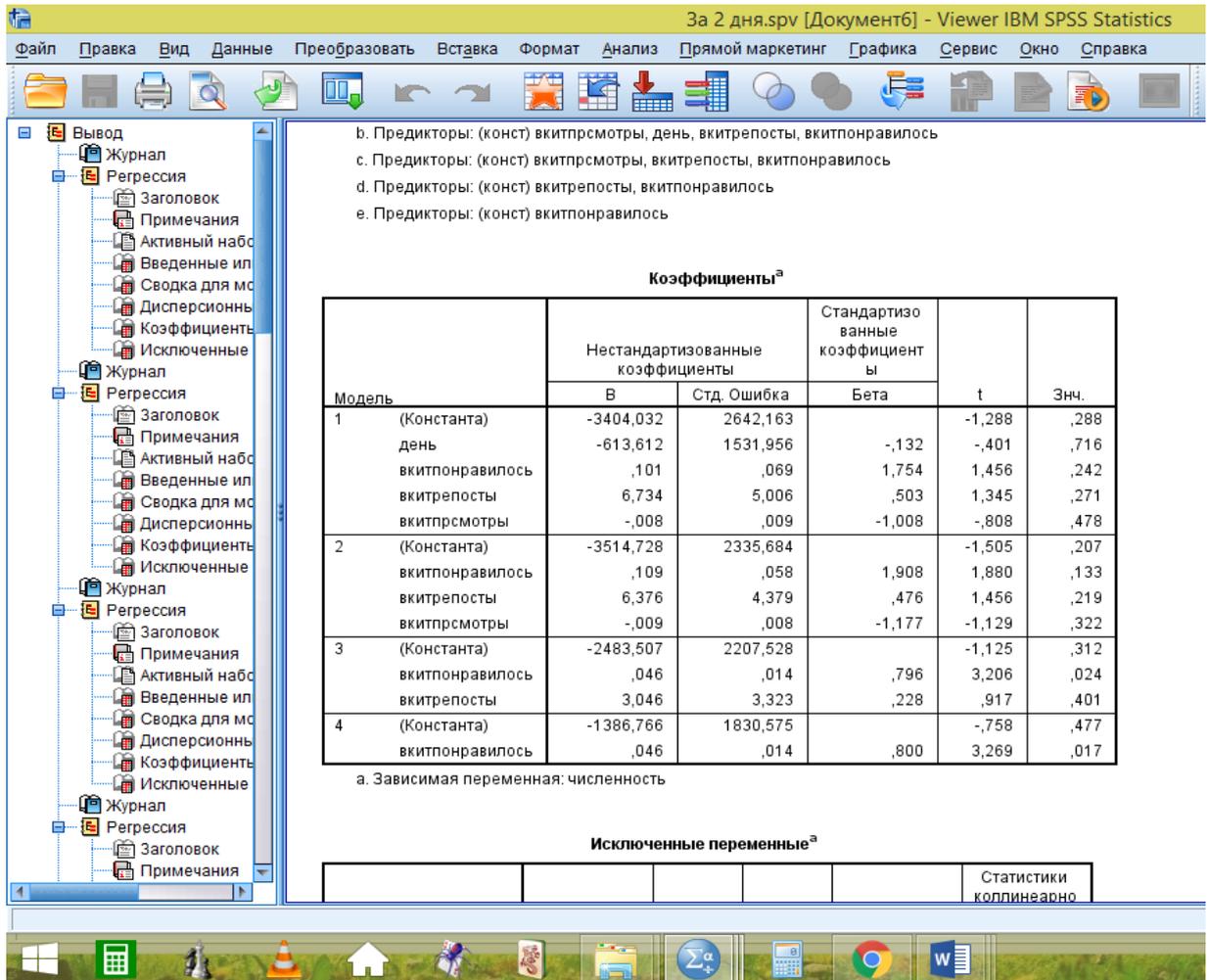


Рисунок 1. Результат выполнения анализа

Анализ был проведён с помощью инструмента «линейная регрессия» в программе IBMSPSS [1-4].

Например, для независимой переменной «общее количество отметок «понравилось» ВКонтакте, Telegram и Instagram» для статистических данных за два дня до митинга (см. рис. 1) коэффициент детерминации R^2 составил 0,64, а уравнение зависимости численности участников митинга от переменной «понравилось» получилось следующим: $y = -138,766 + 0,46x$.

Проводя подробный анализ для всех возможных независимых переменных, получаем зависимость количества значимых уравнений линейных регрессий от различных независимых переменных (см. табл. 1).

Таблица. Количество значимых линейных регрессий

Независимые переменные	Количество значимых регрессий
День	3
Просмотры	1
Понравилось	13
Репосты	0
Комментарии	1
Просмотры	0

Таким образом, число участвующих в митингах сильнее всего зависит от переменной «понравилось» в различных социальных сетях.

Библиографический список

1. Геворкян П. С., Потемкин А. В., Эйсымонт И. М. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: «Физматлит», 2016 г. – 176 с.
2. Купцов М. И. Курс лекций по теории вероятностей и математической статистике. – Рязань: «Горизонт-РИУП», 2000 г. – 101 с.
3. Купцов М. И. и др. Математические методы в психологии: учебник для вузов. – М.: «Горячая линия линия-Телеком», 2017. – 156с.
4. Чистяков В.П. Курс теории вероятностей. – М.: «Наука», 1978. – 224 с.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕМА ИНТЕРНЕТ-ТОРГОВЛИ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ В ПЕРИОД ПАНДЕМИИ COVID-19

А.А.Жидова, С.И. Мурзагалина

Научный руководитель – Купцов М.И., к-т ф.-м. наук, доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В данном исследовании рассматривается вопрос эффективной организации бизнеса в сети Интернет с целью увеличения числа продаж. Основная цель работы – выявление факторов, наиболее влияющих на увеличение количества заказов в социальных сетях.

Интернет-торговля стала особенно актуальной в период пандемии COVID – 19. В сфере экономики в это время страдает средний и малый бизнес: из-за введения ограничительных мер в условиях распространения коронавирусной инфекции многие предприятия были закрыты, а их сотрудники были переведены на дистанционный режим работы. Чтобы не допустить банкротства фирмы и не затрачивать силы и ресурсы на переориентацию ее в другую нишу, необходимо было найти эффективный способ поддержания уровня продаж и потока клиентов. Интернет-торговля стала отличным выходом из сложившейся ситуации. Как более эффективно организовать бизнес в социальных сетях и повысить количество продаж, было проанализировано в ходе данной работы.

Для прогнозирования объема Интернет-продаж был выбран полугодовой период, затрагивающий время ограничительных мер, введенных вследствие пандемии COVID – 19. За указанный период по пяти маркетинговым сообществам в социальных сетях «ВКонтакте» и «Instagram» был произведен сбор статистических данных – наиболее важных показателей активности профилей в названных социальных сетях, к которым относятся:

количество посещений – количество не уникальных открытий (просмотров) профиля сообщества;

количество подписчиков – количество пользователей, которые состоят в данном сообществе;

изменение подписчиков – изменение количества подписчиков за определенный временной промежуток;

количество лайков – количество отметок «Мне нравится» под публикацией;

количество комментариев – количество текстовых отзывов под публикацией;

количество репостов – количество размещений чужих публикаций на своей странице с сохранением ссылки на первоисточник;

количество публикаций – количество размещенных записей на странице сообщества;

охват – количество всех пользователей, которые увидели публикацию сообщества на странице другого пользователя, самого сообщества, в своей новостной ленте или благодаря таргетированной рекламе;

охват подписчиков – количество пользователей, которые увидели записи сообщества в своих новостных лентах или непосредственно на странице сообщества.

Исследование проводилось методами регрессионного анализа и методами проверки статистических гипотез с помощью критериев Фишера и Стьюдента (см. [1, 2]). С помощью критерия Фишера проверялась адекватность полученных уравнений в целом, значимость коэффициентов каждой переменной определялась с помощью критерия Стьюдента. Анализ эмпирических распределений, построенных значимых множественных и парных регрессий в различных временных промежутках привёл к следующим результатам:

1. Распределения случайных величин «относительные заказы», «относительные посещения», «относительные подписчики», «относительные публикации», «относительные лайки», «относительные комментарии», «относительные репосты», «относительный охват», «относительный охват подписчиков» в основном соответствуют нормальному закону распределения.

2. Равномерное и экспоненциальное распределения не являются характерными для изученных данных.

3. Среди множественных линейных регрессий наивысшим коэффициентом детерминации ($R^2 = 0,674979$) обладает регрессия с уравнением $y = 0,178164x_1 + 0,323516x_2 + 0,274979$, где y – количество заказов, x_1 – количество посещений, x_2 – увеличение подписчиков. Пара факторов, входящих в нее, является самой часто встречающейся, следовательно, рост подписчиков будет приносить больше заказов, если одновременно с этим будет увеличиваться количество посещений сообщества.

4. Полученные данные показывают, что «количество посещений» и «увеличение подписчиков» вместе или по отдельности входят во все построенные нами регрессии с зависимой переменной «количество заказов». Таким образом, именно эти факторы наиболее сильно влияют на увеличение количества заказов. Поэтому для успешного развития своего бизнеса в интернете и повышения числа заказов, совершенных через социальные сети «ВКонтакте» и «Instagram», необходимо повышать число посещений и подписчиков своего сообщества.

5. Наиболее часто покупатели совершают заказ в тот же день, на следующий день или в течение недели после проявленной активности в профиле сообщества.

Таким образом, были выявлены статистические закономерности и наиболее существенные факторы, влияющие на увеличение числа продаж в социальных сетях. Полученные результаты могут быть использованы как для практического увеличения продаж, так и для построения имитационных моделей продаж в социальных сетях в реальном времени.

Библиографический список

1. Купцов М. И. Курс лекций по теории вероятностей и математической статистике. – Рязань: «Горизонт-РИУП», 2000 г. – 101 с.
2. Купцов М. И. и др. Математические методы в психологии: учебник для вузов. – М.: «Горячая линия линия–Телеком», 2017. – 156 с.

ОБРАБОТКА ОЧЕРЕДИ ЗАПРОСОВ К ВЕБ САЙТУ ПРИЕМНОЙ КАМПАНИИ ВУЗА

О. Када, Э.Г. Ахметшина

Научный руководитель - Тарасов В.Н., д.т.н., профессор

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики

В данной работе проанализированы запросы к сайту abitur.psuti.ru Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики. В период подачи заявок, были оценены несколько показателей для исследования производительности сервера при различных состояниях нагрузки в обычные дни и в пиковые периоды, результаты данного анализа будут использованы для оптимизации производительности сервера. Эти данные впоследствии будут интерпретированы в терминах теории массового обслуживания.

Данные взяты из журнала доступа NGINX сервера веб-сайта приемной комиссии университета ПГУТИ abitur.psuti.ru.

Журналы содержат информацию о каждом HTTP-запросе, сделанном во время тестирования, и о том, как NGINX осуществил ответ на него, стоит отметить, что файлы записываются в формате разделителя-пробелы со следующей структурой: ['ip', '-', 'ip_type', 'time', 'server', 'request', 'status', 'bytes', 'http_referer', 'user_agent']

Исходя из представленных ниже рисунков, можно произвести анализ данных.

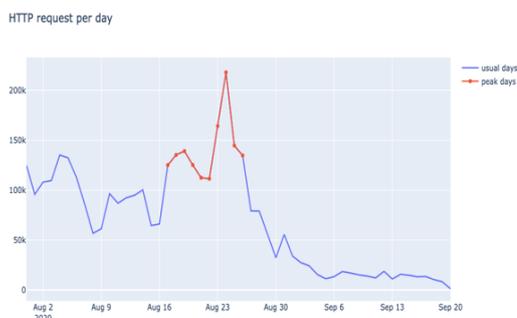


Рис. 1 - HTTP запросы по дням



Рис. 2 - Среднее количество HTTP запросов по дням недели

average of HTTP requests by hour during the peak days

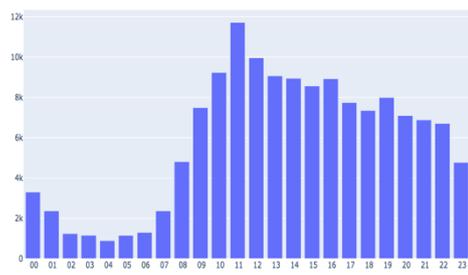


Рис. 3 - Среднее количество HTTP-запросов по часам

number of HTTP requests by minute during the peak days

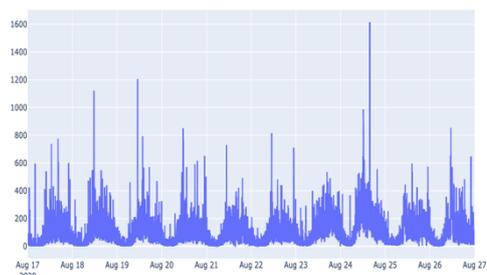


Рис. 4 - Количество HTTP-запросов по минутам

visitors average requests per day

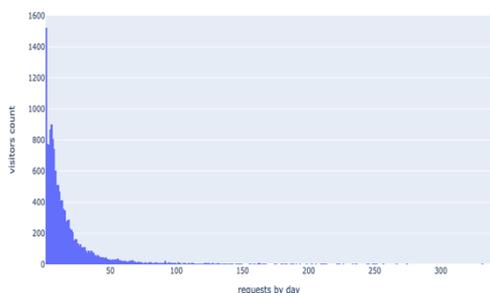


Рис. 5 - Среднее количество запросов посетителей за день

visitors average time spent in website per day

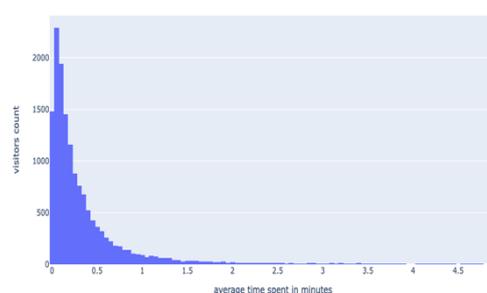


Рис. 6 - Среднее время, проведенное посетителями в минутах

Исходя из приведенных графиков и метрик, можно сделать вывод о том, что HTTP-запросы неравномерно распределяются в разное время года или, даже, в разные часы одного дня, исходя из этого, стоит предложить добавить еще один сервер в это время с большим количеством HTTP-запросов, для избежания длительного времени ответа или неожиданного закрытия сайта.

Библиографический список

1. Тарасов В.Н. Анализ и сравнение двух систем массового обслуживания с гиперэрланговскими входными распределениями // Радиоэлектроника, информатика, управління. - 2018. - № 4. - С. 61-70.
2. Тарасов В.Н., Липилина Л.В., Бахарева Н.Ф. Автоматизация расчета характеристик систем массового обслуживания для широкого диапазона изменения их параметров // Информационные технологии. 2016. Т. 22. № 2. С.121-126.

РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ ОНЛАЙН И ОФФЛАЙН ПРОЦЕССОВ

И.В. Стройков, А.В. Карпушкин, А.В. Проскура

Научный руководитель – Купцов М.И., к-т ф.-м. наук, доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Цель данного исследования – изучение статистических закономерностей «внутри» и «снаружи» социальных сетей для обнаружения возможного влияния показателей активности в социальных сетях на формирование общественного мнения и организацию протестных действий. Исследование проводилось на статистических данных, относящихся к протестным акциям в Республике Беларусь в период с 09.08.20 по 04.10.20. Изучалась взаимосвязь между количеством участников протестных акций и показателями популярности сообществ в четырёх социальных сетях. Для этого использовался линейный регрессионный анализ [1, 2].

Оказалось, что наибольшее влияние на количество участников протестных акций оказывали сообщества из Telegram. Было выявлено семь таких сообществ. В каждом сообществе были отобраны все публикации, содержащие призыв выходить на несанкционированные мероприятия, и взяты данные о количестве просмотров, так как просмотры в Telegram являются основным показателем, характеризующим публикацию. Стоит отметить, что количество просмотров было разделено на четыре типа, в зависимости от способа их подсчета внутри приложения. Далее, были построены различные линейные регрессии количества участников акций в зависимости от количества просмотров. С целью объективизации данных о количестве участников протестов в качестве зависимой переменной было взято среднее количество митингующих по всем доступным нам данным из 54 различных СМИ, включающих в том числе и официальные данные.

Так, например, когда рассматривалась зависимость количества протестующих от общего количества просмотров без учета репостов, была получена значимая линейная регрессия с коэффициентом детерминации 0,978 ($Y = -80849,933 + 0,036x_1$) (рис. 1), где x_1 – общее количество просмотров всех постов на день акции по всем группам без учета репостов, Y – среднее количество участников акций.

Для того чтобы учесть разницу в количестве подписчиков каждой из групп, было решено ввести относительный коэффициент k , показывающий долю просмотревших запись от количества подписчиков этой группы на момент публикации, данный коэффициент, по сути, характеризует охват аудитории.

$$k = \frac{\text{КОЛИЧЕСТВО ПРОСМОТРОВ}}{\text{КОЛИЧЕСТВО ПОДПИСЧИКОВ}}$$

Далее, были построены линейные регрессии, в которых использовались зависимые переменные того же типа, что и выше, но их числовым выражением стали полученные коэффициенты. В результате, полученные модели характеризовали зависимости, аналогичные тем, что были получены без использования коэффициента, однако его использование незначительно увеличило коэффициент детерминации.

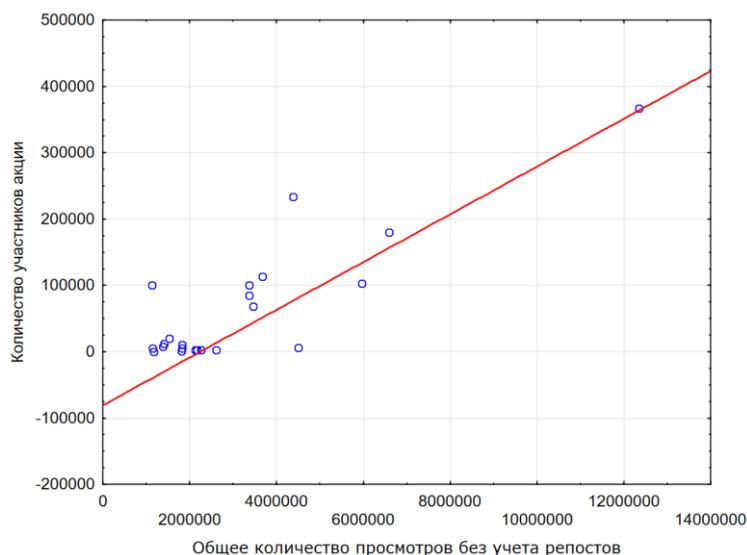


Рисунок 1. Зависимость между количеством участников акции и суммой просмотров

Было установлено, что в большинстве случаев были получены зависимости от суммы просмотров, поэтому чтобы выявить, какая модель подсчета просмотров наиболее оптимальна, были построены регрессии количества участников протестных акций в зависимости от четырех типов суммарных показателей просмотров среди публикаций всех групп на указанный период и дня недели. Здесь «день недели» – фиктивная переменная, принимающая значение «1» в воскресенье, а «0» в любой другой день. В результате, была выявлена наиболее значимая регрессия с коэффициентом детерминации 0,854 ($y = -39324 + 0,023x_2 + 76658,846x_3$), где x_2 – общее количество просмотров всех постов на день акции по всем группам без учета репостов, x_3 – день недели. Построение аналогичной модели, но уже с использованием коэффициента k позволяет выявить значимую регрессию с коэффициентом детерминации 0,878 ($y = -59202 + 106454,789x_4 + 70002,536x_3$), где x_4 – коэффициент для общего количества просмотров всех постов на день акции по всем группам без учета репостов, x_3 – день недели.

Таким образом, полученные нами результаты подтвердили влияние деятельности сообществ в социальных сетях на формирование общественного мнения и организацию протестных действий.

Библиографический список

1. Купцов М. И. Курс лекций по теории вероятностей и математической статистике. – Рязань: «Горизонт-РИУП», 2000 г. – 101 с.
2. Купцов М. И. и др. Математические методы в психологии: учебник для вузов. – М.: «Горячая линия линия-Телеком», 2017. – 156с.

ПРОГРАММНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ДИРИХЛЕ УРАВНЕНИЯ ЛАПЛАСА МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО

Д.Н. Арбузов

Научный руководитель – О.Г. Быкова,

к.т.н., доцент

Санкт-Петербургский Горный Университет

Задачей Дирихле называется задача нахождения решения первой краевой задачи уравнения Лапласа. Для решения используют метод конечных разностей. Основной идеей метода является разбиение области определения решения сеткой и сведение определения решения в узлах этой сетки к получению решения системы линейных алгебраических уравнений. На этом также построен метод Монте-Карло, заключающийся в представлении случайной частицы, блуждающей по узлам сетки, в конечном итоге попадающей на границу области, где та принимает определенные значения функции. Решением уравнения будет среднее арифметическое. [1]

Основная часть программы – цикл в цикле. Сначала задаются необходимые значения, такие как максимальные значения координат области и разбиение области сеткой. Затем цикл, который «гоняет» точку до тех пор, пока она не достигнет краевой точки сетки, на которой она примет краевое значение функции. «Прогонка» повторяется необходимое количество раз, в данном случае 10 000.

Для расчета всей области вводятся необходимые параметры в поля рабочего окна (рис. 1): краевые условия в соответствующую область «Краевые условия» в поля «при $x=0$, ..., при $y = n$ », максимальные значения X и Y в соответствующие области и разбиение области сеткой в «Разбиение области сеткой». После нажимается «Расчет для области». В поле «Вывод» выводится таблица с координатами и значениями функции с данной точке, и открывается окно с графическим представлением решения (рис. 2).

При необходимости вычислить значение функции только в единственной точке, координаты точки вводятся в поля «Значение функции в точке» в поля « x » и « y » в рабочем окне, и нажимается кнопка «Расчет для точки», после этого на панели «Ответ» выводится значение функции в искомой точке.

Для очистки области используются кнопки «Очистить»

Рис. 1. Рабочее окно программы

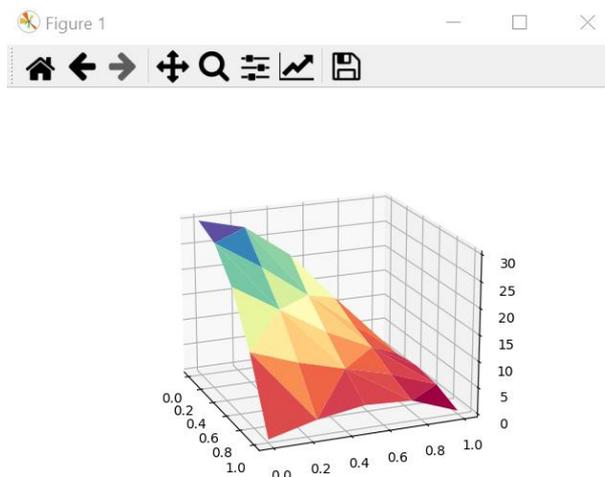
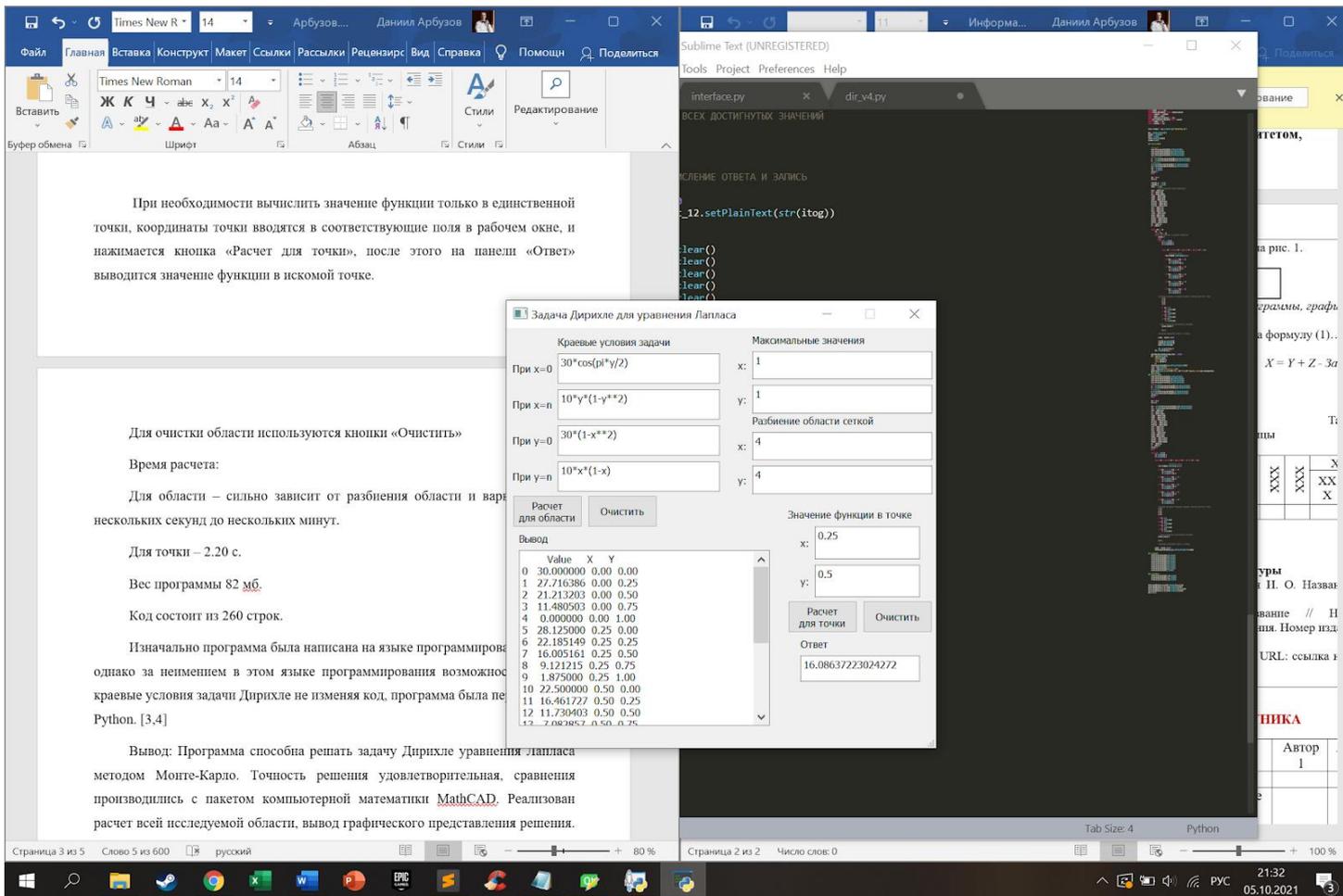


Рис. 2. Пример графика

Время расчета: для области – сильно зависит от разбиения области и варьируется от нескольких секунд до нескольких минут; для точки – 2.20 с.

Вес программы 82 мб, код состоит из 260 строк.

Изначально программа была написана на языке программирования Delphi, однако за неимением в этом языке программирования возможности вводить краевые условия задачи Дирихле не изменяя код, программа была перенесена на Python.

Библиографический список

1. Пирумов У.Г. Численные методы: теория и практика: учебное пособие для бакалавров / У.Г.Пирумов и др..- 5-е изд., перераб. и доп.- М.: Издательство Юрайт, 2012
2. Очков В.Ф. Mathcad 14 для студентов, инженеров и конструкторов. — СПб.: БХВ-Петербург, 2007. — 368 с.: ил.

**ИССЛЕДОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭФФЕКТОВ
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА СУБЪЕКТОВ
ЦЕНТРАЛЬНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА
С ПОМОЩЬЮ ЛАГОВОЙ МОДЕЛИ ПАНЕЛЬНЫХ ДАННЫХ**

Р. С. Румянцев

Научный руководитель – Лискина Е. Ю.

канд. физ.-мат. наук, доцент

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

Промышленный сектор экономики обеспечивает рост национального богатства страны. Поэтому актуальной задачей является построение моделей промышленного потенциала, позволяющих прогнозировать его развитие и управлять им.

Данная работа продолжает исследования [1-3]. Объектами исследования являются регионы Центрального федерального округа России. Источник статистических данных – Федеральная служба государственной статистики [4]. В качестве зависимой переменной Y выбран валовой региональный продукт (ВРП) на душу населения (млн. руб. / тыс. чел.) как один из стандартных показателей развития промышленного потенциала. В [3] была усовершенствована и дополнена панель статистических данных, предложенная в [1, 2]. В рассматриваемую панель было включено 16 факторов, найдены характеристики описательной статистики. Для исключения эндогенности уровни зависимой переменной были включены в панель с лагом, равным 1. Затем с помощью метода исключения на основе уравнения сквозной регрессии были исключены статистически незначимые факторы (уровень значимости 0,05): X_4 – степень износа основных фондов обрабатывающих производств (%), X_{10} – доля занятых в обрабатывающих производствах в общей численности занятых (%), X_{11} – доля организаций, выполнявших научные исследования и разработки в общем числе организаций (%).

В данном исследовании оценивалось лаговое уравнение линейной регрессии с индивидуальными эффектами на основе панельных данных

$$Y_{i(t+1)} = \sum_{j \in \{1, 3, 5, 9, 12, 16\}} a_{i,j} X_{i(t),j} + u_i + \varepsilon_{i(t)}, \quad t = \overline{2005, 2017},$$

в котором $X_{i(t),j}$ – значение фактора X_j для i -го региона в момент времени t , u_i – индивидуальный эффект i -го региона от скрытых

региональных факторов, $\varepsilon_{i(t)}$ – случайная составляющая i -го региона. были отобраны статистически значимые факторы. Были построены три классических модели панельных данных (сквозной регрессии (OR), с фиксированными (FE) и случайными (RE) эффектами), статистические характеристики которых приведены в таблице 1.

Для выбора наилучшей модели была проверена стандартная тройка тестов для панельных данных (F-тест Вальда, LM-тест Бройша – Пагана, тест Хаусмана), результаты проверки приведены в таблице 2, на основании которой можно сделать вывод о том, что на уровне значимости 0,05 модели с фиксированными и случайными эффектами предпочтительнее модели сквозной регрессии, и модель с фиксированными эффектами предпочтительнее модели случайными эффектами.

Однако, незначимость статистики Жарке – Бера для модели с фиксированными эффектами требует уточнения спецификации модели.

Таблица 1. – Статистические характеристики моделей панельных данных

Модель	R^2	Остаточная сумма квадратов	Статистика Дарбина – Уотсона DW	Значимость F-статистик и	Значимость статистики Жарке – Бера	Критерий Акайке
OR	0,96	$3,8 \cdot 10^{11}$	0,63	$3,3 \cdot 10^{-193}$	$1,1 \cdot 10^{-10}$	24,2
FE	0,98	$2,1 \cdot 10^{11}$	1,16	$1,3 \cdot 10^{-151}$	0,44	23,7
RE	0,95	$4,8 \cdot 10^{11}$	0,85	$1,2 \cdot 10^{-118}$	0,051	24,0

Таблица 2. – Проверка статистических гипотез о выборе наилучшей модели

Тест	Нулевая гипотеза	Наблюдаемое значение критерия	Критическое значение критерия	Вывод о принятии нулевой гипотезы
F-тест Вальда	OR-модель предпочтительнее FE-модели	14,64	1,80	отклонена
LM-тест Бройша – Пагана	OR-модель предпочтительнее RE-модели	54,36	3,84	отклонена
Хаусмана	RE-модель предпочтительнее FE-модели	55,37	5,99	отклонена

Библиографический список

1. Лискина Е.Ю. Андреев А.С. Математическое моделирование промышленного потенциала регионов Российской Федерации //

Вестник Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина. – 2019. – № 2 (63). – С. 176–182.

2. Андреев А.С. Лискина Е.Ю. Исследование промышленного потенциала регионов России методом анализа панельных данных // Математическое и компьютерное моделирование в экономике, страховании и управлении рисками : материалы VIII Международ. молодежной науч.-практ. конф. – Саратов : ООО Изд-во «Научная книга», 2019. – С. 3–7.

3. Румянцев Р.С. Отбор факторов в эконометрическую лаговую модель промышленного потенциала регионов // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2021 : сб. тр. IV междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. Т. 7. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2021. – С. 16–21.

4. Регионы России. Социально-экономические показатели: статистический сборник. 2010–2019 гг. [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики: официальный сайт: [URL:http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138623506156](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138623506156) (дата обращения: 24.09.2021).

ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОБ ОПТИМАЛЬНОЙ РАБОТЕ СКЛАДА

Д.К. Симонов

Научный руководитель – Абрамов В.В.

канд. физ.-мат. наук, доцент

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

В докладе предлагается экономико-математическая модель максимизации прибыли склада путем согласования потоков закупок и продаж нескольких товаров. Аналогичная модель для случая одного товара рассматривалась в работе [1]. Рисковая модель оптимизации потока продаж рассматривалась в работах [2, 3].

В данном докладе предполагается:

1) поток продаж характеризуется матрицами $Y = (y_{ij}), B = (b_{ij})$, в которых y_{ij} – количество товара № j , отправленного со склада по цене b_{ij} в течение периода № i , $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, m}$;

2) поток закупок характеризуется матрицами $X = (x_{ij}), C = (c_{ij})$, в которых x_{ij} – количество товара № j , доставленного на склад по цене c_{ij} в конце периода № i , $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, m}$;

3) для вычисления матриц X, Y при известных матрицах цен

используется целевой критерий $f(X, Y) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (y_{ij} b_{ij} - x_{ij} c_{ij}) \rightarrow \max$;

4) для реализации целевого критерия используются основные ограничения: в каждом следующем периоде № $i+1$ нельзя продать товара № j больше, чем его запас, к концу периода № i ; запас товаров не может превышать вместимость склада;

3) для реализации целевого критерия используются дополнительные ограничения: интервальные ограничения для закупок или продаж с учетом конъюнктуры рынка; в каждом следующем периоде времени нельзя потратить денег больше, чем заданная доля (оборотный капитал) от балансовых средств на конец предыдущего периода; рентабельность (итоговая или за торговый период) не менее заданного уровня.

Вычисления сводятся к процедуре линейного программирования.

Оптимизация работы склада по предложенной двухиндексной модели реализована на тестовых данных в пакете Excel.

Предложенная вычислительная схема позволяет решать проблемы анализа различных сценариев работы склада: рассматривать чувствительность оптимальных потоков по отношению к изменению цен, определять непротиворечивый набор ограничений, подбирать такие параметры как доля оборотных средств или плановая рентабельность.

Библиографический список

1. Протасов Н.А., Абрамов В.В. Оптимизация потоков закупок и продаж с учетом собственных оборотных средств // Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук: материалы VI Международ. науч.-практ. конф. (школы-семинара) молодых ученых: 23-25 апреля 2020 г. – Тольятти: Издатель Качалин А.В., 2019. – 660 с. – С. 390–394.
2. Титова Е.В., Абрамов В.В. Принятие решения об оптимизации потока объемов сбыта одного продукта // Математика и естественные науки. Теория и практика: межвуз. сб. науч. тр. – Ярославль: Издат. дом ЯГТУ, 2019. – Вып. 14. – 252 с. – С. 190–196.
3. V.V. Abramov, E.Ju. Liskina, S.S. Mamonov, S.V. Vidov The Calculation of the Sales Volumes Flow Based on the Game-Theoretic Model // Fourth Workshop on Computer Modelling in Decision Making (CMDM 2019). – Atlantis Press : Atlantis Highlights in Computer Sciences. – 2019. – Vol. 2. – Pp. 6–11. – DOI: <https://doi.org/10.2991/ahcs.k.191206.002>.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПО ДВУХПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ТРЕНДОВОЙ МОДЕЛИ НА ПРИМЕРЕ РОЖДАЕМОСТИ В РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.С. Севальников

Научный руководитель – Мамонов С.С.

д-р физ.-мат. наук, профессор

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

В докладе рассматривается метод прогнозирования по двухпараметрической трендовой модели с учетом экспертных суждений [1] и его реализация с помощью программного пакета компьютерной

алгебры Maple. Продолжается исследование, начатое в работе [2]. Рассмотрим пример применения метода прогнозирования по двухпараметрической трендовой модели с учетом экспертных суждений.

В качестве временного ряда была взята с по Рязанской области за период 5 лет с 2014 по 2018 год [3].

Рассмотрим наблюдения временного ряда y_t , при $t = 1, n$. В качестве модели будет рассматриваться уравнение:

$$y_t = 1 + 2t \quad (1)$$

Известны наблюдения временного ряда, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Рождаемость по Рязанской области, тыс. чел.

	2014	2015	2016	2017	2018
y_t	124	125	127	110	102
t	76	60	92	06	73

Предположим, что в следующем году рождаемость увеличится на 5%, тогда $t_1 = 6$ (где 6 это 2019 год) и суждения экспертов задаются неравенствами

$$10700 \leq 1 + \theta_2 t_1 \leq 10800 \Leftrightarrow 10700 \leq 1 + \theta_2 \cdot 6 \leq 10800 \quad (2)$$

Для построения $y_t = 1 + 2t$ решаем две задачи минимизации с помощью программного пакета компьютерной алгебры Maple.

Графическая интерпретация. В системе координат $O_2 = xOy$, построим линии с помощью программы реализованной в программном пакете компьютерной алгебры Maple:

$$l_1: 1 + 2 \cdot 6 = 10700 \Rightarrow y = -x + 10700, \text{ (прямая)}$$

$$l_2: 1 + 2 \cdot 6 = 10800 \Rightarrow y = -x + 10800, \text{ (прямая)}$$

$$L_1: S(1, 2) = C_1 = 1.830314800 \cdot 10^6, \text{ (эллипс)}$$

$$L_2: S(\theta_1, 2) = C_2 = 1.960605699 \cdot 10^6, \text{ (эллипс)}.$$

Изобразим найденные линии на графике (рис. 1).

Далее предположим, что в 2020 году рождаемость увеличится еще на 2%, тогда $t_1 = 7$ (где 7 это 2020 год) и суждения экспертов задаются неравенствами

$$10900 \leq 1 + \theta_2 t_1 \leq 11000 \Leftrightarrow 10900 \leq 1 + \theta_2 \cdot 7 \leq 11000 \quad (3)$$

Для построения $y_t = 1 + 2t$ решаем две задачи минимизации с помощью программного пакета компьютерной алгебры Maple.

Графическая интерпретация. В системе координат $O_2 = xOy$, построим линии с помощью программы реализованной в программном пакете компьютерной алгебры Maple:

$$l_3: 1 + 2 \cdot 7 = 10900 \Rightarrow y = -x + 10900, \text{ (прямая)},$$

$$l_4: 1 + 2 \cdot 7 = 11000 \Rightarrow y = -x + 11000, \text{ (прямая)},$$

$$L_3: S(1, 2) = C_3 = 2.614798944 \cdot 10^6, \text{ (эллипс)},$$

$$L_4: S(\theta_1, 2) = C_4 = 2.782865627 \cdot 10^6, \text{ (эллипс)}.$$

Изобразим найденные линии на графике (рис. 2).

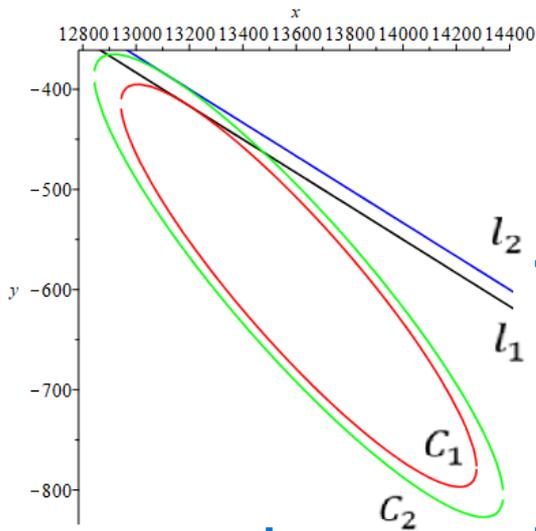


Рис.1 Графическая интерпретация функций S1,2

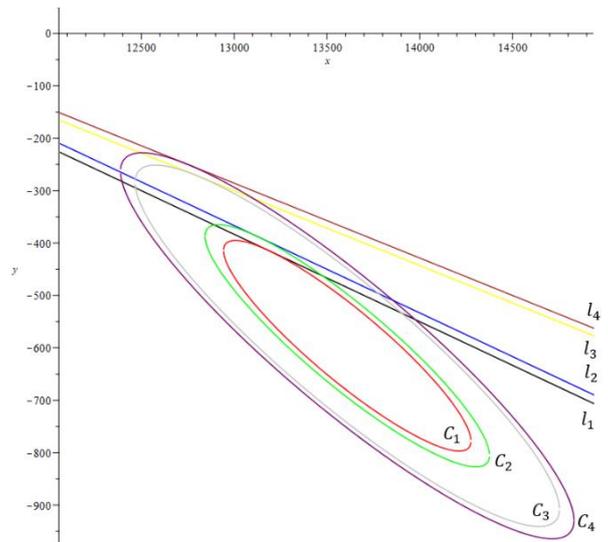


Рис.2 Графическая интерпретация функций S1,2

Таким образом, можно сделать вывод, что наилучшей оценкой параметров тренда с учетом экспертного суждения для 2019 года является $C1=1.830314800 \cdot 10^6$, а для 2020 года $C3=2.614798944 \cdot 10^6$.

Библиографический список

- 1 Домбровский В.В. Эконометрика: Учебное пособие. - М: Издательский дом «Новый учебник», 2004. - 342 с.
- 2 Севальников А.С. Прогнозирование по двухпараметрической трендовой модели // XXIII Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартковского государственного университета. Часть 4. Информационные технологии. Математика / Под общей ред. Д.А.Погонышева. - Нижневартковск: НВГУ, 2021. - С. 4-8.
- 3 Число родившихся (без мертворожденных) за год // ЕМИСС: государственная статистика [сайт]. - URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/31606> (дата обращения 15.09.2021 г.)

**РЕШЕНИЕ НЕАНТАГОНИСТИЧЕСКОЙ ИГРЫ ПО НЭШУ
С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ**

А.А. Сазонова

Научный руководитель - Абрамов В.В.

канд. физ.-мат. наук, доцент

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

В докладе рассматривается неантагонистическая игра, заданная парой квадратичных функций выигрыша

$$f(x, y) = a_1x^2 + a_2xy + a_3y^2 + b_1x + b_1y + c,$$

$$g(x, y) = d_1x^2 + d_2xy + d_3y^2 + p_1x + p_1y + h$$

(1)

на единичном квадрате K . Решается задача о коэффициентных условиях вычисления решения игры по Нэшу. Эти условия позволяют

алгоритмизировать процесс исследования и использовать компьютерные вычисления для определения оптимальных чистых стратегий и выигрышей. При решении задачи были использованы подходы, разработанные в работах [1, 2] для поиска равновесия по Нейману.

Предполагается, что справедливы неравенства $a_1 < 0, d_3 < 0$. При этом функции (1) строго вогнутые и игра имеет единственное решение по Нэшу на компакте K [3]. Поэтому, если точка $(\bar{x}, \bar{y}) \in K$ получена как пересечение графиков функций наилучшего ответа игроков из

необходимых условий экстремума
$$\begin{cases} f'_x(x, y) = 0, \\ g'_y(x, y) = 0, \end{cases}$$
 то такая точка является равновесием по Нэшу для функций (1). Итак, при условиях

$$q = 4d_3a_1 - a_2d_2 \neq 0, \bar{x} = (a_2p_2 - 4d_3b_1) / q \in [0, 1], \bar{y} = (b_2d_2 - 2p_2a_1) / q \in [0, 1]$$

игра с функциями выигрыша (1) имеет решение:

$x_0 = \bar{x}$ - оптимальная чистая стратегия игрока 1,

$y_0 = \bar{y}$ - оптимальная чистая стратегия игрока 2,

$f(x_0, y_0)$ - оптимальная чистая цена для игрока 1,

$g(x_0, y_0)$ - оптимальная чистая цена для игрока 2.

Полученные результаты реализованы с помощью компьютерных вычислений.

Библиографический список

1. Ананьина С.А., Абрамов В.В. Условия разрешимости антагонистической игры на единичном квадрате // Математика и естественные науки. Теория и практика: межвуз. сб. науч. тр. – Ярославль: ЯГТУ, 2018. – Вып. 13. – С. 110–115.
2. Титова Е.В., Абрамов В.В. Игровая модель оценки объема сбыта одного продукта // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2018 : сб. тр. междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. / под общ. ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: РГРТУ, 2018. – Т. 7 – С. 5–8.
3. Абрамов В.В., Мамонов С.С., Мишакова Н.А., Эфендиев У.Н. Теория игр / Учебно-методическое пособие. – РГУ имени С.А. Есенина, 2016. – 88 с.

ОБ ИССЛЕДОВАНИИ СОСТОЯНИЙ РАВНОВЕСИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТИПА СОЛОУ С ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ФУНКЦИЕЙ АЛЛЕНА И КОНКУРЕНЦИЕЙ ЗА РЕСУРС РАБОЧИХ МЕСТ

С. А. Попель

Научный руководитель – Лискина Е.Ю.

канд. физ.-мат. наук, доцент

Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина

Односекторные динамические модели макроэкономики являются хорошим инструментом для исследования сценариев экономического развития [1], одной из которых является модель Р. Солоу. В настоящее

время рассматриваются различные модификации модели Р. Солоу, использующие различные производственные функции [2] и учитывающие условие ограниченных ресурсов [3].

В докладе предложено исследование системы вида

$$\{K = -\mu K + \alpha a_0 K L - a_1 K^2 - a_2 L^2, L = v L_1 - L_m, \#1$$

где K и L – капитал и труд (численность трудоспособного населения) соответственно, a_1, a_2, a_3 – положительные коэффициенты производственной функции Аллена, μ – амортизация, v – уровень рождаемости, m – максимальная численность населения в регионе.

Интерес представляет поиск устойчивых положительных состояний системы, в которых бы численность населения росла, что актуально для многих развитых стран. В ходе анализа, с использованием пакета Maple, были получены устойчивые состояния равновесия, построен фазовый портрет системы (1).

Библиографический список

1. Колемаев В.А. Математическая экономика. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 399 с.
2. Абрамов В.В. Стационарные состояния в модели односекторной экономики // Дифференциальные уравнения и математическое моделирование : межвуз. сб. науч. тр. / отв. ред. С. С. Мамонов. – Вып. 2. – Рязань : Ряз. гос. ун-т имени С. А. Есенина, 2021. – С.4–9.
3. Лискина Е.Ю. Исследование трехфакторной динамической системы экономики региона, учитывающей конечное потребление и ограниченные ресурсы // Итоги науки и техн. Сер. Современ. мат. и ее прил. Темат. обз. – 2018. – №148. – С. 75–82.

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРА ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННОЙ СВЯЗИ МЕЖДУ ИНФЛЯЦИЕЙ И ВВП НА ПРИМЕРЕ КОЛУМБИИ

Г.В. Печерица

Научный руководитель – Коненков А.Н.

д-р физ.-мат. наук, профессор

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

Задача данной работы – выяснить связь между ВВП и инфляцией на примере стран Латинской Америки. Требуется выяснить какой из данных параметров зависит от другого. В качестве основного метода для анализа был выбран тест на причинность Грейнджера [3]. Этот тест предполагает, что оба временных ряда являются стационарными. Если это не так, то необходимо перед его использованием преобразовать ряды в стационарные.

Так как ВВП – это сумма потребительских расходов, валовых инвестиций и государственных расходов [4], то можно сделать вывод, что ВВП зависит от уровня инфляции, так как при повышении инфляции растут все три составляющие ВВП. Однако на практике выясняется, что при росте инфляции уровень ВВП падает [5].

Тест на причинность Грейнджера заключается в том, чтобы определить, существует ли причинная зависимость (причинная связь по Грейнджеру) параметра X от параметра Y либо наоборот, в обе стороны

или не существует вовсе. В качестве параметра X был взят показатель ВВП в долларах США по курсу на декабрь 2020 года, а в качестве параметра Y – показатель инфляции. В конечной выборке получилось собрать показатели с 1970 – 2014 гг., по 20 странам Латинской Америки. Все данные были взяты из открытого банка мировых показателей data.worldbank.org[1].

В дальнейшем рассматриваются данные для Колумбии, так как корреляционный анализ показал наибольшую связь (в линейной модели) этих двух показателей именно для этой страны.

Был проведен тест Дики - Фуллера, который определил, что ряды не являются стационарными. Поэтому были построены первые разности исходных данных, и для них были построены ряды со сдвигами. В данном случае рассматривались лаги от одного года до четырех.

Затем был произведен регрессионный анализ по каждому количеству лагов, в результате которого были получены p -значения (рис. 1), по которым можно судить о характере зависимости между данными показателями.

lags	GDP->Inflation	Inflation->GDP
1	0,297899201	0,876574146
2	0,742877024	0,685916417
3	0,589651117	0,009096521
4	0,000504692	9,01922E-21

Рисунок 1. P -значения для получившихся лагов.

По получившимся значениям можно предположить, что инфляция оказывает большее влияние на ВВП, чем наоборот. Однако тест Грейнджера не позволяет дать однозначный ответ на этот вопрос.

Библиографический список

1. WorldBankOpenData [Электронный ресурс]: Мировой открытый банк данных - The World Bank Group, 2020 – URL: <https://data.worldbank.org> (дата обращения 29.11.2020).
2. Бразилия и другие страны Латинской Америки / Мировое и национальное хозяйство [Электронный ресурс] – М. Издание МНИМО МИД России – URL: <https://mirec.mgimo.ru/2014/2014-01/braziliya-i-drugie-strany-latinskoj-ameriki> (дата обращения 13.12.2020).
3. Магнус Я.Р., Катышев П.К., Пресецкий А.А., - Эконометрика. Начальный курс – Москва, Издательство «Дело», 2004 – 576 с.
4. TheoryandPractice: ВВП и инфляция [Электронный ресурс] – Яндекс.Практикум.-URL: <https://ad.theoryandpractice.ru/minfin/macroeconomic> (дата обращения 5.03.2021).
5. Инфляция и экономический рост [Электронный ресурс] - Издательский Дом «Плутон» - URL: <https://idpluton.ru/inflyatsiya-i-ekonomicheskij-rost-soyuzniki-ili-vragi/> (дата обращения 5.03.2021).

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЙ РАВНОВЕСИЯ В ОДНОЙ СИСТЕМЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ПАРАМЕТРОМ В КРИТИЧЕСКОМ СЛУЧАЕ

Н. С. Карпеев

Научный руководитель – Лискина Е.Ю.

канд. физ.-мат. наук, доцент

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

Исследуется система дифференциальных уравнений вида

$$\begin{cases} \dot{x} = ax\left(1 - \frac{x}{b}\right) - dxy, \\ \dot{y} = -(a + \alpha)y\left(1 - \frac{y}{c}\right) + fxy, \end{cases} \quad (1)$$

в которой a, b, c, d, f – положительные коэффициенты, $\alpha \geq 0$ – параметр. Непосредственными вычислениями установлено, что система (1) имеет четыре состояния равновесия $A(0;0)$, $B(b;0)$, $C(0;c)$, $D\left(\frac{b(-a^2 - \alpha a + dc(a + \alpha))}{-a^2 - \alpha a + fbcd}; -\frac{ac(a + \alpha - fb)}{-a^2 - \alpha a + fbcd}\right)$. С использованием теории [1] установлено, что A и C – седла, характер состояний равновесия B и D зависит от значения параметра α .

Пусть $bf - cd = 0$, $\alpha = 0$. Данное соотношение определяет критический случай [2]. При этом условии система (1) примет вид

$$\begin{cases} \dot{x} = ax\left(1 - \frac{x}{b}\right) - dxy, \\ \dot{y} = -ay\left(1 - \frac{y}{c}\right) + fxy. \end{cases} \quad (2)$$

При исследовании системы (2) найдены четыре состояния равновесия $A^*(0;0)$, $B^*(b;0)$, $C^*(0;c)$, $D^*\left(\frac{ba}{a + cd}; \frac{ac}{a + cd}\right)$. В этом случае состояния равновесия A^* и C^* – по-прежнему седла, тип состояния равновесия B^* зависит от знака выражения $cd - a$, состояние равновесия D^* является седлом. Дополнительного исследования требует случай $cd - a = 0$.

Библиографический список

1. Баутин Н.Н., Леонтович Е.А. Методы и приемы качественного исследования динамических систем на плоскости. – М.: Наука, 1991. – 486 с.
2. Бельман С.А., Лискина Е.Ю. О регулировании педагогического воздействия в динамической модели студенческой группы, имеющей отрицательного неформального лидера // Дифференциальные уравнения и математическое моделирование : межвуз. сб. науч. тр. / отв. ред. С. С. Мамонов. – Вып. 2. –

Рязань :Ряз. гос. ун-т имени С. А. Есенина, 2020. – 84 с. – С. 10-19.

**ИССЛЕДОВАНИЕ НУЛЕВОГО СОСТОЯНИЯ РАВНОВЕСИЯ
В ОДНОЙ СИСТЕМЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ
С КВАДРАТИЧНОЙ НЕЛИНЕЙНОСТЬЮ В КРИТИЧЕСКОМ СЛУЧАЕ**

А. В. Алыпов

Научный руководитель – Лискина Е.Ю.
канд. физ.-мат. наук, доцент

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

Рассматривается система дифференциальных уравнений

$$\{x = y + ax^2 + cy^2, y = x + dx^2 + fy^2, \quad (1)$$

где $a > 0, c > 0, d > 0, f > 0$. В [1] показано, что система (1) может иметь от двух до четырёх состояний равновесия, из которых обязательным будет точка $O(0;0)$. При этом в точке $O(0;0)$. собственные значения матрицы системы линейного приближения чисто мнимые, поэтому вопрос о характере состояния равновесия не решается линейными членами. В данной работе рассматриваются случаи $af - cd = 0$ и $ad - cf = 0$. Для $af - cd \neq 0$ и $ad - cf \neq 0$ исследование проводилось в [1]. В частности, при $af - cd = 0$ система (1) имеет ещё одно состояние равновесия $M\left(\frac{f}{c(a+c)}, -\frac{1}{a+c}\right)$.

При переходе в системе 1в полярную систему координат и исключая время, получим дифференциальное уравнение в полярных координатах

$$\frac{d\rho}{d\theta} = R(\rho; \theta) \equiv -\rho^2 \frac{A(\theta)}{1-B(\rho; \theta)}, \quad (2)$$

Функция $R(\rho; \theta)$; является 2π периодической функцией и при $\rho=0$ выполняется равенство $R(0; \theta) = 0$. Так как $B(\rho; \theta)$ является аналитической функцией по $(\rho; \theta)$ и ограниченной по θ , то существует число $\delta > 0$, что при всех $\rho \in [0; \delta]$ и всех $\theta \in [0, 2\pi]$ выполняется неравенство $|B(\rho; \theta)| < 1$. Тогда на множестве $[0; \delta] \times [0, 2\pi]$ функция $R(\rho; \theta)$; является аналитической и имеет место разложение в ряд

$$\frac{d\rho}{d\theta} = A \sum_{k=0}^{+\infty} B^{-k}(\theta) \rho^{k+2} \quad (3)$$

Согласно [2] система 3 имеет решение $\rho(\theta; (0; \rho_0)) = \varphi_1(\theta)\rho_0 + \varphi_2(\theta)\rho_0^2 + \dots$, по которому можно построить функцию последования и определить тип сложного состояния равновесия $O(0;0)$. Это поможет понять количество предельных циклов у системы дифференциальных уравнений (1).

Для вычислений используется программный пакет Maple [2].

Библиографический список

1. Лискина Е. Ю., к проблеме исследования бифуркаций числа состояний равновесия динамической модели социально – политического управления [Текст] // Дифференциальные уравнения и математическое моделирование – 2020 – С. 31-37.
2. Баутин Н. Н., Леонтович Е. А., методы и приемы качественного исследования динамических систем на плоскости. М.: [Текст] // Справочная математическая библиотека. – 1976 – №11. – С. 483.

Секция 3. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ПОДВОДНЫЙ ГИБРИДНЫЙ ОПТИКО-АКУСТИЧЕСКИЙ КАНАЛ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Л. В. Аронов

Научный руководитель – Дмитриев В. Т.

канд. техн. наук, доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Освоение океана требует создания мобильных роботизированных автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА), позволяющих выполнять работы на глубине, без дополнительных рисков для персонала, связанных с погружением в толщу океана. Одной из задач создания подобных систем является необходимость надежного канала передачи данных для управления АНПА. Специфика канала такова, что с одной стороны необходимо осуществлять передачу команд управления, требующих скорости порядка нескольких кбит/с [1]. С другой стороны, существует необходимость передавать с борта АНПА на пункт управления данные с видеокамер в реальном масштабе времени. Традиционный гидроакустический канал может быть использован в интересах управления, однако максимальная скорость передачи данных в нём измеряется десятками кбит/с [2].

Предлагаемое решение данной состоит в объединении гидроакустического и оптического канала передачи данных в гибридный оптико-акустический канал. В этом случае поток видеоданных с борта АНПА передается по подводному беспроводному оптическому каналу, а гидроакустический канал играет роль обратного, в интересах повышения стабильности работы оптического канала, а кроме того по нему передаются команды управления.

В качестве примера рассмотрен образец беспроводного подводного оптического канала, предложенный в работе [3]. Передатчик выполнен на основе лазерного диода NDB4116 с мощностью излучения 100 мВт, а фотоприёмник на основе фотодиода S5973-02 с пиком чувствительности на длине волны 450 нм. Расчет проведен для воды с концентрацией фитопланктона 0,03 мг/м³ по методике, предложенной в [4].

Дальность передачи видеоизображения стандартной чёткости 720x480@15 составит 126м, при допустимом уровне битовой ошибки $P_e^B \leq 10^{-8}$. Показано, что применение кодов Рида-Соломона позволяет увеличить эту дальность до 154 м. При этом дальнейшее увеличение требует уже аппаратных решений, например, увеличения мощности. Обратный гидроакустический канал, рассчитанный для этой дальности имеет следующие оптимальные параметры: частота акустической несущей $f_{опт} = 215,8$ кГц, что позволяет передать информацию с помощью относительно фазово-манипулированного сигнала со скоростью до 214,8 кГц.

Обратный гидроакустический канал обеспечивает рациональное использование аппаратных ресурсов и стабильную работу системы. В качестве недостатка можно отметить достаточно большую временную задержку, составляющую для этой дальности 1,03 с. Это явление должно учитываться при проектировании гибридной оптико-акустической системы передачи данных.

Библиографический список

1. Вершинин, А. С. Сравнительный анализ гидроакустических модемов / А. С. Вершинин. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2015. – № 12 (92). – С. 156-161. – URL: <https://moluch.ru/archive/92/19982/> (дата обращения: 27.04.2021)
2. Kaushal H. Underwater optical wireless communication [Текст] / H. Kaushal, G. Kaddoum // IEEE Access, volume 4, 2016, pp. 1518-1547.
3. Кузнецов С. Система оптической связи в подводной среде [Текст] / С. Кузнецов, Б. Огнев, С. Поляков // Первая миля . – 2014 – № 2 – с. 46-51.
4. Кириллов С.Н. Пропускная способность подводного оптического канала передачи информации с кодоимпульсной модуляцией по интенсивности [Текст] / С. Н. Кириллов, Л. В. Аронов // Вестник РГРТУ – 2020. – № 4 (74). – с. 3-13. DOI: 10.21667/1995-4565-2020-74-3-13к.

МОДИФИКАЦИЯ АЛГОРИТМА КОДИРОВАНИЯ CELP НА ОСНОВЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ХУРГИНА-ЯКОВЛЕВА

В.Т. Дмитриев, Лялякина М.В.

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Все известные системы связи работают в реальной акустической обстановке, которая зачастую снижает качество восстановленной речи на выходе первичного кодека. Поэтому в настоящее время существует необходимость разработки первичных кодеков адаптивных к акустическим помехам. Одним из самых распространенных и эффективных с точки зрения коэффициента сжатия передаваемой информации и помехоустойчивости при действии шумов и искажения в канале связи является алгоритм первичного кодирования на основе алгоритма CELP (Code Excited Linear Prediction, рус. линейное предсказание с мультикодовым управлением).

Предложена модификация алгоритма первичного кодирования CELP на основе представления Хургина-Яковлева [1], согласно которому отсчеты сигнала и его производной поступают на отдельные кодеки CELP, параметры которых выбираются в устройстве управления на основе информации из блока адаптации, в котором происходит анализ пауз РС выделенных в блоке VAD.

В результате экспериментальных исследований показано, что отсчеты производной менее информативны, чем отсчеты сигнала. Поэтому

параметры производной могут быть закодированы с меньшей разрядностью квантователя.

Предложена схема адаптации кодека на основе представления Хургина-Яковлева к акустическим помехам за счет определения их параметров в паузах [2], которые определяются в блоке определения речевой активности (VAD). В блоке адаптации в паузах речевого сигнала осуществляется определение отдельных видов акустических помех и их параметров, включая отношение сигнал-шум.

В результате экспериментальных исследований проведен анализ первичного кодека CELP на основе представления Хургина-Яковлева и получены значения данных параметров, обеспечивающие при отношении сигнал-шум $Q=15$ максимально возможное качество восстановленной речи на уровне 4 баллов согласно ГОСТ Р 50840-95 при скоростях передачи 5,6 кбит/с при действии широкополосных акустических помех, 5,2 кбит/с при действии узкополосных помех и 7,8 кбит/с при действии импульсных помех.

Показано, что практически для всех видов акустических помех начиная с $Q=15$ дБ предложенный алгоритм обеспечивает выигрыш от 0,8 до 1 балла, согласно ГОСТ Р 50840-95 по сравнению с исходным неадаптивным алгоритмом CELP на основе теоремы В.А. Котельникова [2, 3].

Библиографический список

1. Дмитриев В.Т. Адаптация кодека CELP к воздействию акустических помех// Вестник рязанского государственного радиотехнического университета. 2021. № 76, - С.25-34.
2. Дмитриев В.Т., Янак А.Ф. Исследование воздействия акустических шумов на первичные кодеки речевых сигналов. //Вестник РГРТУ2016. №2 (Выпуск 56). С.38-44.
3. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т. Устойчивость первичных кодеков речевых сигналов на основе представления Хургина – Яковлева к действию акустических шумов//Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2019. №3. С.17-25.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ДОМ» ДЛЯ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ

Е. А. Мартынов

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

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В докладе рассматривается реализация системы «умный дом» в многоквартирных домах. Приведена краткая историческая сводка об этапах развития данной технологии. Рассмотрены реальные примеры интеграции и модификации данной системы в строящихся и уже существующих многоквартирных домах города Рязани.

«Умный дом» — система управления в доме, офисе, квартире или здании. Она включает в себя датчики, управляющие элементы и исполнительные устройства. Главная задача системы - обеспечение комфорта, безопасности, а также экономии энергоресурсов.

Технология включает в себя разнообразное оборудование, которое можно условно разделить на классы:

1. Контроль освещения и электроэнергии. Предоставляет возможность в разы уменьшить затраты на оплату электричества, и при необходимости отключить от питания все системы в доме, находясь вдали от него. То же самое можно сделать и с отдельной розеткой. [1]

2. Оборудование, обеспечивающее безопасность жилища. Включает в себя аварийное оповещение, видеонаблюдение, охранные системы, контроль доступа, умные шлагбаумы и автоматические ворота.

3. Понятие климат – контроль. Включает в себя вентиляцию, кондиционирование, отопление, теплые полы.

4. Мультимедиа. Подразумевает под собой: мультитрум, телевидение, медиасервер и источники контента.

Реализация концепции «умного дома» получила достаточное распространение при строительстве малоэтажных домов. Однако в многоквартирных домах эти технологии только начинают осваиваться. Отсутствие производства технологий умного дома у широкого круга разработчиков в России, а также низкая востребованность, привели к тому, что цена на них высока. Потому позволить их себе могут не все проекты. [2]

«Умный дом» можно выполнить в виде проводной системы. При этом все датчики и панели управления будут соединены между собой кабелем. Это гарантирует высокую надежность и непрерывную работу. Кроме этого, проводной комплекс заранее рассчитан на дальнейшую модернизацию. Из недостатков – трудоемкий и сложный монтаж.

При внедрении беспроводной технологии «умный дом» возникает задача выбора протокола связи между устройствами. Среди наиболее известных: Wi-Fi, Bluetooth, LoRaWAN, ZigBee, Z-Wave, KNX, X10, 1-Wire, Insteon. Технологию необходимо выбирать из соображений требуемой скорости и дальности передачи, а также возможности расширения. У каждой технологии есть свои плюсы и минусы, и каждая подходит для определенных задач. Единого стандарта для объединения разных устройств в одну систему не существует. Каждая система имеет собственное приложение для управления устройствами. Поэтому придётся либо остановиться на каком-то одном производителе с его экосистемой, либо строить умный дом с помощью IoT-роутера, который поддерживает сразу несколько протоколов.

В некоторых многоквартирных домах введены только отдельные элементы умных технологий. В частности, в городе Рязань к системе умный дом от провайдера «Ростелеком» подключена только одна многоэтажная застройка, к которой подведена современная сеть GPON. В данной застройке реализованы системы умного шлагбаума, умного домофона и видеонаблюдения. Сеть подготовлена к дальнейшему развитию и модификации.

Библиографический список

1. Агаджанян Д.М., Тарасевич П.П. Концепция системы «умный дом» // Северо – Кавказский федеральный университет – г. Ставрополь – 2016.

2. Бушухин И.В. «Умные» новостройки: что это и где их искать // Редакция РБК-недвижимости – г. Москва – 2013.

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

С.А. Ермилов

Научный руководитель - Дмитриев В.Т., к.т.н., доцент, заведующий кафедрой РУС

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

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. [1] В настоящее время существующие системы кодирования не соответствуют полному набору этих требований.

При разработке любой новой технологии исследователи должны добиваться технологического совершенства, с одной стороны, и низкой стоимости реализации - с другой. Применительно к методам кодирования речи понятие совершенства подразумевает высокое качество сигнала и малую временную задержку. Стоимость реализации определяют такие факторы, как общая сложность системы и скорость битового потока, необходимая для достижения определенного качества сигнала.

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. [2]

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. Сапожков, В. Михайлов, М. Назаров, Ю.К. Канищев, Ю.Н. Прохоров. [3]

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 Хургина-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.

Библиографический список

1. Шелухин О. И., Лукьянцев Н. Ф. Цифровая обработка и передача речи. М.: Радио и связь, 2000. 456 с.
2. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т. Устойчивость первичных кодеков речевых сигналов на основе представления Хургина-Яковлева к действию акустических шумов.// Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2019. №3 - С.17
3. В.Т. Дмитриев, Е.А. Харланова Алгоритм кодирования речевых сигналов на основе представления Хургина-Яковлева и вейвлет-пакетного разложения в системах компьютерной телефонии. Вестник РГРТУ 2010 № 1 (Выпуск 31)С. 98

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ВИДА ВЕЙВЛЕТ-ПАКЕТА С ЦЕЛЬЮ ЭФФЕКТИВНОГО СЖАТИЯ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА

Т.А. Лобов

Научный руководитель – Дмитриев В.Т., канд. техн. наук, доцент
**Рязанский государственный радиотехнический университет
 имени В.Ф. Уткина**

В качестве системы сжатия речевых сигналов возможно применение преобразований на основе вейвлет-пакетного разложения (ВПР). ВПР является адаптивным и широко используется для сжатия сигналов и их очистки от шумов. Операция сжатия речевых сигналов с удалением малозначимых значений вейвлет-коэффициентов выполняется на основе определенного порогового ограничения, вводимого пользователем в соответствии с той или иной задачей. В вопросе сжатия речевого сигнала необходимо учитывать влияние сжатия на качество данного сигнала. Необходимо найти баланс между степенью сжатия и качеством сжатого сигнала.

С этой целью необходимо определить вид базисного вейвлета, дающий наилучшее качество при наибольшем сжатии. Для нахождения оптимального вейвлета для сжатия речевого сигнала проведено исследование. В качестве исходных речевых сигналов выбрано 3 сигнала с частотой дискретизации 8 кГц и 3 речевых сигнала с частотой 16 кГц. Для каждого из сигналов проведено сжатие различными пакетами вейвлетов из библиотеки WaveletToolbox программного обеспечения Matlab [2]. Для выбора оптимального вейвлета для сжатия будем исходить из усредненной субъективной оценки MOS и коэффициента сжатия $K_c = V_c V_0 * 100\%$, представляющего собой процентное отображение объема сжатого файла относительно объема исходного файла.

Для сжатия речевого сигнала выбраны следующие пакеты вейвлетов:

- 1) Вейвлет Хаара («Haar» в библиотеке Matlab)
- 2) Вейвлет Добеши 3 порядка («Db3» в библиотеке Matlab)

3) Биортогональный сплайн вейвлет 3.5 («Bior3.5» в библиотеке Matlab)

4) Вейвлет Мейера («Mey» в библиотеке Matlab)

Для каждого вида вейвлета последовательно изменялись уровни разложения от 2 до 5, с целью выбора оптимального уровня разложения для получения более высоких показателей качества и сжатия. Средние результаты сжатия речевых сигналов для различных видов вейвлет пакетов и различном уровне разложения приведены в таблице.

Wavelet Packet	2 Level		3 Level		4 Level		5 Level	
	MO S	Kc (%)	MO S	Kc (%)	MO S	Kc (%)	MO S	Kc (%)
Haar	3,3 13	42	2,8 99	28	2,7 13	25	2,6 42	23
Db3	4,1 96	63	3,6 20	58	2,9 92	54	2,9 89	48
Bior3.5	4.2 70	60	4.0 83	53	3.3 42	48	2.9 75	42
Mey	4.4 02	62	4.1 61	55	3.1 27	51	2,6 57	44

Выберем вид вейвлет пакета с наилучшим качеством, при условии, что коэффициент сжатия не превышает 50% (В этом случае исходный сигнал сжат как минимум в 2 раза)

Как видно из таблицы, Биортогональный сплайн вейвлет 3.5 (bior3.5) с уровнем разложения 4 даёт наилучшее качество сжатого сигнала при удовлетворении требования по коэффициенту сжатия. Данный вид вейвлет пакета на 4-м уровне разложения позволяет сжать сигнал чуть более, чем в 2 раза, при этом обладает достаточным уровнем качества, по субъективной оценке, MOS.

Таким образом, биортогональный сплайн вейвлет 3.5 с уровнем разложения 4 обеспечивает наиболее качественное сжатие сигнала, по сравнению с другими видами вейвлет пакетов из библиотеки Matlab.

Библиографический список

1. В.Т. Дмитриев, Е.А. Харланова. «Алгоритм кодирования речевых сигналов на основе представления Хургина-Яковлева и вейвлет-пакетного разложения в системах компьютерной телефонии» ISSN 1995-4565/ Вестник РГРТУ. 2010. №31. с. 98
2. Смоленцев Н. К. Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в MATLAB. – М.: ДМК Пресс, 2009 – 448 с.: ил.

СРАВНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ СПЕКТРАЛЬНЫХ ДИАПАЗОНОВ ПО КОМБИНИРОВАННОМУ ОБЪЕКТИВНОМУ ПОКАЗАТЕЛЮ КАЧЕСТВА

П.Н. Сконников

Научный руководитель – В.Т. Дмитриев

канд. техн. наук, доцент

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

В настоящее время в различных областях науки и техники широкое распространение получают системы улучшенного видения. Такие системы применяются как для увеличения дальности обзора при малой метеорологической дальности видимости из-за осадков и особенностей атмосферы [1], так и для обеспечения видения в подводной среде [2...4]. В задачах проведения поисково-спасательных работ системы улучшенного видения основаны на комплексировании изображений, поступающих от сенсоров различных спектральных диапазонов.

Для комплексирования изображений телевизионного и инфракрасных каналов разработаны различные алгоритмы. В основе этих алгоритмов могут лежать следующие принципы: усреднение, анализ низкочастотных и высокочастотных составляющих, оценка информативности, добавление отличий, выделение локальных контрастов, пирамида Лапласа, вейвлет-преобразование, анализ главных компонент, трёхмерный фильтр нижних частот, метод максимума, степенное преобразование, приоритет телевизионного канала, морфология Пытьева, диффузная морфология, локальное весовое суммирование.

Сравнение результатов применения этих алгоритмов производилось по комбинированному объективному показателю качества комплексирования изображений с использованием специально созданной базы [5]. При этом проводилось два эксперимента. Первый эксперимент состоял в оценке качества результирующих изображений непосредственно после комплексирования. Во втором эксперименте перед оценкой качества результирующие изображения приводились к одинаковому динамическому диапазону яркостей.

По результатам обоих экспериментов получено, что наилучшее качество комплексирования обеспечивает алгоритм на основе локального весового суммирования [6]. Данный алгоритм обеспечил значение комбинированного объективного показателя качества 0,845.

Библиографический список

1. Ю.В. Визильтер, С.Ю. Желтов, А.В. Бондаренко, М.В. Осоков, А.В. Моржин. Обработка и анализ изображений в задачах машинного зрения. М.: Физматкнига, 2010. 672 с.
2. С.Н. Кириллов, В.Т. Дмитриев, Л.В. Аронов. Wireless System of High-Speed Underwater Optical Communication for Transmission for Videodata from a Board of a Submersible/ 2018 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon), Vladivostok, Russia, 2018, pp. 1-4. doi: 10.1109/FarEastCon.2018.8602498.
3. S. Kirillov, V. Dmitriev, L. Aronov, P. Skonnikov, A. Baukov. Improved Quality Video Transmission by Optical Channel from

- Underwater Mobile Robots // Recent Research in Control Engineering and Decision Making. – Cham: Springer, 2019. – pp. 227-239.
4. С.Н. Кириллов, И.В. Косткин, В.Т. Дмитриев. Оптический канал передачи видеоизображений с подводных мобильных роботов для разных типов волн и климатических зон. // Морские информационно-управляющие системы. 2014. № 3 (6). С. 44-51.
 5. С.Н. Кириллов, П.Н. Сконников. Оптимизация комбинированного объективного показателя качества комплексирования изображений различных спектральных диапазонов // Сб. докл. 22-й Международной конференция «Цифровая обработка сигналов и её применение – DSPA-2020». – Москва, 2020. – С. 592–596.
 6. В.Т. Дмитриев, П.Н. Сконников. Алгоритм комплексирования изображений различных спектральных диапазонов для систем улучшенного видения // Перспективные технологии в средствах передачи информации – ПТСПИ-2021: Материалы 14-ой международной научно-технической конференции. Владимир: ВлГТУ, 2021. С. 233-236.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ РЕЧЕВОГО ВОКОДЕРА ДЛЯ СИСТЕМ ПОДВИЖНОЙ РАДИОСВЯЗИ

В. А. Шамаков

Научный руководитель – Дмитриев В. Т., зав. кафедрой РУС,
к-т техн. Наук, доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Так как в современном мире все больше и больше абонентов пользуются услугами передачи речи, то возникает необходимость обслуживания большого количества пользователей в условиях ограниченной полосы частот. Для решения этой проблемы используются вокодеры. Они состоят из двух частей: анализирующей и синтезирующей. Соответственно, в анализирующей части происходит компрессия речевых сигналов и представление их в более сжатом виде. Это позволяет значительно снизить количество передаваемой информации в единицу времени, а соответственно и ширину занимаемого канала. На приемном конце с помощью определенных алгоритмов восстанавливается речевое сообщение, поэтому она и называется синтезирующей частью [1].

В зависимости от алгоритма существует большое количество различных вокодеров. В данной работе рассмотрен вокодер с линейным предсказанием. Кодирование по данному методу заключается в том, что необязательно передавать в канал связи все отсчеты речевого сигнала, а можно восстанавливать их с помощью линейной комбинации предшествующих отсчетов. Это возможно благодаря наличию корреляционных связей между отсчетами на коротких отрезках речи (20-30мс). В анализирующей части необходимо пропустить речь через фильтр линейного предсказания для устранения этих связей. Фильтр

синтезируется на основе коэффициентов отражения, рассчитанных с помощью алгоритма Левинсона-Дурбина в матричном виде.

В итоге передаваться будут остаточный сигнал, получившийся на выходе фильтра и коэффициенты отражения. Данные параметры требуют меньшего числа бит для передачи и соответственно могут передаваться более низкой скоростью. На приемной стороне на основе пришедших коэффициентов формируется фильтр-синтезатор, но уже с обратной передаточной характеристикой. Остаточный сигнал, пришедший из канала, пропускается через данный фильтр и на выходе фильтра получается восстановленный сигнал, похожий на передаваемый.

Также необходимо учитывать влияние помех на передаваемые параметры, поэтому возможно применение представления Хургина – Яковлева. Оно заключается в том, что речевой сигнал представляется в виде отсчетов прореженного сигнала и его производной. Это позволяет обеспечивать минимальные ошибки при восстановлении сигнала [2-5]. Сочетание метода линейного прогнозирования и представления алгоритма Хургина-Яковлева позволит добиться качественной работы кодека.

Библиографический список

1. Рихтер С. Г. Кодирование и передача речи в цифровых системах подвижной радиосвязи. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2018. – 302 с.: ил.
2. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т. Adaptive Primary Speech Signals Codecs for Software-Configured Radio Systems// 2020 1st International Conference Problems of Informatics, Electronics, and Radio Engineering (PIERE) | 978-1-7281-8990-1/20/.00 ©2020 IEEE | DOI: 10.1109/PIERE51041.2020.9314648 IEEE Catalog Number: CFP20Y62-ART ISBN: 978-1-7281-8990-1 –С. 32-38
3. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т. Устойчивость первичных кодеков речевых сигналов на основе представления Хургина-Яковлева к действию акустических шумов.// Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2019. №3 – С.17-25.
4. В.Т. Дмитриев Помехоустойчивость кодеков речи на основе алгоритма Хургина-Яковлева/ Вестник РГРТА Вып. №12, 2003 – С.133-136.
5. С.Н. Кириллов, В.Т. Дмитриев Модификация алгоритма Фиенупа при восстановлении речевой информации по прореженным отсчетам сигнала и его производной. Вестник РГРТУ 2007 № 22. С.7 – 10.

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ АЛГОРИТМА ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ХУРГИНА-ЯКОВЛЕВА

Е.С. Куликова, М.А. Черентаев

Научный руководитель – Дмитриев В.Т.

к.т.н. доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Для цифровой обработки сигналов в системах на основе принципа временного разделения каналов необходимо представить их в виде дискретных отсчётов в определенные моменты времени, что можно сделать на основе теоремы отсчётов, называемой теоремой Котельникова, согласно которой непрерывный сигнал может быть восстановлен по совокупности его дискретных отсчётов. Но реализовать реальные синтезирующие фильтры с конечной импульсной характеристикой на основе т. Котельникова почти невозможно, будет возникать дополнительная ошибка при восстановлении.

Восстанавливать сигналы также позволяет представление Хургина-Яковлева [2], при использовании которого передаются группы прореженных отсчётов сигнала и отсчётов его $N-1$ -ых производных, сдвинутых относительно друг друга на определенный интервал времени. За счёт этого представления возникает возможность параллельной обработки сигналов, обнаружения фальсификаций и реставрация сигнала [1], а при фазовом сдвиге между отсчётами сигнала и отсчётами производной можно получить дополнительный выигрыш в помехоустойчивости. За счет увеличения порядка N по каждому из каналов передается в N раз меньшее количество отсчётов, что позволяет сократить вычислительные затраты.

В ходе работы был рассмотрен синтез фильтров для алгоритма Хургина-Яковлева и проведена оценка точности восстановления исходного сигнала, в связи с возможным возникновением ошибок при взятии производной и не идеальности характеристик фильтров.

Исходный поступающий сигнал разделяется на N каналов, первый из них отвечает за передачу отсчётов сигнала, а последующие за передачу мгновенных значений его $N-1$ производной. Так в каждом канале производной сигнал поступает на дифференциатор, где вычисляется производная соответствующего порядка. Далее сигнал прореживается в N раз и поступает в кодек, где возникают искажения $n(t)$, и затем в канале связи возникают искажения $h(t)$. На приёмной стороне сигналы из различных каналов декодируются, фильтруются и поступают на сумматор, в результате на выходе получается восстановленный сигнал.

Эксперимент проводился в среде автоматизированного проектирования Mathcad. В качестве исходного сигнала был взят аудиофайл с частотой дискретизации 48 кГц. Поочередно было проведено моделирование преобразования Хургина-Яковлева для двух, трех и четырех каналов, в ходе которого было обнаружено, что даже тысячные доли коэффициентов фильтров для трех и четырех каналов могут существенно повлиять на результат восстановления сигнала.

Были получены ошибки восстановления исходного сигнала в зависимости от количества отсчетов для двух, трех и четырех каналов, полученные данные представлены в таблице 1:

Таблица1 – Ошибки восстановления исходного сигнала

Число каналов Число отсчетов	N=2	N=3	N=4
32	306,2 81	20,9 77	16,7 47
64	304,8 68	13,6 85	8,55
128	304,0 3	26,9 48	19,7 42
256	299,2 29	31,3 04	23,5 15
512	301,9 23	31,0 72	2,66 4
1024	273,0 24	31,0 31	21,9 26
2048	292,7 29	22,7 64	21,0 97
4096	295,1 53	22,3 86	20,1 51

Из таблицы 1 можно сделать вывод, что наименьшая ошибка возникает при использовании двух каналов – от 270 до 306 Дб. При увеличении числа каналов ошибка возрастает. Так для трёх каналов величина ошибки составляет от 22 до 31Дб из-за неточности определения ФЧХ, неточности взятия производной и добавляется ошибка аппроксимации фильтра сигнала. А для четырех каналов величина ошибки – от 16 до 22 Дб, что также объясняется неточностью определения производных, ФЧХ и ошибками аппроксимации фильтра сигнала и фильтра первой производной.

Библиографический список

1. С.Н. Кириллов, В.Т. Дмитриев. Алгоритмы защиты речевой информации в телекоммуникационных системах: учеб. пособие / РГРТА, Рязань, 2005. 128 с.
2. Хургин Я.И., Яковлев В.П. Фinitные функции в физике и технике. М.: Наука. 1971. 408с.
3. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т. Устойчивость первичных кодеков речевых сигналов на основе представления Хургина – Яковлева к действию акустических шумов// Вестник РГРТУ. 2019. № 3. С.17-25.
4. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т. Алгоритм адаптации кодеков речевых сигналов к акустическим шумам на основе представления Хургина – Яковлева // Материалы IV Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные

проблемы современной науки и производства». Рязань: РГРТУ. 2019. С. 7-13.

5. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т. Реализационные возможности и помехоустойчивость процедуры восстановления сигналов на основе алгоритма Хургина – Яковлева // Радиотехника. 2003. № 1. С. 73-75.

РАЗРАБОТКА СОВМЕСТНОГО АЛГОРИТМА КОДИРОВАНИЯ И МАСКИРОВАНИЯ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА

Р.С. Спиряков

Научный руководитель – Дмитриев В.Т., канд. техн. наук, доцент
**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

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

Одними из способов защиты информации служат кодирование и маскирование речевого сигнала. Так главной задачей этого подхода служит то, что система должна преобразовать сигнал таким образом, чтобы злоумышленники не смогли получить нужной информации. [1]

Разработка совместного алгоритма кодирования и маскирования речевого сигнала предназначенная для более защищенной передачи данных. Не смотря на существование большого количества работ, посвященных защите информации для данных, вышеуказанный метод основывается на использовании представления Хургина-Яковлева, с последующим кодированием речевого сигнала. [2]

Исходный сигнал в аналоговой форме поступает на аналого-цифровой преобразователь. Сигнал дискретизируется, далее применяется преобразования Хургина-Яковлева и происходит распараллеливание сигнала, после чего несколько потоков поступают на 8-битный квантователь, который имеет линейную характеристику квантования. После этого происходит вторичное кодирование сигнала, которое может проводиться как со всем потоком сразу, так и с каждым в отдельности. Вторичное кодирование может производиться в зависимости от поставленной задачи 2 методами.

Согласно первому методу, блок вторичного кодирования осуществляет кодирование серий коэффициентов разложения без потерь, а также формирование последовательного потока информации.

Согласно второму методу, блок вторичного кодирования использует гибридную модель, которая использует преимущества декомпозиции речи на периодическую и аperiodическую компоненты для участков вокализованной речи и CELP-модели – для нестационарных (переходных) участков. [3]

Так, применяя данный алгоритм, можно увеличить защиту передаваемой информации, по сравнению с применением с отдельными методами во много раз.

Библиографический список

1. В.Т. Дмитриев, Д.И. Лукьянов Алгоритм маскирования на основе представления Хургина-Яковлева с использованием производных второго и третьего порядков. Вестник РГРТУ 2012 №4.- С.13-17.

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. Дмитриев В.Т. Адаптация кодека CELP к воздействию акустических помех// Вестник рязанского государственного радиотехнического университета. 2021. № 76, - С.25-34.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ШУМОВ

Г. П. Мазаев

Научный руководитель – А. Ю. Паршин

к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Радиотехнические устройства подвергаются негативному воздействию шумов, так как они возникают во всех электронных компонентах. Требуется обеспечивать меры противодействия влиянию шумов, и эта проблема будет актуальна всегда, потому что с течением прогресса к новым электронным устройствам предъявляются более строгие требования к подавлению шумов.

Электронный шум состоит из нескольких составляющих. Кроме белого гауссовского шума, имеющего равномерное распределение спектральной плотности мощности, присутствует низкочастотная составляющая, представляющая особый интерес.

Фликкер-шум ($1/f$ -шум, розовый шум) – аномальные флуктуации, для которых характерна обратно пропорциональная зависимость спектральной плотности мощности от частоты [1]. На осциллографе с высоким разрешением развертки он имеет вид медленно меняющегося сигнала, на который накладывается более высокочастотный шум. Еще одно название этого шума – розовый шум – также предполагает наличие значительных низкочастотных составляющих. Фликкер-шум присутствует во всех физических системах и во всех естественных науках. Например, погодные/климатические модели имеют $1/f$ -компонент [2].

Спектр фликкер-шума имеет номинальный наклон -10 дБ на декаду, что вдвое меньше, чем наклон частотной характеристики RC-цепи 1 порядка. Фактический наклон частотной характеристики может несколько меняться, но это не сильно сказывается на его поведении. Обычно спектр фликкер-шума выглядит неравномерным, с провалами и плоскими участками [2].

В первом приближении при моделировании фликкер-шума можно воспользоваться простейшей моделью, чтобы получить временные

отсчеты процесса. Такая модель работает следующим образом: задается спектр шума формулой

$$s(f) = n + e^{-f/a}, \quad (1)$$

где n - случайная равномерно распределенная величина, a - коэффициент затухания. Чтобы получить процесс во временной области, к выражению (1) нужно применить обратное преобразование Фурье. Результат работы такой модели приведен на рис. 1.

Однако, модель шума, в которой были бы отражены все его свойства, задается при помощи стохастических дифференциальных уравнений [3]. Следующей задачей научно-исследовательской работы будет экспериментальное исследование шумовых свойств реального усилителя и составление полной модели фликкер-шума.

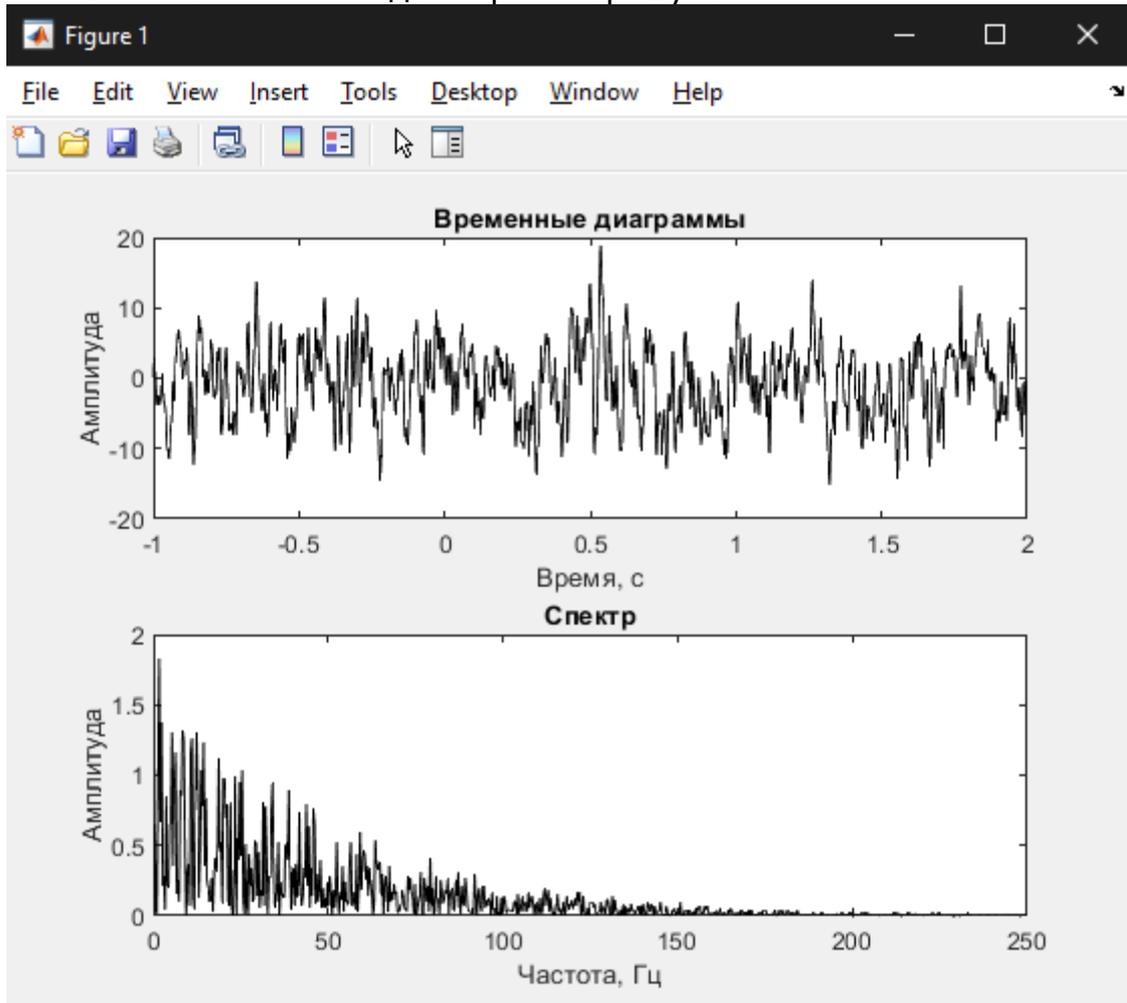


Рисунок 1 - моделирование фликкер-шума

Библиографический список

1. Букингем М., Шумы в электронных приборах и системах. М.: Мир, 1986, 399 с
2. В. Trump, The signal: a compendium of blog posts on op amp design topics. 2017
3. Kaukalys B., Ruseckas J. 1/f Noise from nonlinear stochastic differential equations // Physical Review, 2010

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ ПЕРВИЧНОГО И ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО КОДИРОВАНИЯ

М.С. Смирнов

Научный руководитель – Дмитриев В.Т.

к-т техн. наук, доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В данной статье проводится теоретический анализ выбора оптимального сочетания первичного и помехоустойчивого кодирования, с точки зрения: обеспечения наилучших показателей качества речи на выходе системы, а также задержки, которая возникает при передаче.

Наиболее актуальным вопросом, касаемо качества речи, является влияние шумов, помех и искажений, оказывающие негативное воздействие на восприятие и содержательность переданной речевой информации. С этой целью, необходимо исследовать низкоскоростные, среднескоростные и высокоскоростные первичные кодеки для различной шумовой обстановки и определить наилучшие из них с точки зрения качества речи по шкале MOS. Так, для узкополосных шумов может быть рекомендован низкоскоростной кодек - G.729a (8 кбит/с), который обеспечивает при отношении сигнал/шум $Q = 25$ оценку MOS = 4; для широкополосных помех среднескоростной кодек - G.728i (16 кбит/с), дающий при отношении сигнал/шум $Q = 20$ оценку MOS = 3,9; и для импульсных помех - G.726 (24 кбит/с), имеющий при отношении сигнал/шум $Q = 23$ оценку MOS = 3,8 [1]. Данные типы кодеков обеспечивают высокое качество речи при действии шумов и помех. При разработке системы передачи речевой информации может быть задействована адаптация в зависимости от помеховой обстановки, что значительно улучшит качество связи.

Применительно к помехоустойчивому кодированию - необходимо использовать коды с высокой исправляющей (корректирующей) способностью, что приведет к увеличению помехоустойчивости системы. Предлагается рассматривать таковыми помехоустойчивые кодеры на основе кода Хэмминга и Боуза-Чоудхури-Хоквингема (БЧХ). Преимущество данных помехоустойчивых кодеков заключается в том, что их область применения лежит для систем с каналами низкого качества, в которых требуются небольшие скорости передачи и предъявляются значительные требования к качеству передаваемой речевой информации [2], что дает дополнительные наилучшие характеристики с точки зрения защиты и качества речи.

В рекомендациях института *ITU-T* в разделе G.114 определены требования к качеству передачи речи [3]. Если сквозная задержка при передаче речевого сигнала в одну сторону не превышает 150 мс, то качество передачи речи можно считать хорошим, имеющим MOS в диапазоне от 3,5 до 4. Следовательно, использование элементов помехоустойчивого и первичного кодирования должно вносить минимальную задержку при передаче речи, что зависит от выбранных элементов в системе передачи речевой информации. Как таковое увеличение задержки при передаче происходит по тому, поскольку кодирование применяется не к отдельным значениям, а к некоторому их

массиву (набору), в котором перед преобразованиями происходит накопление в буфере памяти. Следовательно, задержку можно уменьшать, увеличивая мощность процессора, или наоборот. Также, задержка в передаче речи связана непосредственно из характера метода сжатия.

Библиографический список

1. 1.В.Т. Дмитриев, А.Ф. Янак. Исследование воздействия акустических шумов на первичные кодеки речевых сигналов. – Рязань : Вестник РГРТУ №56, 2016. – 43 с.
2. С.Н. Кириллов, В.Т. Дмитриев, Д.Е. Крысяев, С.С. Попов. Исследование качества передаваемой речевой информации при различном сочетании алгоритмов кодирования источника и канала связи в условиях действия помех. - Рязань : Вестник РГРТУ №23, 2008. – 55 с.
3. Передача речи по IP-сети. Задержка и меры по уменьшению ее влияния [Электронный ресурс]. URL: <https://intuit.ru/studies/courses/8/8/lecture/243%20-> (дата обращения 25.10.2021).

РАЗРАБОТКА ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА АЛГОРИТМОВ УМЕНЬШЕНИЯ ВИДИМОСТИ ЧАСТИЦ ДОЖДЯ НА ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЯХ

А.А. Бауков

Научный руководитель – Дмитриев В.Т.

канд. техн. наук, доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В публикациях [1, 2], рассматривающих обнаружение и уменьшение видимости частиц атмосферных осадков на видеоизображениях, вопрос о показателях качества (ПК) таких алгоритмов недостаточно проработан. Так, в работе [1] авторы пользуются только субъективной оценкой эффективности устранения дождевых частиц рассмотренными алгоритмами. В статье [2] в качестве критерия уменьшения видимости частицы осадков применяется дисперсия значений интенсивности пиксела в различные моменты времени, но данный показатель часто ошибочен при малом изменении интенсивности пиксела, затронутого частицей дождя, и даже при небольшом изменении освещённости фона во времени. Интересным является подход, предложенный в работе [3], в основе которого лежит эталонная оценка, при которой производится обработка видео с смоделированными атмосферными осадками, а затем результат обработки сопоставляется с исходным (эталонным) видеоизображением, не содержащем осадков. Данная оценка хорошо соотносится с субъективной, но точность такого критерия зависит от качества моделирования осадков на видеоданных. Таким образом, является актуальной задача разработки объективного безэталонного ПК алгоритмов уменьшения видимости частиц атмосферных осадков на видеопоследовательностях.

В результате исследований видеоизображений с атмосферными осадками в виде дождя установлено, что при съёмке статичной камерой изменения интенсивности пикселей неподвижного фона обусловлены

только падением частиц осадков, шумом камеры и колебаниями освещённости. При этом распределение во времени значений интенсивности таких пикселей является либо асимметричным бимодальным с большей модой в левой части (соответствующей меньшим значениям интенсивности) гистограммы и меньшей модой в правой части, либо асимметричным унимодальным с единственной модой в левой части гистограммы и «хвостом» в правой. Большая мода в первом случае или единственная мода во втором соответствуют моментам времени, когда пиксель не затронут частицей дождя, а меньшая мода или «хвост» гистограммы соответствуют моментам появления капли в пикселе. В любом случае распределение имеет значительную положительную асимметрию, что объясняется тем, что моментов времени, в которых отдельный пиксель затронут каплей дождя, намного меньше, чем моментов, когда он не подвержен воздействию осадков. Если пиксель в течение определённого отрезка времени, например, 3 секунды, не искажён частицей, что может соответствовать правильной работе алгоритма уменьшения видимости осадков, то рассматриваемое распределение является симметричным унимодальным, близким к нормальному. Таким образом, по форме гистограммы распределения во времени значений интенсивности пиксела можно судить о воздействии на данный пиксель частицы осадков в данный отрезок времени.

Для оценки степени бимодальности распределения существует коэффициент бимодальности Сарле, который для случая конечной выборки описывается формулой [4]:

$$k_s = \frac{a^2 + 1}{e + \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}},$$

где a – выборочный коэффициент асимметрии, e – выборочный коэффициент эксцесса, n – размер выборки, в данном случае – число моментов времени (последовательных кадров). При $k_s > 0,555$ распределение является бимодальным или мультимодальным, при $k_s < 0,555$ – унимодальным [4]. В работе [4] отмечено, что коэффициент Сарле также относит к бимодальным (то есть $k_s > 0,555$) сильно асимметричные унимодальные распределения. Это позволило взять данный критерий за основу разрабатываемого ПК.

Так как для распределения во времени значений интенсивности пиксела, затрагиваемого каплями, характерна прежде всего положительная асимметрия, необходимо учесть знак a . Для учёта большего положительного изменения интенсивности пиксела при попадании в него частицы дождя целесообразно ввести в разрабатываемый ПК множитель $D/8$, где D – диапазон изменения интенсивности пиксела за рассматриваемый отрезок времени, 8 – минимально заметное увеличение интенсивности, вызванное каплей.

Таким образом, модификация коэффициента Сарле имеет вид:

$$Q = \text{sign}(a)k_s D/8,$$

где $\text{sign}(a)$ – знак выборочного коэффициента асимметрии. При $Q > 0,555$ пиксель подвержен воздействию капли в рассмотренный промежуток времени, при $Q < 0,555$ (в том числе и при отрицательных Q) – не подвержен. Выполнено экспериментальное исследование данного

критерия и определены уровни ошибок [3] первого (3,96%) и второго (2,12%) рода.

На основе модифицированного коэффициента Сарле предложен следующий ПК алгоритмов уменьшения видимости частиц дождя: обработанное тем или иным алгоритмом видеоизображение делится на отрезки длительностью по 3 с, в каждом отрезке для каждого пикселя рассчитывается значение Q и определяется наличие или отсутствие капли дождя в пикселе по описанному выше критерию. Затем подсчитываются все пиксели с обнаруженными таким образом необработанными частицами дождя. Полученное число пикселей является количественной мерой качества работы того или иного алгоритма устранения видимости частиц осадков на видеоизображениях.

Библиографический список

1. Jia Z., Wang H., Caballero R.E., Xiong Z., Zhao J., Finn A. A two-step approach to see-through bad weather for surveillance video quality enhancement // Machine Vision and Applications. 2012. Vol. 23. No. 6. P. 1059-1082.
2. Garg K., Nayar S.K. Vision and rain // International Journal of Computer Vision. 2007. Vol. 75. No. 1. P. 3-27.
3. Бауков А.А. Разработка решающего правила обнаружения частиц дождя в целях улучшения качества видеоизображений // Сб. трудов III Международного науч.-техн. форума СТНО-2020. 2020. Т. 1. С. 157-163.
4. Pfister R., Schwarz K., Janczyk M., Dale R., Freeman J. Good things peak in pairs: a note on the bimodality coefficient// Frontiers in Psychology. 2013. V.4.

ВЕРОЯТНОСТЬ ОШИБКИ ПРИЕМА СИГНАЛОВ В БЕСПРОВОДНЫХ МІМО СИСТЕМАХ ПРИ НАЛИЧИИ ПОМЕХ

НгуенВ. Н. Т.

Научный руководитель – Паршин Ю.Н.

д-р техн. наук, профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

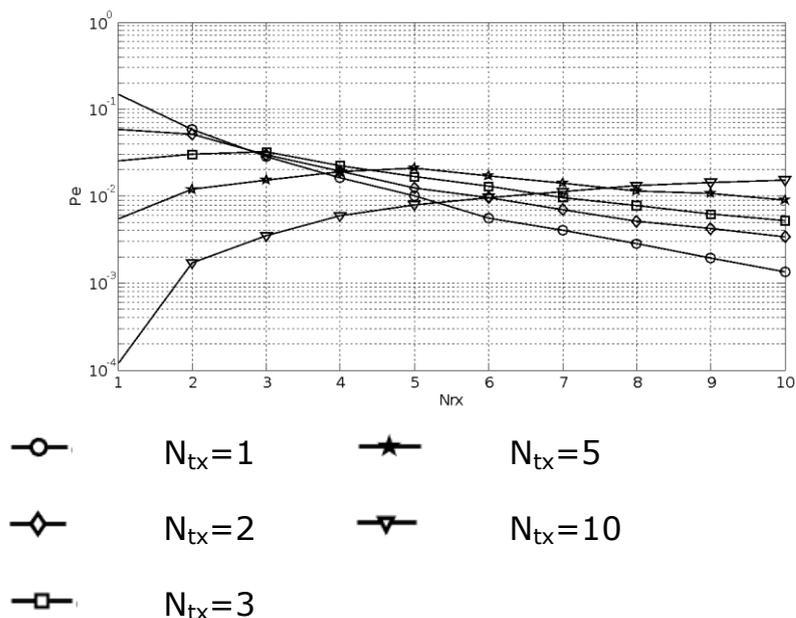
В условиях ограниченного частотного ресурса применяются методы пространственного формирования и обработки сигналов [1]. Для уменьшения влияния помех в беспроводных системах связи используются МІМО (MultipleInputMultipleOutput) системы [2, 3] с несколькими антеннами на приемном и передающей сторонах. Такие системы обеспечивают эффективное уменьшение замираний сигналов за счет использования методов пространственно-временного кодирования и декодирования, а также подавления помех.

В докладе рассматривается анализ влияния количества приёмных антенн на вероятности ошибки приема сигналов в беспроводных МІМО системах при наличии помех. Полученные результаты позволяют установить необходимое число антенн, при котором достигается заданная эффективность подавления помех и вероятность ошибки.

Результаты исследований, представленные в настоящей работе, были получены путем моделирования в пакете MATLAB. Для описания свойств MIMO канала используется матрица \mathbf{H} размерностью $N_{rx} \times N_{tx}$, где N_{tx} – число передающих антенн, N_{rx} – число приёмных антенн. Комплексные канальные коэффициенты h_{ij} , $i=1, \dots, N_{rx}$, $j=1, \dots, N_{tx}$ характеризуют флюктуации амплитуды и задержку (сдвиг по фазе) сигнала от j -й передающей антенны при приеме i -й приемной антенной. Канальные коэффициенты являются комплексными, в общем случае коррелированными гауссовскими величинами: $h_{ij} = a_{ij} + jb_{ij}$, где a_{ij} , b_{ij} – гауссовские случайные величины.

Анализ пропускной способности MIMO системы при действии пространственно коррелированных помех проведен в работе [4] в предположении, что пространственные характеристики сигнала, помех и среды распространения известны. Вместе с тем пропускная способность характеризует предельное качество MIMO системы, а реальная скорость передачи информации может значительно отличаться. Поэтому в данной работе проводится анализ вероятности битовой ошибки в MIMO системе при действии пространственно коррелированных помех и пространственном кодировании и декодировании в пространстве собственных лучей. Рассматривается случай двоичной фазовой модуляции, BPSK. Полная мощность, излучаемая всеми передающими антеннами поддерживается постоянной. Для пространственного кодирования и декодирования используется метод собственных лучей.

На рисунке приведены зависимости вероятности ошибки от числа приемных антенн при различном числе передающих антенн. При однолучевом распространении сигнала вероятность ошибки увеличивается, если угловое положение сигнала совпадает с угловым положением помехи. При многолучевом распространении сигнала и некоррелированных коэффициентах h_{ij} вероятность ошибки не зависит от углового положения помехи.



Результаты анализа позволяют установить, что зависимость вероятности ошибки от количества приёмных антенн немонотонная. При $N_{rx} < N_{tx}$ вероятность ошибки увеличивается при увеличении числа приемных антенн, а при $N_{rx} > N_{tx}$ вероятность ошибки уменьшается при увеличении числа приемных антенн. Причиной этого является увеличение скорости передачи информации при увеличении числа передающих антенн при $N_{rx} > N_{tx}$.

Библиографический список

1. Сосулин Ю.Г., Костров В.В., Паршин Ю.Н. Оценочно-корреляционная обработка сигналов и компенсация помех. М.: Радиотехника, 2014. – 632 с.
2. Telatar I.E. Capacity of multi-antenna Gaussian channels. // European transactions on telecommunication, 1999, Vol. 10, No 6. – Pp. 585-595.
3. Volker Kuhn. Wireless communications over MIMO channels: Applications to CDMA and multiple antenna systems. John Wiley & Sons, 2006.
4. Колупаева А.С., Паршин Ю.Н. Пропускная способность MIMO системы при наличии пространственно коррелированных помех // Радиолокация, навигация, связь: Сборник трудов XXVI международной научно-технической конференции. Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2020, Т.5. С. 156-161.

МЕТОДЫ ПОДАВЛЕНИЯ ПОМЕХ В РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

А.А. Кудряшова

Научный руководитель – Паршин Ю.Н.

д-р техн. наук, профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В современном мире радионавигационные системы (РНС) применяются в воздушной, наземной и морской навигации. На данный момент в радионавигации довольно актуальной является проблема помехозащищенности РНС. Под помехозащищенностью понимается способность РНС противостоять воздействию помех различного вида.

По эффекту воздействия на подавляемое радионавигационное средство помехи делятся на две группы: маскирующие помехи и имитирующие помехи. Маскирующие помехи имеют мощность, превышающую мощность сигнала, ухудшают точностные характеристики РНС. Имитирующие помехи по своим характеристикам похожи на сигнал и содержат ложную информацию.

Одной из имитирующих помех, которой следует уделить особое внимание в настоящее время, является спуфинг-помеха (spoofing). Спуфинг-помеха опасна тем, что при ее воздействии отсутствует понимание о её наличии, а в приемном устройстве РНС формируется ложная информация. В 1995 году на меморандуме MITER Corporation были предложены меры противодействия спуфингу: дискриминация по амплитуде, дискриминация по времени прибытия, перекрестная проверка работоспособности навигационного инерциального

измерительного блока, поляризационная дискриминация, дискриминация по углу прихода, автономный мониторинг целостности приемника (RAIM), криптографическая аутентификация.

Важной задачей является обнаружение факта наличия спуфинг-помехи. Известны следующие методы обнаружения спуфинга: с помощью контроля мощности сигнала, использование пространственной обработки, дискриминация по времени прибытия, анализ выборочных значений на выходе коррелятора, криптографическая аутентификация.

В результате сравнения различных методов установлено, что при действии помехи, находящейся на земной поверхности, на приемник системы глобальной спутниковой навигации подавление помехи возможно путем пространственной обработки. Для этого применяется формирование луча многоантенной системы и управление нулем диаграммы направленности [1,2]. Рассмотрены различные сценарии пространственного расположения спуфинг-помехи относительно спутников РНС. Проведен анализ эффективности подавления спуфинг-помехи в различных ситуациях.

Библиографический список

1. C. E. McDowell, "GPS Spoofer and Repeater Mitigation System using Digital Spatial Nulling—US Patent 7250903 B1," 2007.
2. S. Daneshmand, A. Jafarnia-Jahromi, A. Broumandan, and G. Lachapelle, "A low complexity gnssspoofing mitigation technique using a double antenna array," GPS World Magazine, vol. 22, no. 12, pp. 44–46, 2011.

АНАЛИЗ И ВЫБОР МОДУЛЯЦИИ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ ДЛЯ СИГНАЛА МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

А.Ю.Соломонова

Научный руководитель - Паршин А. Ю. доцент кафедры РТУ
**Рязанский государственный радиотехнический университет
 имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по проектированию канала связи миллиметрового диапазона и выбора оптимального вида модуляции, соответствующей заявленным требованиям, именно обеспечение минимальной битовой ошибки в условиях плотной городской застройки.

Смоделируем сигнал миллиметрового диапазона длин волн с помощью Simulink (рисунок 1).

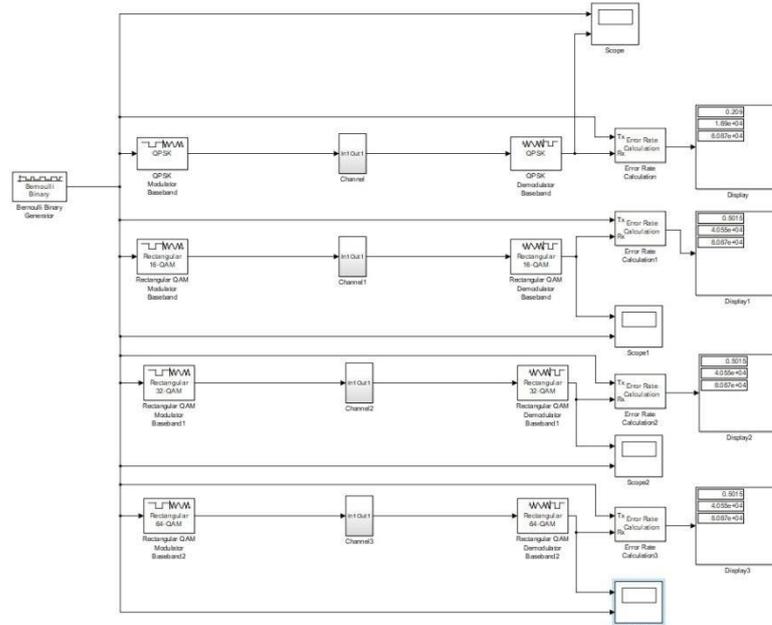


Рисунок 1 - модель сигнал миллиметрового диапазона

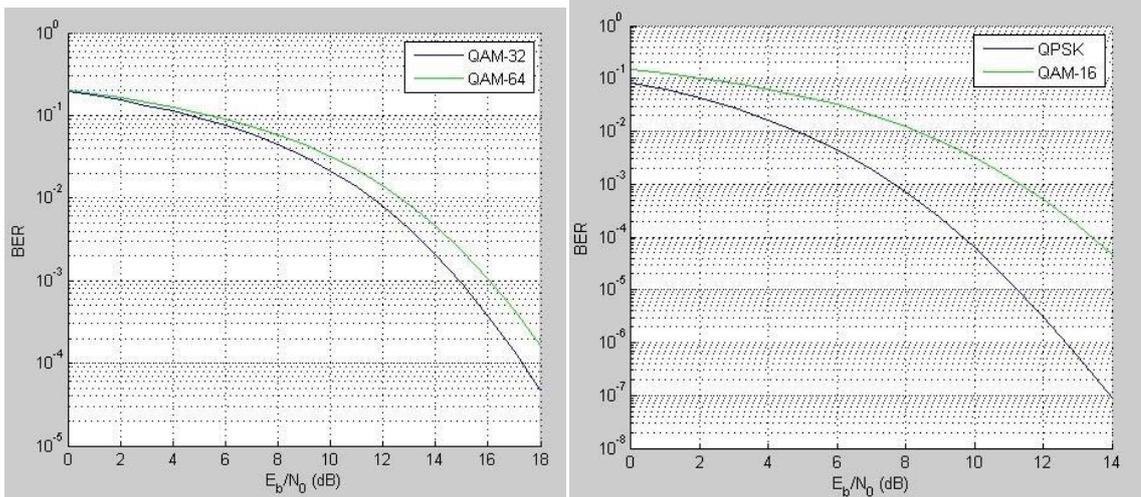


Рисунок 2 – экспериментальные графики зависимости битовой ошибки от ОСШ.

В результате моделирования можно заметить, что QPSK с битовой ошибкой 0,2096 в условия многолучевости шума более выгоден, чем QAM-16, QAM-32, QAM-64 с битовой ошибкой 0,5015.

С помощью Matlab пропишем код зависимости битовой ошибки от ОСШ и выведем на экран полученные графики (рисунок 2).

Выводы:

1. QPSK более выгоден, чем QAM-16, QAM-32, QAM-64 так как битовая ошибка меньше при прохождении через канал с наложением белого Гауссовского шума или канал Райса.
2. Битовая ошибка в многолучевом канале больше. Это может быть связано с тем, что если задержка распространения всех лучей мала по сравнению с длительностью канального символа, то возникает только интерференция волн, приводящая к замираниям или если задержка распространения всех лучей сравнима с

длительностью канального символа, то возникает наложение предыдущих канальных символов на последующие (межсимвольная интерференция). Методы борьбы с замираниями: увеличение мощности, разнесенный прием, АРУ. Методы борьбы с межсимвольной интерференцией: канальный эквалайзер, широкополосные сигналы, управление диаграммой направленности, увеличение защитных интервалов между символами.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕТИ СОТОВОЙ СВЯЗИ ПОКОЛЕНИЯ 5G ДЛЯ ГОРОДА КРИБИ (РЕСПУБЛИКА КАМЕРУН)

НнаБанга Эммануэль Жуниор

Научный руководитель – Езерский В.В д.т.н., профессор

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

В докладе рассматривается проектирование сети сотовой связи 5G для одного из городов Республики Камеруна. В нашей работе приведена краткая история развития мобильной связи, от поколения 1G до 5G. Подробно рассмотрели сеть 5G, ее ключевые элементы, ее потенциальные технологические компоненты и ее различные архитектуры. Также рассмотрены сценарии этой сети: сверхширокополосная мобильная связь (enhanced Mobile Broadband, eMBB), сверхнадежная межмашинная связь с низкими задержками (Ultra-Reliable Low Latency Communication, URLLC), массовая межмашинная связь (Massive Machine-Type Communications, mMTC).

Пятое поколение (5G) сотовых сетей станет технологией, обеспечивающей не только широкополосное соединение, но и облегчит и ускорит оцифровку общества. По мере того как общество становится все более цифровым и глобально связанным, различные отрасли также претерпевают трансформацию, обусловленную информационными и коммуникационными технологиями (ИКТ). В будущем различные вертикальные отрасли, такие как здравоохранение, автомобилестроение, средства массовой информации, заводы и т. д., вызовут передовые требования с точки зрения задержки, устойчивости, покрытия и пропускной способности в сотовой сети. 5G станет основой, на которой эти промышленные варианты использования, такие как удаленная роботизированная хирургия, автономное вождение, поддержка дополненной реальности и т.д, будут развиваться и набирать обороты.

В данной работе мы выбрали необходимые оборудования для успеха нашего проекта, так в экономическом плане (снижение инвестиционных затрат), и так с целью достижения хорошего качества сети. На основании расчётной части видно, что новый стандарт, при средней городской застройке показывает очень хорошие параметры сети. Внедрение технологии 5G критически необходимо для решения проблем связи с которыми сегодня не может справиться стандарт 4G LTE.

Библиографический список

1. А.Н. Степутин, А.Д. Николаев. Мобильная связь по маршруту 6G. ИнфраИнженерия. 2017

КРИПТОГРАФИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ В ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЕ РАДИОСВЯЗИ

К. С. Григорян, В.Н. Столбин, А. С. Зимовнов, Э. А. Сергеев,
М. В. Токарев

Научный руководитель – Помазанов А. В., к. техн. наук, доцент

Южный федеральный университет

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по криптографической защите речевой радиосвязи. В рамках данной работы рассматриваются три шифра (Магма, Present и Clefia), а также возможность их применения в шифровании речи в цифровом радиоканале.

Необходимо обозначить ряд требований, выдвигаемых к алгоритмам шифрования, для решения обозначенной проблемы. Одно из таких требований – пропускная способность. Так как частота дискретизации в системах передачи речевой информации (канал тональной частоты) принимается равной 8 кГц, а разрядность АЦП берётся равной 8 бит, то пропускная способность (скорость передачи информации) такой системы должна быть около 64 Кбит/с. Ещё одно важное требование – минимальная задержка. Так как в устройствах передачи и приёма речевой информации используется низкоресурсная элементная база, сложный алгоритм может внести задержку передачи, что может привести к существенным неудобствам. Задержка в 0,3 секунды затрудняет диалог абонентов, а при задержке в 1 секунду – диалог и вовсе становится невозможным [1].

Первый рассматриваемый шифр – «Магма». Данный алгоритм шифрования является одним из отечественных стандартов. В основе алгоритма «Магма» лежит сеть Фейстеля.

Одно из важнейших достоинств шифра «Магма» - эффективность на низкоресурсной элементной базе. В результате исследований сингапурских специалистов было доказано, что «Магма» имеет большое преимущество по количеству условных вентилей перед другими современными алгоритмами шифрования [2]. Ещё одно достоинство данного алгоритма – стойкость к дифференциальному и линейному криптоанализу. Это было достигнуто путём подбора подстановок таким образом, что угроза вышеописанных методов криптоанализа была сведена на нет.

Блочный шифр Present — является одним из видов SP-сети состоящий из 32 раундов.

Present является одним из самых компактных криптоалгоритмов: существует оценка, что для аппаратной реализации PRESENT требуется приблизительно в 2,5 раза меньше логических элементов, чем для AES [3].

Шифр Present стоек к криптоанализу. Было подсчитано, что вероятность единственной 25-раундовой дифференциальной

характеристики ограничена 2^{-100} . Также Present имеет высокую стойкость к линейному криптоанализу. Данный способ криптоанализа шифра потребует порядка 2^{84} известных пар открытых текстов и шифротекстов[4].

CLEFIA – 128-битный блочный шифр, поддерживающий длины ключей 128, 192 и 256 бит, структурно реализованный сетью Фейстеля. Особенность данного алгоритма заключается в механизме переключения рассеивания (DiffusionSwitchingMechanism – DSM), обеспечивающую защиту от линейного и дифференциального криптоанализа [5]. Он обладает высокой эффективностью, особенно в аппаратных реализациях, а количество вентилей для шифрования и дешифрования составляет 2604 GE [6].

Сравнение характеристик рассмотренных шифров приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение характеристик шифров «Магма», Clefia, Present

Алгоритм	«Магма»	Clefia	Present
Размер ключа	256	128, 192, 256	80, 128
Размер входного блока	64	128	64
Количество раундов	32	18, 22, 26	31
Количество вентилей, GE	800	2604	1570

Библиографический список

1. Кравченко В.Б. Защита речевой информации в каналах связи // Специальная техника. 1999 №4. С. 2-9; №5. С. 2-11.
2. A Poschmann, S. Ling, H. Wang, 256 bit standardized crypto for 650 GE – GOST revised, CHES 2010, LNCS 6225, pp. 219-233, 2010.
3. M. Katagi, S. Moriai, Lightweight Cryptography for the Internet of Things, Sony Corporation, 4 p, 2012
4. Bogdanov, L.R. Knudsen, G. Leander, C. Paar, A. Poschmann, M.J.B. Robshaw, Y. Seurin, C. Vikkelse, PRESENT: An Ultra-Lightweight Block Cipher, Cryptographic Hardware and Embedded Systems - CHES 2007, pp. 450-466, 2007
5. Бабенко Л. К. Криптографическая защита информации: симметричное шифрование / Л. К. Бабенко, Е. А. Ищукова. – Таганрог: Издательство Южного Федерального Университета, 2015. – 224 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕДУР КОНФИГУРАЦИИ СИГНАЛИЗАЦИИ БАЗОВОЙ СТАНЦИИ СОТОВОЙ СВЯЗИ NOKIAULTRASITE

М.Ю.Дружков, В.А.Ерофеев, С.В.Григорьев.

Научный руководитель – Шустиков.О.Е

доцент техн. наук, преподаватель

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина

В данной работе изучена архитектура базовой станции сотовой связи NokiaUltraSite, конфигурация её модулей и настройка параметров. Исследование режимов работы базовой станции сотовой связи NokiaUltraSite, конфигурация A-bis интерфейса и пучка звеньев сигнализации. Изучение характеристик, состава, технических возможностей и архитектуры лабораторного комплекса базовой станции NokiaUltraSite, освоение принципов управления и конфигурации, получение практических навыков работы на базовой станции, поможет студентам в последующей эксплуатации и работы в будущем. Базовая станция NokiaUltraSite включает в себя корпус, представляющий из себя шкаф с помещенными в него блоками. Всю работу базовой станции обеспечивают ее внутренние блоки (модули). На рисунке 2 представлено расположение блоков внутри корпуса.

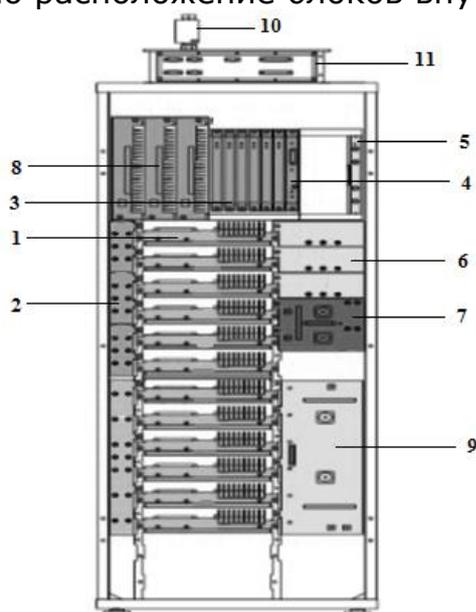


Рисунок 2 — Расположение блоков внутри корпуса. Взаимодействие мобильной станции с базовой происходит в двух направлениях: по нисходящему и восходящему. По восходящему пути базовая станция получает сигналы от мобильной, а по нисходящему происходит обратный процесс. Сигналы, идущие по восходящему и нисходящему каналу, передаются через радио-интерфейс на разных частотах. На рисунке 3 представлены восходящий и нисходящий сигнальные пути.

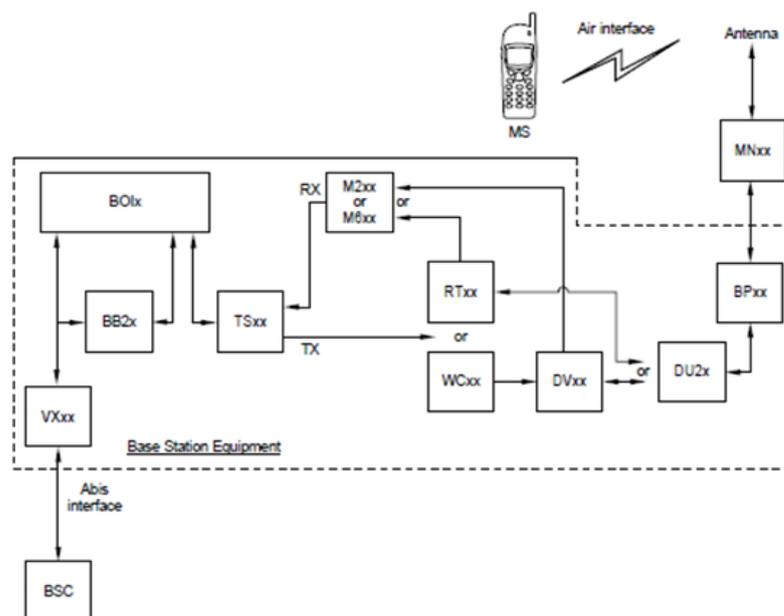


Рисунок 3 — Восходящий и нисходящий сигнальные пути

Конфигурация NokiaUltraSite BTS осуществляется с помощью программы, установленной на ПК, NokiaSiemensNetworksBTSManger. Конфигурация БС состоит из следующих этапов: это настройка подключения, добавление блоков, установление между ними связи и настройка антенны.

Вывод: Таким образом, благодаря данным методическим указаниям было проведено уже 20 лабораторных работ, которые помогли изучить характеристики, состав, технические возможности и архитектуру комплекса базовой станции NokiaUltraSite. Так же студенты освоили принципы управления и конфигурации станции, получили практические навыки работы на ней.

Библиографический список

1. Системы сотовой телефонии. Принципы построения систем сотовой телефонии [Электронный ресурс], URL: https://studopedia.su/3_29309_sistemi-sotovoy-telefonii-printsipi-postroeniya-sistem-sotovoy-telefonii.html (дата обращения 31.01.18).
2. Сюваткин В.С. Технологии беспроводной связи: НГТУ; Сост: В.С. Сюваткин. Н.Новгород, 2002.
3. Громков Ю.А. Сотовые системы подвижной радиосвязи. Технологии электронных коммуникаций: Том 48. "Эко-Трендз". Москва. 1994.
4. Reference manual Nokia UltraSite BTS EDGE PART 1.5. Reference manual Nokia UltraSite BTS EDGE PART 2
5. Гольдштейн Б.С. Сигнализация в сетях связи. – М.: Радио и связь, 1997.

ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРТОЧНОГО КОДИРОВАНИЯ В БОРТОВЫХ РАДИОТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ВИДЕОКОНТРОЛЯ

С.О. Алексенко

Научный руководитель – Дмитриев В.Т.

к-т техн. наук, доцент каф. РУС

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Правильность функционирования составных частей большинства сложных технических объектов (СТО) во время цикла эксплуатации контролируется с помощью обработки и анализа радиосигналов, сформированных на борту объекта, которые содержат телеметрическую информацию (ТМИ). Данная телеметрическая информация количественно характеризует состояние различных систем управления, которые могут быть установлены на борту объекта [1]. Однако в ряде ситуаций, проведение исключительно количественной оценки телеметрической информации недостаточно для однозначного определения состояния объекта. В таких ситуациях целесообразным является применение систем видеоконтроля. Применение систем видеоконтроля на СТО позволяет более эффективно использовать объект, путем повышения точности идентификации его состояния и положения в пространстве [2].

Одним из перспективных видов кодирования является сверточное кодирование. Применение сверточного кодирования является высокоэффективным средством борьбы с шумами в цифровых системах связи. В подавляющем большинстве спутниковых систем связи, в основном, используются непрерывные сверточные коды.

На сегодняшний день в рассматриваемой системе видеоконтроля применяется кодирование по методу Рида-Соломона. Однако применение кодирования по методу Рида-Соломона к кадру группового телеметрического радиосигнала БСВК не обеспечивает существенный выигрыш в значении вероятности битовой ошибки в канале передачи информации [3].

Применение рассматриваемой системы видеоконтроля (при манипуляции вида OQPSK с кодированием по методу Рида-Соломона) обеспечивает достижение вероятности битовой ошибки $P_{b.e.}=10^{-4}$ при значении среднего отношения сигнал-шум в канале передачи информации $q=7,7$ дБ.

В случае применения к кадру сверточного кодирования с задающими полиномами, $g_1=171, g_2=133$, и длиной кода $k = 7$ обеспечивается достижение вероятности битовой ошибки при снижении значения среднего отношения сигнал-шум в канале передачи информации на 1,8 дБ (с 7,7 до 5,9 дБ).

Таким образом показано что, доработка бортовой системы видеоконтроля в части применения сверточного кодирования кадра телеметрического радиосигнала позволит повысить помехостойчивость, а значит является актуальной.

Библиографический список

1. Круглов А.В., Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т., Бахурин С.А., Ватутин В.М. Эффективная обработка сигналов радиолиний управления и

телеметрии на основе алгоритма Хургина-Яковлева// Электромагнитные волны и электронные системы 2005. №11-12. – С.83 -88.

2. С.Н. Кириллов, И.В. Косткин, В.Т. Дмитриев Оптический канал передачи видеоизображений с подводных мобильных роботов для разных типов волн и климатических зон. //Морские информационно-управляющие системы 2014 № 3 (6) С. 44-51

3. Кириллов, С. Н. Анализ перспективных методов кодирования и манипуляции группового телеметрического сигнала в современных бортовых системах видеоконтроля / С. Н. Кириллов, П. С. Писака, С. О. Алексенко // Применение технологий виртуальной реальности и смежных информационных систем в междисциплинарных задачах FIT-M 2020 : Сборник тезисов международной научной конференции, Москва, 17–19 декабря 2020 года. – Москва: Издательство "Знание-М", 2020. – С. 44-48.

АДАПТАЦИЯ КОДЕКОВ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ К РАЗЛИЧНЫМ ВОЗДЕЙСТВУЮЩИМ ФАКТОРАМ

Э.А. Бронникова

Научный руководитель – Дмитриев В.Т.

к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Основной задачей в современных многоканальных телекоммуникационных системах (МТКС) является нахождение оптимального баланса между качеством сигнала и скоростью передачи при действии различных мешающих факторов. Современные кодеки обеспечивают высокую разборчивость речи, но качество, естественность речи зачастую страдает. Дело в том, что на данный параметр могут повлиять многие факторы, включая темп речи, скорость передачи информации, влияние помех и акустических шумов в канале связи. В связи с этим возникла потребность к созданию таких кодеков речевых сигналов (РС), которые имели бы возможность адаптироваться к действию перечисленных факторов для сохранения заданного качества передачи информации.

На практике целесообразно разбить общую задачу адаптации на несколько подзадач. В общеизвестных источниках [1...4] выделяют следующие виды:

1. Адаптация кодеков к темпу речи, показывает, что с помощью предложенного метода [1], состоящего из двух процедур, можно 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.

2. Адаптация кодеков к различным акустическим помехам (АП), позволяющая улучшить качество восстановленного речевого сигнала на выходе первичного кодека и обеспечивающая возможность уменьшить искажение АП качества восстановленного речевого сигнала выбором алгоритма первичного кодирования или его параметров.

3. Адаптация к загрузке сети, связанная с возможностью изменения скорости передачи кодека в зависимости от создаваемой нагрузки в сети.

4. Адаптация параметров кодека к источнику РС, обеспечивающая сокращение априорной неопределенности РС.

5. Адаптация к различным искажениям в каналах связи обеспечивает возможность кодека восстановить искаженный РС.

В системах связи с помощью алгоритма передачи РС на основе представления Хургина – Яковлева [5] возможно обеспечить более гибкую адаптацию. Это становится возможным за счёт параллельной обработки и кодирования отсчётов сигнала и его производных алгоритмами с различной избыточностью.

В результате экспериментальных исследований [5, 6] показано, что применение алгоритма Хургина – Яковлева в системах обработки и первичного кодирования РС обеспечивает выигрыш в качестве восстановленного РС на выходе на 0,2...0,7 баллов согласно ГОСТ Р 50840-95 по сравнению с аналогичными кодеками на основе теоремы В.А. Котельникова [6].

Библиографический список

1. В.Т. Дмитриев, Э.А. Бронникова. Адаптация кодека речевых сигналов к темпу речи // Сборник трудов IV Международного научно-технического форума: в 10 т.. Рязань, 2021

2. Дмитриев В. Т., Янак А. Ф. Исследование воздействия акустических шумов на первичные кодеки речевых сигналов // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2016. № 56. С. 38-44.

3. Кириллов С. Н., Дмитриев В. Т. Устойчивость первичных кодеков речевых сигналов на основе представления Хургина – Яковлева к действию акустических шумов // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2019. № 69. С. 17-25.

4. Алгоритм кодирования речи CELP. Электронный ресурс: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/614146> Goldberg, Randy G. «Related Internet Sites». A Practical Handbook of Speech Coders. 2000. (дата обращения: 29.10.2021).

5. Кириллов С. Н., Дмитриев В. Т. Реализационные возможности и помехоустойчивость процедуры восстановления сигналов на основе алгоритма Хургина – Яковлева // Радиотехника. 2003. № 1. С. 73-75

6. Кириллов С. Н., Дмитриев В. Т., Лукьянов Д. И., Семин Д. С. Algorithms for evaluating the quality of the received speech and psycho-emotional state of the speaker by the action of acoustic noise in telecommunication systems» // 2018 Moscow Workshop on Electronic and Networking Technologies (MWENT). Proceedings. Moscow: National Research University "Higher School of Economics". Russia, Moscow, March 16, 2018.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО УРОВНЯ СИСТЕМЫ СВЯЗИ 5 ПОКОЛЕНИЯ

В. А. Дойбань

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

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В докладе рассматриваются области применения сетей связи 5 поколения. Приведена: спецификация 5G, сравнение некоторых параметров физического уровня сетей 5G и LTE.

Сети связи 5 поколения в будущем станут основой цифровой экономики совместно с интернетом вещей и анализом больших данных. За 40 последних лет было разработано и введено в эксплуатацию четыре поколения сетей мобильной связи. Первое поколение 1G уже не используется. А сети 2G, 3G, 4G эксплуатируются до сих пор. Часть инфраструктуры сетей 3 и 4 поколения будет применена в составе мобильных сетей 5 поколения.

Спецификация 5G разработана таким образом, чтобы связывать мобильные устройства и сети, которые поддерживают широкий диапазон приложений, например:

- Улучшенная мобильная широкополосная передача данных (eMMB).
- Широкомасштабная связь между устройствами (mMTC).
- Сверхнадежная связь с низкой задержкой (URLLC).

Система связи 5 поколения во многом схожа с LTE, однако, существуют значительные различия. Например, 5G использует более высокочастотные и широкополосные сигналы, чем LTE, что повлияет на проектирование радио трактов и обработку на нулевой частоте. 5G, по сравнению с LTE, значительно лучше приспособляется к некоторым сценариям использования, скоростям передачи данных и задержкам. В системе 5G используется изменяющееся расстояние между поднесущими и частями частотного ресурса. Сделано это с той целью, чтобы с большей эффективностью использовать частный ресурс в различных ситуациях.

5G NR способно поддерживать большее количество сценариев использования, по сравнению с LTE, и при этом обладает лучшими требованиями по задержке. Это привело к некоторым изменениям в организации ресурсной сетки для 5G NR. Эти изменения приведены дальше:

- Во-первых, требования к задержке: для сценариев URLLC двухсторонняя задержка физического уровня равна 1 мс.

- Во-вторых, спектральные и пропускные требования: 5G NR обладает большей пропускной способностью. Что бы её достичь потребуются большой частотный ресурс или большая спектральная эффективность. Этого можно достичь только на несущей частоте выше 60 ГГц, а LTE использует частоты меньше 6 ГГц. Это представляет большое значение при разработке физического уровня, т.к. чтобы сформировать лучи потребуются поддержка более высокой частоты. На более высокой частоте доступно больше спектра, и технология 5G NR может позволить воспользоваться этим преимуществом.

- В-третьих, эффективная сигнализация: абонентское оборудование LTE, размещенное в соте с полосой 20 МГц, декодирует всю эту полосу, т.к. нужный сигнал может располагаться в любом месте. Абонентскому оборудованию 5G не требуется поддерживать всю полосу.

- В-четвертых, энергетическая эффективность. В технологии 5G NR уменьшили число сигналов, которые все время пересылаются, для того чтобы снизить энергетические затраты. Под сокращение попали специальные справочные сигналы соты, или CRS. В 5G NR CRS не используется[1].

Сети 5G должны стать составной частью цифровой экономики. Т.к. основной рост трафика и доходов уже происходит в секторе устройств интернета вещей, а не в секторе устройств людей. А интернет вещей является одной из базовых целей функционала 5G. Поэтому разработка технологий 5G будет ускоряться[2].

Библиографический список

1. Технические принципы и симуляции физического уровня стандарта 5GNR // Экспонента [сайт]. URL: <https://hub.exponenta.ru/post/tehnicheskie-printsipy-i-simulyatsii-fizicheskogo-urovnya-standarta-5g-nr771> (дата обращения 25.10.2021). 5G Пятое поколение мобильной связи // TADVISER [сайт].
2. %D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:5G_(%D0%BF%D1%8F%D1%82%D0%BE%D0%B5_%D0%BF%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D1%81%D0%B2%D1%8F%D0%B7%D0%B8) (дата обращения 25.10.2021)

ФАЗОВЫЙ ШУМ В АВТОГЕНЕРАТОРАХ

В.А. Телешинин

Научный руководитель — Паршин А.Ю.

к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

При проектировании электронных схем важное место занимает шумовой анализ схемы. Электронный шум обусловлен фундаментальными процессами переноса заряда в приборах схемы. Так как заряд имеет дискретную природу, то возникают флуктуации тока или напряжения, которые и определяют шум в электронных схемах.

Фазовый шум является одним из важнейших критериев оценки частотной стабильности любого источника сигнала. Частотная стабильность генератора является качественным показателем того, насколько точно данный генератор может воспроизводить одну и ту же выходную частоту в заданном временном интервале.

Идеальный синусоидальный сигнал математически описывается как:

$$V(t) = V_0 \sin(2\pi f_0 t), \quad (1)$$

где V_0 — номинальная амплитуда сигнала; $2\pi f_0 t$ — величина, описывающая линейное приращение фазы; f_0 — номинальная частота сигнала.

При каждом случайном воздействии амплитуда и фаза колебания меняется скачком, что приводит к появлению амплитудных и фазовых флуктуаций.

Тогда реальный сигнал смоделируем как:

$$V(t) = [V_0 + \varepsilon(t)] \sin[2\pi f_0 t + \Delta\varphi(t)], \quad (2)$$

где $\varepsilon(t)$ — амплитудные флуктуации; $\Delta\varphi(t)$ — флуктуации фазы.

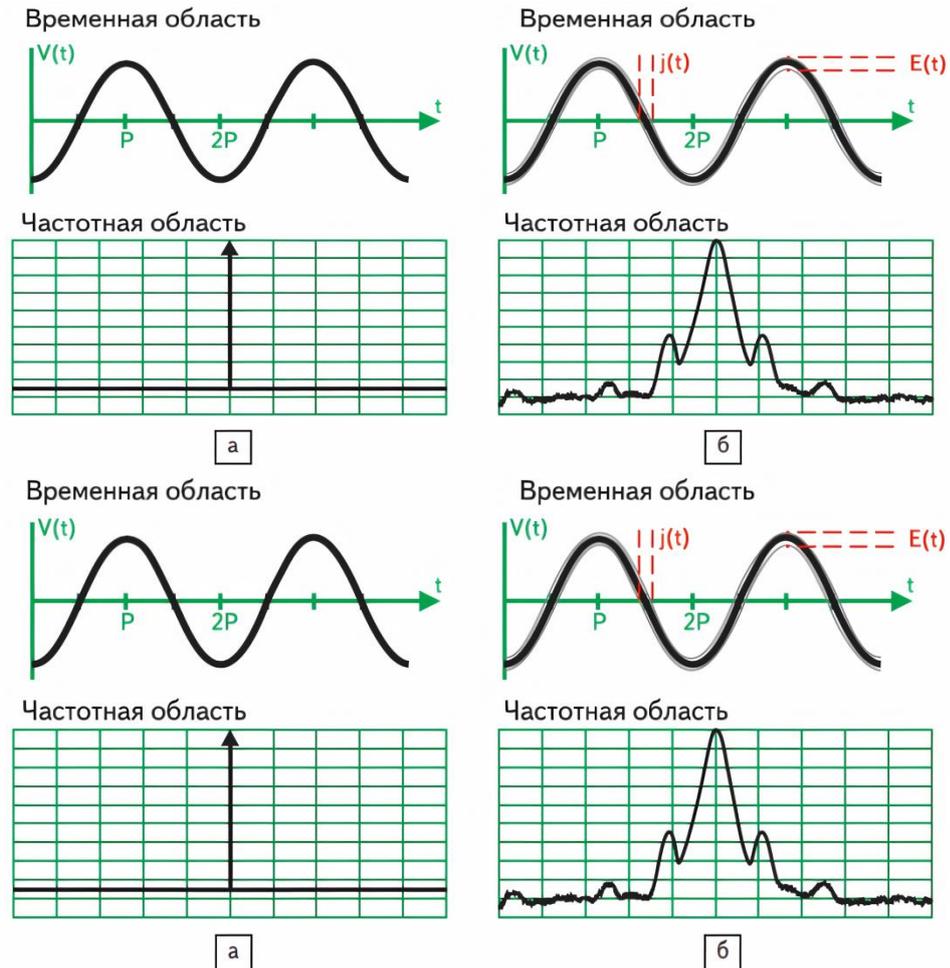


Рисунок 1 — Идеальный радиочастотный сигнал в частотной и временной области

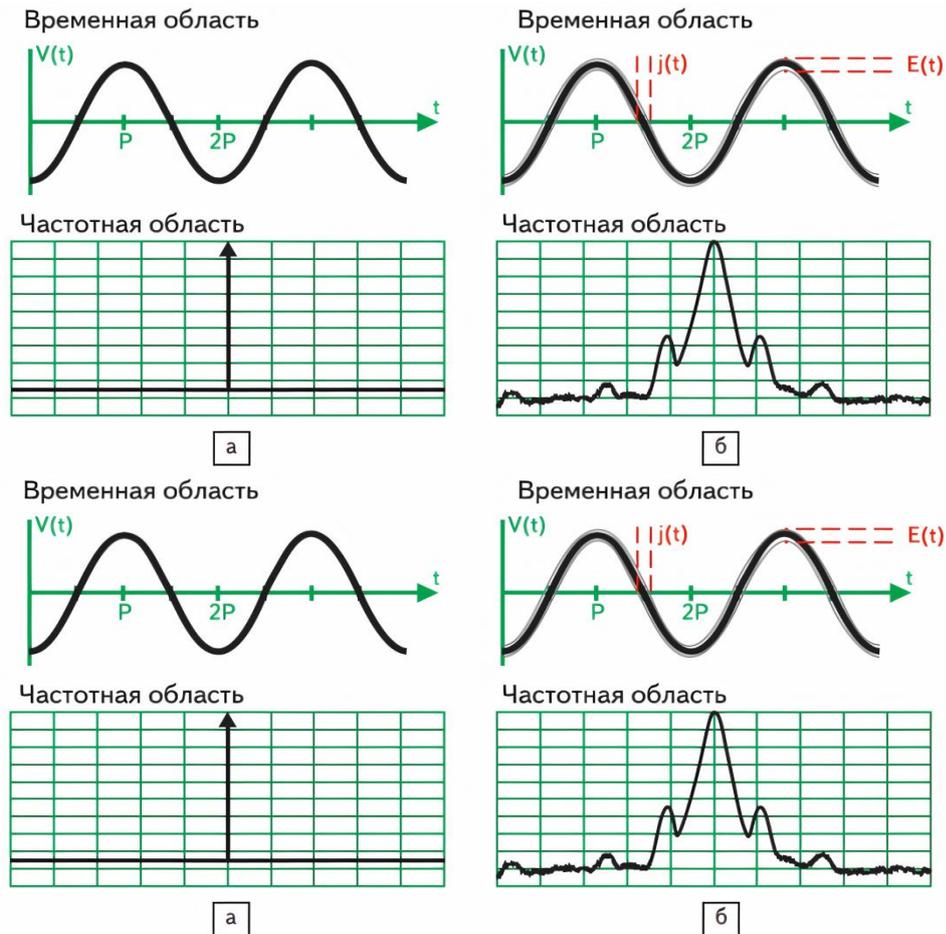


Рисунок 2 — Реальный радиочастотный сигнал в частотной и временной области

На рисунке 1 представлен идеальный сигнал (1), на рисунке 2 — реальный (2).

Доминирующим фактором, определяющим спектр колебания генератора являются флуктуации фазы колебания. Случайные воздействия приводят к размытию спектра сигнала вблизи гармоник частоты колебания. На практике интересуются шириной и формой спектра вблизи первой гармоники и частоты колебаний. Для характеристики фазового шума автогенератора используется спектральная плотность мощности (СПМ) сигнала или фазы.[2]

Рассмотрим некоторые модели для анализа фазового шума:

1. Линейная стационарная модель

Формула Лисона дает аппроксимацию односторонней СПМ фазового шума и имеет вид:

$$L\{\Delta\omega\} = 10 \log \left\{ \frac{2FkT}{P_{sig}} \left[1 + \left(\frac{\omega_0}{2Q\Delta\omega} \right)^2 \right] \left(1 + \frac{\Delta\omega_{1/f^2}}{|\Delta\omega|} \right) \right\} \quad (3)$$

где ω_0 — частота определяемая LC контуром; Q — добротность контура; F — эмпирический коэффициент; P_{sig} — средняя мощность сигнала; $\Delta\omega$ — смещение от частоты; $1/(\omega_0)^2$ и $1/(\omega_0)^3$ — параметр, который определяет частоту смещения, разделяющую области с характером зависимости $1/(\omega_0)^2$ и $1/(\omega_0)^3$. Множитель F учитывает увеличение шума в области

$1/(\omega_0)^2$. Функция (3) дает лишь качественное описание и не позволяет прогнозировать количественные оценки фазового шума.

2. Модель на основе теории возмущений

Система уравнений нелинейных схем с шумовым возбуждением имеет вид:

$$\frac{d}{dt}q(x(t)) + f(x(t)) + D(x)\varepsilon(t) = 0, \quad (4)$$

где $\varepsilon(t)$ — некоррелированные источники белого шума, оператор D определяет модуляцию шумовых источников.

Для данной модели спектр автогенератора будет определяться формулой (5) и иметь характер лоренциана около каждой гармоники $i\omega_0$:

$$S_x(\Delta\omega) = \sum_i X_i X_i^* \frac{i^2 \omega_0^2 c}{i^4 \omega_0^4 c^2 / 4 + (i\omega_0 + \Delta\omega)^2}, \quad (5)$$

Постоянная c определяет частоту, после которой наклон кривой имеет значение -20 дБ на декаду в логарифмическом масштабе.

Несмотря на то что изложенная теория позволяет находить спектр автогенератора вследствие фазового шума в виде лоренциана и определять дисперсию фазового шума, вычислительные методы, построенные на базе этой теории имеют ряд ограничений. Во-первых, получение векторов Флоке, необходимых для анализа шума, сталкивается с серьезными вычислительными трудностями. Во-вторых, методы позволяют определять компоненту шума, обусловленную фазовыми отклонениями, которая является доминирующей при приближении к частоте колебаний автогенератора. В случае если необходимо определять шум для достаточно больших смещений от частоты колебаний методы будут давать погрешность, так как влияние амплитудных отклонений не учитывается.

3. Линейная периодически нестационарная модель

СПМ шума на выходе периодически нестационарной линейной системы имеет вид:

$$S_{out}(\omega) = \sum_{l=1}^{\infty} \sum_{k=-\infty}^{\infty} |H_l(\omega + k\omega_0)|^2 S_l(\omega + k\omega_0), \quad (6)$$

где $S_l(\omega + k\omega_0)$ — СПМ l -го источника шума на частоте $\omega + k\omega_0$, $H_l(\omega + k\omega_0)$ — передаточная функция от входа на частоте $\omega + k\omega_0$ к выходу на частоте ω .

Однако его применение к автогенераторам вызывает трудности из-за вырожденности матрицы Якоби в точке собственной частоты автогенератора. В некоторых случаях эта вырожденность вызывает рост численной погрешности и приводит к нестабильности оценки СПМ в области малых отклонений от собственной частоты. Во многих других случаях матрица Якоби, полученная численными методами, отличается от теоретического значения, и не является вырожденной при нулевом отклонении от собственной частоты. Это приводит к появлению плоской части на графике СПМ автогенератора без фликкер-шума, и к неверному наклону графика СПМ автогенератора с фликкер-шумом. Поэтому на практике такой подход не позволяет охватить весь диапазон частот так как вблизи гармоник собственной частоты генератора матрица системы

плохо обусловлена вследствие ее вырожденности на частоте гармоник.[1]

Библиографический список

1. М.М. Гурарий, М.М. Жаров, С.Л. Ульянов. Вычислительный метод расчета фазового шума в автогенераторах. Режим доступа: <http://www.mes-conference.ru/data/year2010/papers/m10-311-42932.pdf>
2. Д.А.Ковтунов, Л.А. Макарова, Л.А. Троицкая. Измерение фазовых шумов.// филиал МИРЭА в г. Фрязино. 2015 г. Режим доступа: <https://f-mirea.ru/upload/iblock/706/metodicheskie-ukazaniya-po-vypolneniyu-laboratornoy-raboty-izmerenie-fazovykh-shumov.pdf>

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОРРЕКТИРУЮЩИХ ФУНКЦИЙ НА ВОЗМОЖНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ С ВЕСОВОЙ ОБРАБОТКОЙ

Д.А. Назарков

Научный руководитель – Ксендзов А.В.

к-т техн. наук, доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В статье [1] было установлено, что применение корректирующих функций позволяет повысить точность навигационных систем примерно на 12.5%, а при наличии одиночной ошибки вплоть до 20%. Однако, был рассмотрен лишь один тип корректирующей функции. Целью данной работы является исследование некоторых корректирующих функций с целью установления возможности дальнейшего повышения точности. Корректирующие функции представлены в таблице [2].

Тип функции	Функция	Параметр
Коши	$d = 1 + v_i^2 k$	$k = 2,2349$
Хьюбер	$d = \begin{cases} 1, & v_i < k \\ k \partial v_i, & v_i \geq k \end{cases}$	$k = 1,3450$
Тьюки	$d = \begin{cases} (1 - (v_i/k)^2)^2, & v_i < k \\ 0, & v_i \geq k \end{cases}$	$k = 4,6851$

Для функции Коши корректировка происходит по закону, общему для всех измерений.

Для функции Хьюбера константа k должна быть порядка 1,5. Установлено, что для достижения асимптотической 95 %-й эффективности в предположении о нормальном распределении помех измерений необходимо брать $k = 1,345$. Оценка Хьюбера является устойчивой в том случае, когда засоряющее распределение симметрично, в случае же асимметричных отклонений от нормального распределения она считается недостаточно устойчивой. В последнем случае необходимо использовать функции потерь, при увеличении аргумента растущие медленнее, чем функция Хьюбера. Основная часть множества оценок, устойчивых к асимметричным отклонениям, имеет горизонтальную асимптоту.

Для биквадратной функция Тьюки рекомендовано значение $k = 6,0$. Если масштаб известен, тогда $k = 4,6851$, что соответствует 5%-й потере эффективности [3].

В результате проведения серии экспериментов получили следующие данные, которые представлены таблице. Для каждой серии вектор дисперсии фиксирован, геометрические расстояния спутников фиксированы.

№ серии	1	2	3	4	5	6	7
СКО _{Коши}	0,49	0,54	0,53	0,60	0,44	0,34	0,52
СКО _{Хьюбер}	0,48	0,59	0,61	0,58	0,40	0,33	0,52
СКО _{Тьюк}	0,49	0,57	0,57	0,58	0,42	0,40	0,52

Результаты эксперимента представлены в виде графиков зависимостей.

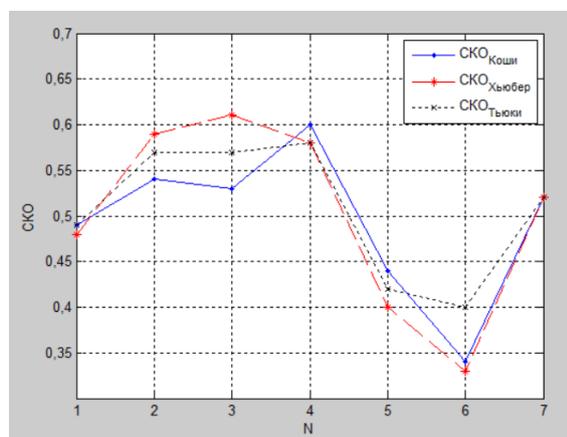


Рис. 1 – Эффективность коррекции ошибок

По графику видно, что при меняющейся дисперсии ни одна из корректирующих функций не дает явного выигрыша.

Произведем исследование на возможность коррекции одиночных ошибок. В данном эксперименте вектор дисперсии фиксирован, а геометрические расстояния искажены.

Кол-во спутников с аномальным выбросом псевдодальности	3	2	1	0
СКО _{Коши}	6,1	2,6	2,5	0,51
СКО _{Хьюбер}	7,16	6,8	11,5	0,52
СКО _{Тьюки}	7,0	4,7	5,4	0,52

Данные таблицы представлены в виде графика зависимостей.

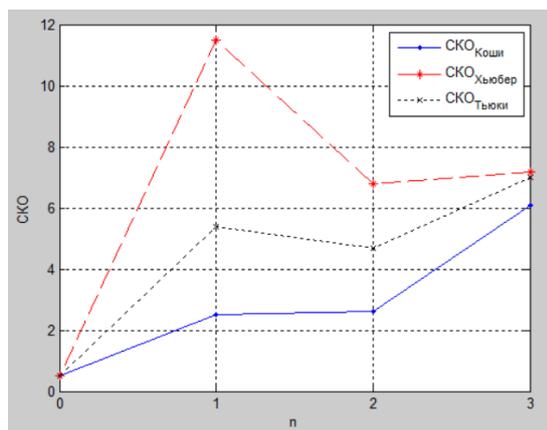


Рис. 2 – Эффективность коррекции ошибок от количества спутников с искаженной псевдодалностью

Из графика видим, что наибольший выигрыш дает функция коррекции Коши. Чуть меньший выигрыш дает функция Хьюбера. Меньше всего для коррекции одиночной ошибки подходит функция Тьюки. Однако, ее эффективность повышается при увеличении количества спутников с искаженными псевдодалностями.

Библиографический список

1. Назарков Д.А. ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ МНК В РЕШЕНИИ НАВИГАЦИОННЫХ ЗАДАЧ / Назарков Д.А., Ксендзов А.В.// Сборник докладов кафедры РТС, РГРТУ – 2021.
2. Wang M. A Modified Residual-Based RAIM Algorithm for Multiple Outliers Based on a Robust MM Estimation Wenbo /M. Wang, Ying X. // – P. 8.
3. А.А. ПОПОВ Сравнительное исследование точности локального и глобального оценивания параметров регрессионных моделей при использовании различных типов М-оценок / А.А. ПОПОВ, А.А. ХОЛДОНОВ // Научный вестник НГТУ - том 69, № 4 - 2017, С 72 - 74.

АДАПТИВНЫЙ АЛГОРИТМ МАСКИРОВАНИЯ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ХУРГИНА-ЯКОВЛЕВА

Автор - Д.В. Антонов

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

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В настоящее время огромное значение в области передачи речевой информации является организация ее конфиденциальности. Конфиденциальность передаваемой информации можно достичь несколькими способами – применением шифрования или маскирования. При применении современных мощных алгоритмов шифрования информация надежно защищается от несанкционированного доступа применением защитных кодов, однако это вносит дополнительную избыточную информацию, а также требует значительных вычислительных ресурсов как на передающей, так и на приемной стороне. В связи с этим возник спрос на применение маскирования

сигнала, т.е. скрывание самого факта передачи информации. Данный процесс реализуется по средствам снижения уровня мощности несущего сигнала. Данный процесс позволяет значительно экономить вычислительные мощности и трафик, однако перед передачей необходимо производить дополнительную обработку передаваемого сигнала.

Первое, что необходимо сделать при передаче сигнала методом маскирования – максимально снизить объём передаваемого трафика, т.е. чем меньше время передачи, тем меньше шанс обнаружения сигнала. Здесь одним из применяемых алгоритмов является G.729 (так же имеющие название VAD). Данный алгоритм позволяет обнаружить в передаваемом речевом сигнале паузы и в дальнейшем их удалить. Данная процедура позволяет не только снизить трафик, но и снизить мощность передаваемого сигнала.

Следующим шагом является непосредственная обработка речевого сигнала. Наиболее простым, однако действенным вариантом может быть перемешивание сигнала как чисто своих отсчетов по закону, известному приемной стороне, так и перемешивание со своей реверсивной версией. Данный способ позволяет снизить мощность примерно на 10дБ, однако существует более продвинутый вариант этого метода.

Перемешивание сигнала с применением алгоритма Хургина-Яковлева основывается на перемешивании сигнала с одной, или несколькими его производными. Степень снижения мощности сигнала в данном варианте исполнения зависит прежде всего от глубины применения алгоритма – количества применяемых производных.

Недостатком данного метода можно считать некоторую сложность математических расчетов при проектировании подобного устройства – для корректного восстановления сигнала нужно достаточно точно рассчитать фильтры.

Так же к недостаткам можно отнести снижение качества речи – чем глубже маскирование, тем ниже итоговое качество восстановленного сигнала.

Таким образом, применение алгоритма Хургина-Яковлева позволяет организовать достаточно эффективное сокрытие факта передачи информации и при этом требует достаточно небольшие вычислительные затраты.

Библиографический список

1. В.Т. Дмитриев Помехоустойчивость кодеков речи на основе алгоритма Хургина-Яковлева/ Вестник РГРТА Вып. №12, 2003 – С.133-136.
2. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т. Асинхронное маскирование, обнаружение фальсификаций и реставрация фонограмм речевых сигналов на основе алгоритма Хургина-Яковлева./ Безопасность информационных технологий. 2003. №2. – С.26-30.
3. С.Н. Кириллов, В.Т. Дмитриев Асинхронное маскирование речи на основе алгоритма Хургина-Яковлева / Новые информационные технологии 2004. №1. – С.46-48.

4. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т. Реализационные возможности и помехоустойчивость процедуры восстановления сигналов на основе алгоритма Хургина-Яковлева// Радиотехника. 2003. №1. С. 73-75.

РАЗРАБОТКА МОДИФИКАЦИИ АЛГОРИТМА КОДИРОВАНИЯ CELP С ПЕРЕМЕННОЙ СКОРОСТЬЮ ПЕРЕДАЧИ

Ю. В. Муравьева

Научный руководитель – Дмитриев В.Т., кандидат техн. наук, доцент
**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В данной работе предложена модификация алгоритма кодирования CELP с переменной скоростью передачи на основе адаптации кодека к акустически шумам.

Кодек CELP нашел широкое применение в современном мире. Данный кодек позволяет достигнуть высокого качества на приемной стороне и обладает высокой помехоустойчивостью. Данный алгоритм осуществляет анализ через синтез. Также его отличительной особенностью, позволяющей повысить эффективность, является работа в замкнутом цикле [1].

В основу работы кодека CELP положено использование гибридного сжатия. Данный подход обладает всеми достоинствами сжатия волны [2]. Благодаря этому получилось добиться отличного качества речевого сигнала на приемной стороне, а также уменьшить количество данных, необходимых для передачи. Эти преимущества увеличили популярность алгоритма CELP в сфере сотовой связи, т.к. такой подход экономит ограниченную полосу пропускания [3].

В ходе работы была разработана схема адаптации первичного кодека на основе алгоритма CELP к акустическим шумам. Адаптация осуществляется за счет определения вида акустического шума в алгоритме VAD. Также выделено три основных параметра кодека, влияющих на качество восстановленного речевого сигнала: количество отсчетов в рамках кадра, количество отсчетов в рамках субкадра и порядок линейного предсказания.

Показано, что применение адаптации алгоритма кодирования позволит повысить качество восстановленной речи на 0,5 ...1 балл согласно ГОСТ Р 50840-95 при действии различных акустических шумов с различным отношением сигнал-шум.

Библиографический список

1. Дмитриев В.Т., Беликов В.А. Разработка и исследование модификации алгоритма кодирования речевых сигналов CELP при действии акустических шумов. // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. РГРТУ.2017. – С. 98-99.
2. Шелухин О.И., Лукьянцев Н.Ф. Цифровая обработка и передача речи – М.: Радио и связь, 2000. – 456с.
3. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т. Реализационные возможности и помехоустойчивость процедуры восстановления сигналов на основе алгоритма Хургина-Яковлева// Радиотехника. 2003. №1. С. 73-75.

УЛУЧШЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕЧЕВОГО КОДЕКА MELP ПРИ ЗАШУМЛЕННОЙ СВЯЗИ

Мартишина Ю.О.

Научный руководитель – Дмитриев В.Т., к.т.н.

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

Для того, чтобы построить удобную схему передачи речи в шумной среде, необходимо либо повысить качество речи либо использовать системы шумоподавления. Однако методы кодирования и методы повышения качества речи были разработаны независимо друг от друга. Следовательно, вся система передачи речи реализуется путем простого объединения двух систем, то есть сначала речевой сигнал обрабатывают, повышают его уровень, а вокодер применяют после обработки. В рассматриваемом методе процесс кодирования не рассматривается должным образом во время процесса повышения. Появляется трудность включения традиционной системы повышения сигнала в систему кодирования речи с их максимальной производительностью, особенно из-за дополнительных, но необходимых процессов, требуемых в системе улучшения речи.

Однако стоимость модернизированных устройств связи значительно упала благодаря достижениям в полупроводниковых технологиях, это еще одна важная проблема во многих слаборазвитых странах, где недорогие процессоры работают в среде с ограниченной пропускной способностью, что, к сожалению, является обычным явлением.

Следовательно, потребность в эффективном методе кодирования речи с низкой скоростью передачи все еще очень высока. Исходя из предположения, что можно модифицировать основной алгоритм низкоскоростного стандарта кодирования речи, в данной работе был выбран речевой кодер со смешанным возбуждением и линейным предсказанием (MELP) 2,4 кбит / с в качестве нашей целевой системы [1]. Несколько статистических методов улучшения речи были объединены с кодеком MELP для повышения устойчивости кодека в условиях фонового шума, но улучшение не было значительным, особенно в нестационарной шумовой среде.

Применяя методы улучшения на основе DL, качество системы кодирования может быть улучшено. Как правило, методы DL используются для моделирования характеристик, полученных с помощью спектральной мощности чистой и шумной речи. Например, широко используемая DL-сеть на основе идеального отношения (IRM) генерирует компоненты IRM, которые представляют собой компоненты маскировки T-F, оцениваемые с помощью отношения сигнал / шум между чистым спектром мощности и спектром шума.

Затем расширенный амплитудный спектр получается путем умножения компонентов IRM на входной зашумленный спектр. Наконец, речевой сигнал восстанавливается путем применения обратного преобразования Фурье.

MELP используется как на этапе кодирования, так и на этапе декодирования, предлагаемый метод классифицируется как в метод улучшения параметров в зависимости от местоположения расширения, другими словами данный метод делает систему более гибкой. Со стороны кодера параметры MELP с шумами сначала извлекаются из речевого сигнала с шумом без какой-либо предварительной обработки, и параметры улучшаются предварительно обученной сетью DL. Затем усиленные параметры MELP передаются в декодер после выполнения процессов квантования и форматирования битового потока.

С другой стороны, со стороны декодера восстановленные MELP параметры на этапе декодера улучшаются с помощью предварительно обученной DL сети. Затем модуль синтеза MELP восстанавливает речевой сигнал за счет использования расширенных параметров MELP.

Необходимо обратить внимание, что подходы к расширению параметров не требуют процесса кадрирования или преобразования Фурье. Таким образом, мы можем построить простую и компактную речь полностью адаптированной к спецификациям кодеков. Его вычислительная сложность очень низкая и без дополнительной задержки в процессе улучшения.

Кроме того, общее количество входных и выходных векторов сети DL составляет всего 29 измерений, таким образом, их поведение очень простое по сравнению с функциями, используемыми в обычном улучшении речи, что позволяет нам успешно обучать сеть.

Библиографический список.

1. McCree and T. P. Barnwell, "A mixed excitation LPC vocoder model for low bit rate speech coding," IEEE Trans. Speech and Audio Processing, vol. 3, pp. 242–250, 1995.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОСТРАНСТВЕННОГО КОДИРОВАНИЯ И ДЕКОДИРОВАНИЯ МІМО СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В ПРОСТРАНСТВЕ СОБСТВЕННЫХ ЛУЧЕЙ

Успенский А.И.

Научный руководитель – Паршин Ю.Н.

д-р техн. наук, профессор

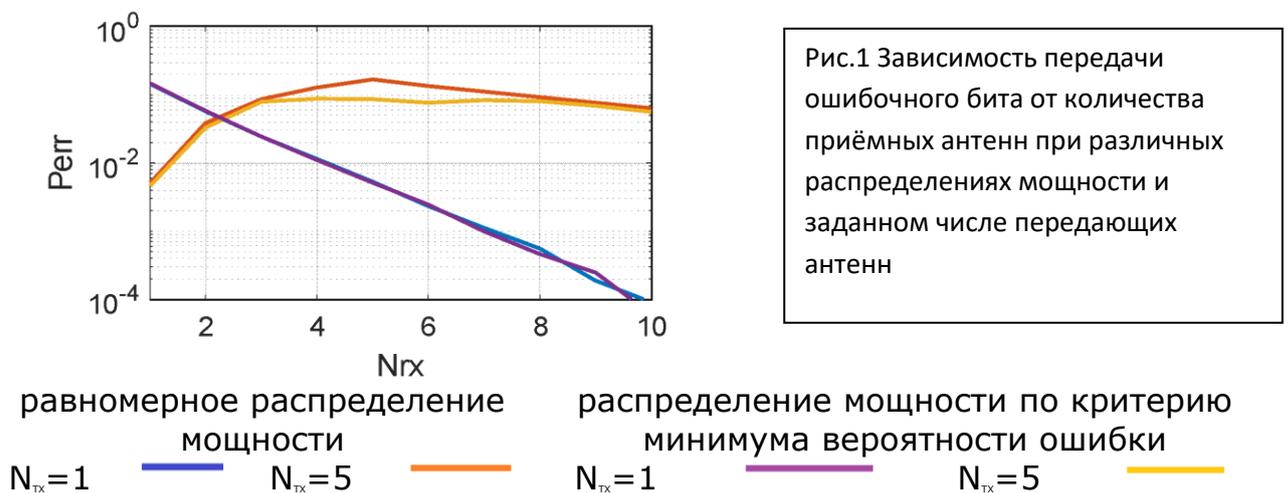
Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В процессе передачи информации будут возникать ошибки, влияние которых можно существенно уменьшить с помощью разнесенного приема или передачи сигналов [1]. Разнесение должно выбираться таким образом, чтобы вероятность одновременных замираний всех используемых сигналов была много меньше, чем какого-либо одного из них. Наиболее перспективным в этой области является применение МІМО-систем (Multiple-Input Multiple-Output). В таких системах уменьшение вероятности ошибки обеспечивается за счет одновременного разнесения на передачу и на прием, а также использования методов адаптивной пространственной обработки сигналов, обеспечивающих формирование параллельных информационных потоков.

При наличии параллельных информационных потоков, каждая из приёмных антенн принимает сумму всех приходящих на неё лучей. Вследствие различных фазовых соотношений между ними интерференционные замирания в различных антеннах оказываются слабо коррелированными, поэтому сигналы в различных антеннах дополняют друг друга и их совместный анализ позволяет существенно повысить верность приема [2].

Для описания MIMO канала используется матрица коэффициентов \mathbf{H} размерностью $N_{RX} \times N_{TX}$, где N_{TX} – число передающих антенн, N_{RX} – число приёмных антенн. Комплексные канальные коэффициенты h_{ij} , $i=1, \dots, N_{RX}$, $j=1, \dots, N_{TX}$ характеризуют флуктуации амплитуды и задержку сигнала от j -й передающей антенны при приеме i -й приемной антенной. Канальные коэффициенты являются комплексными, в общем случае коррелированными гауссовскими величинами: $h_{ij} = a_{ij} + jb_{ij}$, где a_{ij} , b_{ij} – гауссовские случайные величины. Пространственное кодирование описывается матричным линейным преобразованием $\mathbf{X} = \mathbf{F}\mathbf{S}$, где \mathbf{S} – исходный сигнал, а $\mathbf{F} = \mathbf{\Phi}\mathbf{V}$ – кодирующая матрица, определяется матрицей ортонормированных векторов \mathbf{V} , получаемой из разложения $\mathbf{H}^H\mathbf{H} = \mathbf{V}\mathbf{\Lambda}\mathbf{V}^H$, а так же диагональной $\mathbf{\Phi} = \{\phi_i, i = 1, \dots, N_{TX}\}$, задающей распределение мощности в передающих антеннах по собственным лучам [3,4].

В данной работе рассматривается влияние метода распределения мощности передаваемого сигнала, а также количества приёмных антенн на вероятность ошибки приема сигналов в беспроводных MIMO системах. Результаты исследований были получены с помощью прикладного ПО MATLAB.



При $N_{\text{rx}} < N_{\text{tx}}$ вероятность ошибки увеличивается, так как одновременно происходит и увеличение скорости передачи информации, при количестве приёмных антенн равном количеству передающих ($N_{\text{rx}} = N_{\text{tx}}$), скорость передачи становится постоянной, дальнейшее увеличение количества приёмных антенн ($N_{\text{rx}} > N_{\text{tx}}$), приведёт к уменьшению вероятности передачи ошибочных битов. При равномерном распределении мощности в многоканальной системе вероятность передачи ошибочных битов больше, чем при распределении по минимуму вероятности ошибки на бит, что связано с оптимизацией распределения мощности между слабыми и сильными каналами передачи и информации.

Библиографический список

1. Ермолаев В.Т., Флакман А.Г. Теоретические основы обработки сигналов в беспроводных системах связи: Монография. Нижний Новгород: Изд-во ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2011. – 368 с.
2. Банкет В. Л. Дискретная математика в задачах теории цифровой связи: Учебн. пособие.– Одесса: ОНАС, 2008.– 118 с.
3. Паршин Ю.Н. Пространственное формирование и обработка сигналов: методические указания к лабораторным работам: Рязан. гос. радиотехн. унт. – Рязань, 2017. – 56 с.
4. Паршин Ю.Н., Комиссаров А.В. Оптимизация пространственной структуры и пространственное кодирование в системе связи с искусственной многолучевостью: IV Всероссийская конференция «Радиолокация и радиосвязь» – ИРЭ РАН, 29 ноября - 3 декабря 2010 г.

Секция 4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ И ПРОГРАММНО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ЧАСТОТЫ ДЫХАНИЯ ПЛОВЦА

А.Ю. Савченко

Научный руководитель – Езерский В.В.

д-р техн. наук, профессор

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

В докладе рассматривается разработка программно-аппаратного комплекса системы контроля частоты дыхания пловца на основе трехосевого акселерометра, схема которого приведена на рисунке 1.



Рис. 1. Схема программно-аппаратного комплекса

Одним из важных видов спорта является плавание. При диагностике эффективности показателей спортсменов-пловцов имеет большое значение контроль органов дыхания. В состоянии покоя частота дыхания составляет 12 – 20 раз в минуту, а во время физической активности может подниматься до 40 – 50 раз в минуту. [1] Мониторинг этого показателя даст возможность тренеру провести необходимые и оперативные мероприятия по выявлению физиологических нарушений. Данные с устройства позволят определить результативность тренировки и скорость стабилизации дыхания после выполнения спортивных упражнений.

При дыхании грудная клетка движется в направлении вперед и вверх. Принцип работы устройства состоит в том, что телеметрический датчик прикладывается к груди, а далее акселерометром регистрируется ускорение грудной клетки при выдохе и вдохе. Основными элементами системы являются модуль GY-521, который имеет 3-х осевой акселерометр, и плата ArduinoNano. [2] Роль акселерометра в устройстве – выдавать данные об ускорении грудной клетки при дыхании, а роль ArduinoNano – передача этих данных с модуля GY-521 в принимающее устройство, которое находится на берегу. Для передачи информации по телекоммуникационной системе подключен ультразвуковой модуль HC-05, поскольку в водной среде наиболее оптимально распространение ультразвуковых волн. Питание осуществляется с помощью двух батареек по 1.5В и стабилизирующего DC-DC преобразователя на 5В.

Модуль GY-521 определяет вектор силы тяжести и скорости вращения с помощью акселерометра, высчитывает угловую скорость и ускорение, с помощью чего определяется положение датчика в пространстве. Обработка сигнала происходит в DMP-области процессора по алгоритмам MotionFusion. Наличие этого процессора дает возможность выполнять расчеты, не отвлекая сам микроконтроллер. На акселерометр

предусмотрено три 16-разрядных АЦП, для оцифровки выходов. Также в плату встроен 1024-байтовый буфер FIFO.

Для исследования частоты дыхания необходимо результаты визуализировать на графиках. Для решения этой задачи используется среда разработки Visual Studio на платформе Xamarin. [3] Разработка на этой платформе аналогична WPF (Windows Presentation Foundation): интерфейс пишется на языке разметки XAML, а поведение приложения на C#.

Логика приложения прописывается в окне MainWindow и соответствующего ему файлу кода. Далее происходит подключение пространства имен с основными элементами управления и сетки, в которой размещаются элементы. Затем осуществляется закрытие корневого контейнера и обозначается конец элемента кода. Дыхательный цикл показан на рисунке 2. Xamarin позволяет выстраивать собственный интерфейс и обеспечивает полную кроссплатформенность (Android, IOS и Windows). Код, отвечающий за поведение приложения, компилируется на всех этих платформах, что позволяет не переписывать его для каждой.

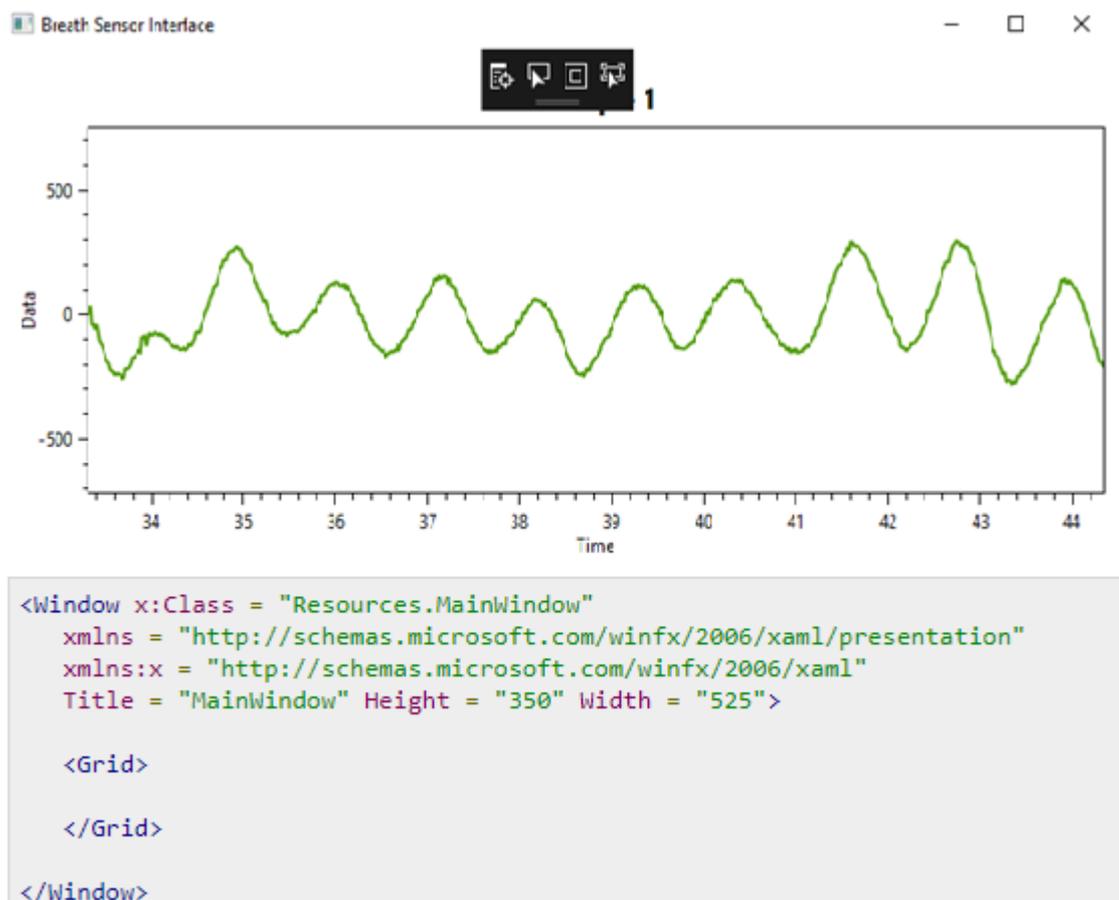


Рис. 2. Визуализация цикла дыхания на компьютере

Результатом является проектирование телеметрической системы контроля частоты дыхания на основе акселерометра с передачей данных по ультразвуку. Устройство получилось малых размеров, удобным в использовании и по нему можно исследовать частоту дыхания человека.

Библиографический список

1. Физиология человека: Учебник Т. 1/ В.М. Покровский, Г.Ф. Коротько, В.И. Кобрин и др. – М.: Медицина, 1997. – 448 с.
2. Соммер У., Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino, Издательство: БХВ-Петербург, Год: 2012.
3. Чарльз Петцольд. Создание мобильных приложений с помощью Xamarin.Forms. 2016.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ, ФОРМИРУЕМЫХ ИСТОЧНИКОМ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ГАЗОВОГО РАЗРЯДА

Ю.В. Ханенко, М.А. Маркушин

Научный руководитель – Кричевский С.В. к-т техн. наук, доцент
Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

В докладе представлено ПО, способное в 15 раз ускорить приведенный в статье [1] процесс расчета распределения силовых линий и эквипотенциалей электростатического поля в электродной системе устройства, формирующего высоковольтный газовый разряд и являющегося, по сути, источником направленного потока внеэлектродной низкотемпературной плазмы. Разработанная программа так же, как и расчетная модель, представленная в работе [1], позволяет учитывать зависимость распределения электростатического поля от напряжения на электродах и от таких конструктивных параметров, как расстояние анод-катод и диаметр отверстия в аноде.

Интерфейс разработанного ПО представлен на рисунке 1.

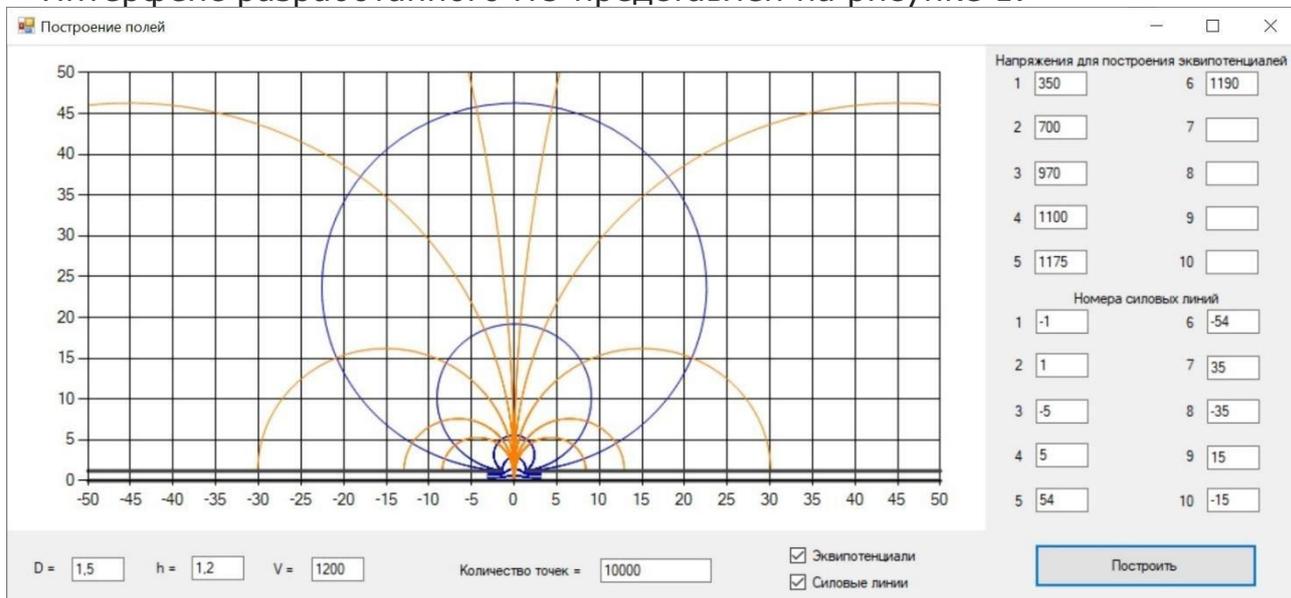


Рисунок 1 – Интерфейс разработанного ПО

Возможность быстрого получения с помощью ПО целого ряда картин распределения силовых линий и эквипотенциалей электростатического поля, зависящих от вышеуказанных параметров, позволяет проводить анализ влияния этих параметров на распределение такого поля с целью оптимизации конструкции источника высоковольтного газового разряда, не проводя затратных экспериментальных исследований.

Библиографический список

1. Маркушин, М.А. Моделирование распределения электростатического поля в системе электродов устройства, формирующего высоковольтный газовый разряд / М.А. Маркушин, В.А. Колпаков, С.В. Кричевский, А.И. Колпаков // Журнал технической физики. – 2015. – Т. 85, № 3 – С. 60-64.

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ
ПЛАНИРОВАНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗНОРОДНЫХ РЕСУРСОВ
В ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ**

А.М. Фам

Научный руководитель – Перепелкин Д.А.

д.т.н., доцент

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

В промышленных телекоммуникационных проектах планирование требований и распределение ресурсов важны для обеспечения своевременного завершения операций. Одновременный анализ временных и стоимостных параметров является сложной задачей. На самом деле, можно увидеть взаимосвязь между временем и стоимостью. В вычислениях часто пытаются представить эту взаимосвязь функцией зависимости.

Для стохастических проектов модель GERT-сети является эффективным методом. В GERT-сети, путем добавления функциональных зависимостей в характеристики дуг позволяет расширить работоспособность по сравнению с классической сетью. Введение нового параметра может быть представлено в виде соотношения между временем и ресурсами, необходимыми для выполнения операции. Тип ресурса может быть требованиями к объему памяти, жесткого диска или количество информации, передаваемой по сети. Исходя из потребности в ресурсах можно рассчитать стоимость, необходимую для выполнения проекта.

Предложен алгоритм планирования и распределения разнородных ресурсов в модели GERT-сети [1-2]. На основе алгоритма разработана программная система. Она включает графический интерфейс, который показывает структуру сети и функции для расчета закона распределения вероятностей выходных случайных величин. Величина ресурса выражается через величину времени функциональной зависимостью. Значения плотностей распределения вероятностей определены с помощью метода интерполяции характеристической функций многочленом Лагранжа второй степени.

Программа позволяет построить модель простым и интуитивно понятным способом, представить результаты в разных форматах, сохранить процесс выполнения метода эквивалентных упрощающих преобразований. А также является полезным инструментом в процессе анализа и оптимизации проектов.

Библиографический список

1. Перепелкин Д. А., Фам А. М., Нгуен А. З. Задача планирования объема разнородных ресурсов в промышленных GERT-сетях с

функционально зависимыми случайными операциями // Системы управления и информационные технологии, 2020. №4(82). С. 35-39.

2. Перепелкин Д. А., Фам А. М. Математическое и компьютерное моделирование процессов планирования и распределения разнородных ресурсов в телекоммуникационных сетях // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета, 2021. № 77. С. 68-78.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ

А.И. Петрова

Научный руководитель – Маркин А.В.

доцент, кандидат технических наук, старший научный сотрудник

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

Сегодня в индустрии информационных систем задачи по снижению стоимости разработки программного обеспечения и улучшения качества выпускаемой продукции является наиболее актуальными.

Автоматизация тестирования позволяет значительно сократить расходы компаний-разработчиков, сэкономить время и ресурсы, затрачиваемые на тестирование, при этом снизить риск выпуска на рынок некачественного продукта. Поэтому технологии автоматизации тестирования становятся все популярнее среди компаний, связанных с разработкой программных средств.

Целью доклада является изучение методов, технологий, видов и особенностей тестирования, а также анализ инструментов, представленных на рынке, для автоматизированного тестирования.

Исследованы следующие методологии:

1. Capture/Playback (Запись и воспроизведение). Данный подход предполагает использование утилит записи и воспроизведения, записывающих определенную последовательность действий и затем ее воспроизводящих уже без участия человека.

2. Scripting (Написание сценария). Методология заключается в написании тестовых сценариев на языках программирования, разработанных специально для автоматизации тестирования.

3. Data-driven testing (Управление данными тестирования). Методология создания скриптов и верификации их на основе данных, хранящихся в каком-либо хранилище или базе данных.

4. Keyword-based (Тестирование, по ключевым словам). Тест представляет собой не программный код, а последовательность действий с их параметрами, описанную с помощью ключевых слов, реализация данной последовательности выполняется фреймворком.

5. Page Object. Подход предполагает объектно-ориентированный класс, который служит интерфейсом для страницы AUT. Затем тесты используют методы этого класса объектов страницы всякий раз, когда им необходимо взаимодействовать с пользовательским интерфейсом этой страницы.

Согласно представленному рейтингу на 2020 год проанализированы инструменты Selenium, Watir, Katalon Studio [1].

Selenium – это бесплатный инструмент для автоматизированного тестирования веб-приложений. Поддерживает работу, используя драйверы, с основными браузерами, такими как GoogleChrome, MozillaFirefox, Safari, Opera. Тесты могут разрабатываться на языках Java, C#, Python, JavaScript и Ruby. Selenium позволяет работать на платформах Windows, Linux, IOS, Android [2].

Watir – библиотека Ruby с открытым исходным кодом для автоматизации тестирования. Watir взаимодействует с браузерами InternetExplorer, Firefox, Chrome, Safari и Edge, эмитируя действия пользователя. Watir поддерживается только для среды тестирования Ruby и не может использоваться с другими системами тестирования [3].

Katalon Studio – это программный инструмент, разработанный на основе платформ с открытым исходным кодом Selenium, Appium со специализированным интерфейсом IDE для тестирования веб-приложений, API, мобильных и настольных приложений. Также как и Selenium поддерживает работу с многими браузерами и платформами. Отличается от Selenium тем, что не требует интеграции с другими средствами для запуска, но разработка тестов ведется на ограниченном количестве языков программирования Java и Groovy [4].

Выполнение работы сфокусировано на решении задачи по выбору методологии и инструмента автоматизированного тестирования для разработки тестов под web-клиент расчетно-аналитической системы «Абонент». Расчетно-аналитическая система является основной частью расчетно-платежного комплекса «Абонент+», и предназначена для решения расчетно-учетных задач, связанных с поставкой населению энергоресурсов и оказанием услуг ЖКХ. В свою очередь web-клиент расчетной системы разработан для удаленной работы - АРМ расчетной системы. Клиент расчетной системы предоставляет полный доступ к информации об абонентах, позволяет задать и изменить параметры расчета начислений, а также сформировать требуемый отчет по начислениям и оплатам за услуги ЖКХ [5].

Учитывая основные функции и особенности web-клиент расчетной системы, а также язык программирования Python, на котором будут разрабатываться тесты, выбраны методология Page Object и инструмент Selenium.

Практическая значимость результата проделанной работы заключается в выборе методологии и средства для разработки подсистемы автоматизированного тестирования web-клиента расчетно-аналитической системы «Абонент».

Библиографический список

1. Топ 10 бесплатных инструментов для автоматизированного тестирования. [Электронный ресурс] URL: <https://medium.com>, свободный. - Загл. С экрана. – (Дата обращения: 20.09.2021).
2. The Selenium Browser Automation Project | Selenium. [Электронный ресурс] URL: <https://www.selenium.dev/documentation>, свободный. - Загл. С экрана. – (Дата обращения: 20.09.2021).

3. Guides – WatirProject. [Электронный ресурс] URL:<http://watir.com/guides>, свободный. - Загл. С экрана. – (Дата обращения: 20.09.2021).
4. Katalon Studio | The #1 Codeless Automation Tool. [Электронный ресурс] URL:<https://www.katalon.com/katalon-studio>, свободный. - Загл. С экрана. – (Дата обращения: 20.09.2021).
5. Абонент+ Расчетно-платежный комплекс. [Электронный ресурс] URL: <https://www.abonent.plus>, свободный. - Загл. С экрана. – (Дата обращения: 20.09.2021).

РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЦИФРОВЫМИ УСЛУГАМИ СЕРВИС ПРОВАЙДЕРА

Корячко В.П., М.А Иванчикова, С.С Корнеев

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В настоящее время наблюдается очень стремительное развитие услуг сервис-провайдеров и электронной коммерции, однако основной бизнес сервис-провайдеров лежит в области предоставления услуг доступа к Сети. У пользователей возникает потребность управления настройками своего подключения без участия администратора, поэтому увеличивается спрос на качественные Web-приложения предоставляющие услуги не только подключения к сети, но и управления ее параметрами. В связи с этим разработка нового Web-приложения, позволяющего просто и быстро подключить или отключить необходимый пакет услуг, получить информацию о всех подключенных услугах, создать набор собственных необходимых параметров подключения, без выбора стандартного пакета является достаточно актуальной задачей.

Web-приложение – клиент-серверное приложение, в котором клиент взаимодействует с веб-сервисом при помощи браузера, либо клиент-серверным приложением на персональном компьютере (ПК). Web-приложение распределено между клиентом и сервером, хранение информации, чаще всего, организовано на сервере, обмен информацией между клиентом и сервером происходит по сети. Одним из основных преимуществ web-приложений является независимость клиента от конкретной операционной системы (ОС).

Существует два основных типа архитектуры взаимодействия клиент-сервер:

1. Двухзвенная архитектура клиент-серверного взаимодействия.
2. Многоуровневая архитектура клиент-сервер.

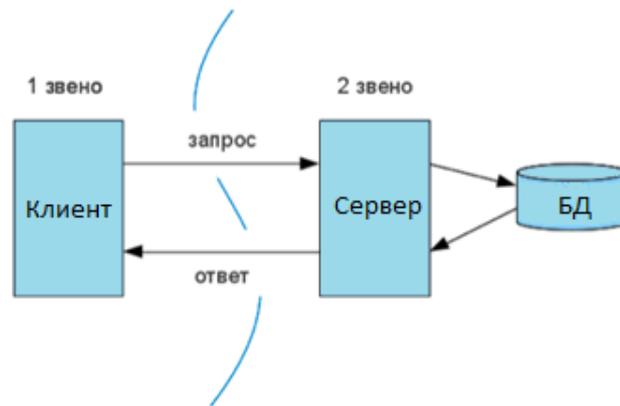


Рисунок 1 – Двухзвенная архитектура

Принцип работы двухзвенной архитектуры взаимодействия клиент-сервер заключается в том, что обработка происходит на одной машине без использования сторонних источников. Двухзвенная архитектура имеет жесткие требования производительности сервера, но в это же время является очень надежной.

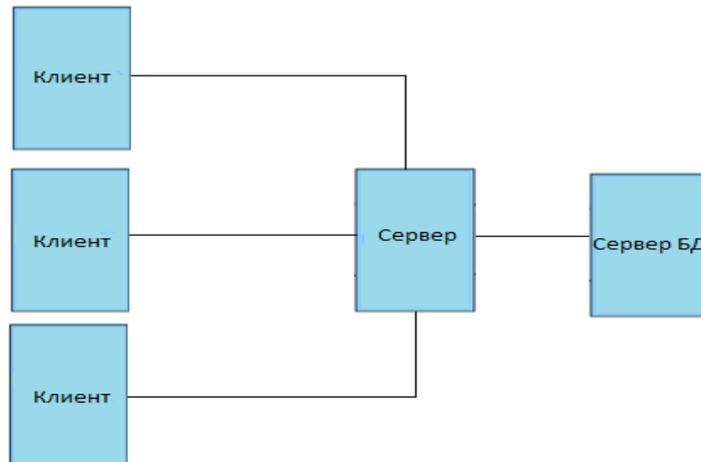


Рисунок 2 - Многоуровневая архитектура клиент-сервер.

Многоуровневая архитектура клиент-сервер (Multitierarchitecture) – разновидность архитектуры клиент-сервер, в которой функция обработки данных вынесена на один или несколько отдельных серверов. Это позволяет разделить функции хранения, обработки и представления данных для более эффективного использования возможностей серверов и клиентов.

Важные аспекты веб-приложения:

1. Надежность. Приложение должно осуществлять работоспособность вне зависимости от количества пользователей и при этом сохранять стабильную скорость работы.
2. Быстродействие. Какими бы ни были условия работы приложение должно быстро реагировать на команды и выдавать полученные результаты.
3. Безопасность. Присутствие прав доступа, проверка идентификации пользователя.

Стандарты общие для любых продуктов веб-разработки. Функционал основан на реализации функций для решения задач пользователей.

Для веб-приложений на стороне сервера можно применять различные технологии и любые языки программирования. Для клиента не важно, какая ОС настроена у человека, в этом плане интернет-приложения можно считать универсальными кроссплатформенными сервисами.

Главные задачи, которые должно решать разрабатываемое Web-приложение:

- обработка запроса пользователя;
- сохранение результатов в базу данных;
- предоставление полученных результатов пользователям приложения.

Работа выполнена при финансовой поддержке стипендии Президента РФ СП-2459.2021.5.

Библиографический список

1. Сэмми Пьюривал. Основы разработки веб-приложений. – Питер, 2015. – 272 с.

АНАЛИЗ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ РЕАЛИЗАЦИИ МЕНЕДЖЕРОВ ЗАДАЧ

А.Д. Игнатенко

Научный руководитель – Алексеев В.Ф.

канд. техн. наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Менеджер задач – это специальное программное средство, которое помогает формулировать и фиксировать задачи, контролировать ход работы и заканчивать проекты вовремя. Есть приложения, которые направлены на индивидуальную производительность человека, но большинство менеджеров задач направлены на команды: совместная работа над проектом, распределение задач и удаленный мониторинг хода работы. Этот инструмент помогает грамотно организовать совместную работу, тратить меньше времени на встречи для обсуждений и объяснения лично каждому его новых обязанностей. Именно менеджеры задач идеальны для оптимизации и ускорения рабочих процессов [1–3].

Планирование рабочего процесса – инструмент, который помогает не только эффективно использовать рабочее время, но и сокращать затраты организации. Это не стандартный список дел, который нужно выполнить в рабочее время в строгой очередности. Планирование – способность выбирать, что нужно сделать, почему и когда.

Именно поэтому грамотное планирование не только структурирует все, что необходимо сделать за день, но и освобождает время сотрудника. В первую очередь нужно выполнять самые важные дела – это главное правило тайм-менеджмента. Каждому человеку, у которого на работе есть свободное время и нет четкого расписания, полезно распределять свое время правильно.

Цель планирования состоит в том, чтобы быть действенным инструментом достижения целей компании, т.е. своевременно выявлять

средства, альтернативы, а также шансы и риски достижения целей компании и выбирать соответствующие мероприятия.

С каждым днём необходимость в использовании бумажных носителей информации снижается, а выбор среди множества инструментов для планирования, отслеживания результата и ведения проектов становится всё больше, однако не каждый из них может похвастаться удобным и простым интерфейсом. Многие компании находятся в поиске, соответствующего их потребностям, инструмента для осуществления своей деятельности или рассматривают из множества самые популярные менеджеры задач.

Изучим и проанализируем популярные программные средства реализации менеджеров задач. Для анализа выбраны: *Trello*, *Asana*, *Basecamp*, *Jira*, *Todoist*.

Trello представляет из себя канбан-доску со списками карточек, которую можно легко использовать для управления задачами в команде. Однако, чем больше проектов ведётся, тем больше захламляется интерфейс. В бесплатной версии можно интегрировать в *Trello* только один сервис, а размер вложенного файла не может превышать 10 МБ. В платных версиях доступны дополнительные инструменты для командной работы, а также предлагается повышенный уровень безопасности (например, двухфакторная аутентификация). Отсутствует возможность отслеживания времени. Сервис поддерживает 22 языка, в том числе русский язык. В карточке можно обмениваться комментариями с другими пользователями, прикреплять участников, добавлять метки, использовать чек-лист. Нет возможности добавлять описания проектов и модифицировать подзадачи. В сервис можно интегрировать *Jira*, «Google Диск», *Dropbox*, *Evernote*, *Slack*, *GitHub*, *GitLab* и ещё несколько десятков сервисов.

Сервис *Asana* предназначен для управления задачами в небольших командах. Бесплатная версия ограничена по функциональности и позволяет добавить в команду не более 15 человек. Невозможно назначать задачи нескольким пользователям сразу. Русский язык не поддерживается. Отсутствует возможность отслеживания времени. В бесплатной версии продукта можно вести список задач, пользоваться календарем, систематизировать задачи по проектам. В платных версиях можно устанавливать зависимости в задачах, вести график, наблюдать за прогрессом сотрудников и другим. *Asana* поддерживает интеграцию данных из сторонних сервисов: *Dropbox*, *Evernote*, *GoogleDrive*, *Jira*, *Slack*, *GitHub*, *GitLab* и других.

Сервис *Jira* работает по Agile-методу и предназначен для команд разработчиков. *Jira* позволяет создавать списки задач, распределять их между членами команды, отслеживать выполнение, обмениваться мнениями. Сервис посылает уведомления об изменениях в карточках задачи. Каждая команда может создать собственный вид процесса работы над продуктом. В карточке задачи можно добавлять собственные поля. Сервис позволяет составлять отчёты и следить в реальном режиме за выполнением задач. Русская локализация поддерживается. *Jira* поддерживает интеграцию данных из более чем 3000 сервисов. Со временем пользователи могут столкнуться с тем, что *Jira* становится

медленнее. Новым пользователям интерфейс кажется не совсем понятным и избыточным, поэтому часто новым пользователям необходима помощь экспертов в настройке *Jira*.

В связи с необходимостью реализации проекта в моей организации, была поставлена задача по разработке менеджера задач такого уровня, который позволит решить узкоспециализированные задачи и будет являться независимым от сторонних разработчиков, а также будет являться собственной разработкой организации, что позволит настраивать и адаптировать его для рабочего процесса организации и выполнять более качественно и быстро необходимые задачи корпоративного управления.

Библиографический список

1. 40 сервисов для управления задачами и проектами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vc.ru/services/50333-40-servisov-dlya-upravleniya-zadachami-i-proektami>. – Дата доступа: 25.10.2021.
2. Какие планировщики задач наиболее удобны и почему [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rb.ru/opinion/planirovshiki/>. – Дата доступа: 25.10.2021.
3. Плюсы и минусы 5 основных инструментов управления проектами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dou.ua/forums/topic/30400/>. – Дата доступа: 25.10.2021.

ИССЛЕДОВАНИЕ СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ.

М.К. Крыгина

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н., к.т.н., доцент

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

В докладе даётся краткий обзор современным методам сбора, обработки и представления сейсмоакустической информации.

Сейсмоакустика представляет собой один из распространенных методов изучения строения осадочной толщи и кристаллического фундамента земной коры и состоит из разночастотных методов, базирующихся на применении упругих волн: сейсмических (частоты до 500 Гц), акустических (от 0,5 до 10 кГц), ультразвуковых (более 10 кГц).

Сейсмоакустические методы основаны на исследовании упругих колебаний кинематических и динамических характеристик. Регистрация данных производится электродинамическими сейсмоприемниками или пьезоэлектрическими геофонами.

В общем случае задача сейсмоакустических исследований может быть определена как получение информации, при интерпретации которой выявляются геологические структуры и определяется их строение.

С помощью сейсмических и сейсмоакустических методов исследований решается широкий круг задач: изучение земной коры с целью выявления наиболее общих закономерностей строения, формирования и распределения месторождений полезных ископаемых; изучение осадочного чехла с целью поиска месторождений полезных ископаемых, в частности нефти и газа, выявления закономерностей их формирования

и распределения; изучение природных отложений в связи с поиском твердых полезных ископаемых.

Являясь комплексной, задача сейсмоакустических исследований может быть разделена на несколько этапов:

- сбор первичной информации и ее подготовка к обработке. Основывается на распространении упругих волн во всех направлениях от источника колебаний. Они фиксируются специальной аппаратурой;
- экспресс-обработка первичных данных с целью коррекции и управления процессом; осуществляется геофизическими станциями с устройствами сбора, накопления и хранения первичных данных;
- обработка материалов с целью получения принятых документов для геологической интерпретации результатов и воздействия на весь процесс геолого-геофизических исследований. Современная геофизическая техника предполагает использование ЭВМ для цифровой регистрации и обработки сейсмоакустической информации. Ввиду весьма больших объемов первичных данных, и удаленности баз, обработку первичных материалов исследований рекомендуется выполнять непосредственно на объекте сбора информации.

Наиболее развитой и широко применяемой является технология получения сейсмоакустической информации, основанная на использовании мощных импульсов, излучаемых источниками взрывного типа – пневматическими излучателями (пневмопушками), электромагнитными излучателями (бумерами) и электроискровыми разрядниками (спаркерами).

Существующие методы сейсмоакустических исследований подразделяются на методы, в основе которых лежит изучение естественных, а также созданных искусственным путем упругих волн.

В первую группу входят:

- акустическая шумометрия. В её основе находится исследование интенсивности шумов в пластах и стенках скважины при движении жидкостей и газа. Акустический шумомер представляет собой индикаторный прибор, не подлежащий строгой калибровке. Его данные не пригодны для количественных регистраций измерений;
- акустический каротаж. Методы этой группы получили достаточно большую популярность. Они изучают искусственные упругие волны. Далее эти методы можно классифицировать по расстоянию, на которое разнесены источник и приемник упругих колебаний:
 - сейсмические методы. К ним причисляют межскважинное прозвучивание и скважинную сейсморазведку. Во время межскважинного прозвучивания в какой-то из скважин возбуждают упругие колебания, которые затем фиксируют в другой скважине (или в группе скважин). В сейсморазведке через скважины большую популярность завоевал метод вертикального сейсмического профилирования (ВСП). Его суть в расположении в скважине приемников, регистрирующих упругие волны, вызванные поверхностным взрывом или источником вибрации, находящемся на поверхности;

- акустические методы: акустический каротаж (АК) и акустический каротаж на отраженных волнах (АКОВ). Производятся на небольших расстояниях (до 10 метров). Оба метода заключаются в том, что источник и приемник упругих волн находятся в одной скважине. При АК исследуют волны, распространяющиеся вдоль скважины, а в АКОВ — отраженные от стенок.

Акустический каротаж представляет собой способы изучения характеристик горных пород при помощи анализа упругих волн высокой частоты в скважине. Выделяют: 1) газовый каротаж – анализ содержания в горных породах летучих углеводородов; 2) термокаротаж – замер температуры в скважине; 3) кавернометрия – по итогу этого измерения получают кривую динамики изменения диаметра скважины. Полученные данные демонстрируются на кавернограмме.

Также данные подвергаются обработке с помощью вычислительной техники и специального программного обеспечения. Анализируя результаты обработки сейсмоакустической информации, специалист может определить форму и свойства слоев, на поверхности которых случилось преломление или отражение посылаемых упругих волн и глубину залегания пород.

Результаты первичных измерений демонстрируются на сейсмограммах и магнитограммах (для многоканальных станций) или на фотограммах и годографах волн (для малоканальных установок). Магнитограммы и фотограммы воспроизводят на фотобумагу, из которой формируют сейсмоленты.

Таким образом, достоинства сейсмоакустических исследований – возможность надежно и в краткие промежутки времени получить непрерывную интегральную информацию о процессах, происходящих при выполнении работ по подготовке и добыче полезных ископаемых.

РАЗРАБОТКА ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, РЕАЛИЗУЮЩЕГО АЛГОРИТМЫ РАБОТЫ С БАЗОЙ ДАННЫХ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ОГНЕВОЙ ПОДГОТОВКИ ЛИЧНОГО СОСТАВА ПРИ СТРЕЛЬБЕ ИЗ БОЕВОГО ОРУЖИЯ

А.А. Жильников, Т.А. Жильников
Научный руководитель – Жулев В.И.
д-р техн. наук, профессор
Академия ФСИН России

В стереотипном представлении обывателя огневая подготовка как обучение применению штатного оружия в части учебной и боевой стрельбы есть процесс архаичный, давно сформировавшийся и не предполагающий какой-либо модернизации. Однако служебная деятельность закономерно претерпевает постоянное развитие [1]. По этой причине изменению подвергаются условия и возможная оперативная обстановка, требующая применения силовыми структурами штатного оружия. Указанные изменения служебной деятельности отслеживаются и являются определяющими для включения в повседневный тренинг специфических упражнений, формирующих новые умения и обрабатывающих дополнительные навыки [2].

В свою очередь, присутствие новых упражнений вносит свои коррективы в организацию и проведение мероприятий по оценке огневой подготовки личного состава. Обозначенные коррективы начинаются с изменения нормативной базы и регламентирующих документов. С утратившими силу регламентирующими документами становится неактуальным и сопровождающее документацию программное обеспечение. Вместе с тем, в настоящее время регулярная переработка программного обеспечения становится постоянной практикой. Принимая во внимание узкую прикладную направленность, указанные действия трудоемкие и затратные по времени [2].

Таким образом, проблема, на решение которой направлено исследование представляет собой создание прикладного программного обеспечения, реализующего востребованные алгоритмы работы с базой данных оценки уровня огневой подготовки личного состава при стрельбе из боевого оружия. Проблема создания тесно связана с техническими сложностями программирования, вызванными возможными вынужденными изменениями структуры базы.

Целью данной работы является автоматизация процесса систематизации и организации оперативного учета, с последующим анализом достижений стрельб из боевого оружия посредством современных информационных технологий, с последующей разработкой модифицируемой базы данных результатов, предназначенной для внедрения в практику Всероссийских соревнований среди силовых ведомств по стрельбе.

Согласно приказу ФСИН России в соответствии с единым календарным планом спортивных мероприятий, включающим спартакиаду по служебно-прикладным видам спорта, по сложившейся многолетней традиции организуются и проводятся Всероссийские соревнования среди территориальных органов, образовательных учреждений ФСИН России, с участием команд МВД и других силовых ведомств по стрельбе из боевого оружия.

На масштабность и представительность соревнований указывает число и обширная география участвующих территориальных органов и силовых ведомств, представленных командами. В связи с этим, из-за огромного количества различного рода регистрируемых результатов стрельб и решений по присвоению очередной квалификационной категории, на судейскую бригаду возлагается колоссальная нагрузка, которая в силу невнимательности, рутинности и возможной монотонной усталости судей неотвратимо влечет технические ошибки. Подобного вида ошибки достаточно легко устранимы, если процесс систематизации, организации оперативного учета итогов стрельб и последующего анализа достижений подвергнуть автоматизации с использованием информационных технологий. Кроме того, информационные технологии могут оказать действенную помощь в работе оргкомитета соревнований на этапе подготовки организационно-распорядительной документации, когда составляются и распечатываются выходные ведомости и протоколы соревнований [2].

Библиографический список

1. Жильников Т.А., Жильников А.А., Голиков А.А. Автоматизированная информационная система учета трудоемкости и контроля временных затрат по видам работ профессорско-преподавательского состава образовательных учреждений силовых структур России // Вестник Воронежского института МВД России. 2020. №2. С. 108-115.
2. Жильников Т. А., Жильников А. А., Баева О. В. Автоматизация процесса систематизации, организации оперативного учета и аналитики результатов стрельб из боевого оружия посредством современных информационных технологий // Вестник Воронежского института ФСИН России. 2021. № 3. С. 64-70.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЫСОКОУРОВНЕВЫХ ЯЗЫКОВ ОПИСАНИЯ АППАРАТУРЫ VHDL И VERILOG

М.С. Игошина

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н., к.т.н., доцент кафедры САПР ВС
**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе приводится сравнительный анализ актуальных языков описания цифровой аппаратуры VHDL и VERILOG. В настоящее время наблюдается тенденция, связанная с ростом необходимости использования данных средств для представления цифровых устройств в процессе проектирования.

Такая потребность обусловлена следующими причинами:

- широкое применение ПЛИС в качестве элементной базы при создании цифровых систем,
- совершенствование инструментов синтеза и средств HDL-моделирования,
- снятие схемотехнических ограничений при реализации на базе ПЛИС,
- возможность повышения мобильности.

В качестве основных достоинств указанных языков можно привести:

1. Стандартность. VHDL и VERILOG признаны стандартом описания цифровой аппаратуры, который поддерживается мировым сообществом.
2. Многоуровневость. Языки используют широкий диапазон систем и уровней их описания.
3. Гибкость и современные средства отображения временных зависимостей.

Одно из главных отличий языков заключается в том, что VHDL строго типизирован, по синтаксису и семантике он напоминает языки программирования типа ADA и PASCAL; VERILOG прост в реализации (более быстрый компилятор), лаконичен, т.е. позволяет уменьшить объем описания схем в 1,5 раза (по сравнению с VHDL), близок к языкам программирования типа C и C++.

Различия языков можно продемонстрировать на примере ниже описанных характеристик и параметров:

Модельное время. В языке VERILOG пользователь сам задает единицу модельного времени, а также точность её представления, в то время как в VHDL этот процесс происходит неявно.

Порты. Порты могут быть входными, выходными, двунаправленными (VHDL и VERILOG), однонаправленными буферными и связными (VHDL). Алфавит кодирования сигналов составляет 0,1 в случае VHDL и 0,1,Z,X в случае VERILOG. Типы портов: VHDL – стандартный bit и n-битовый вектор bit_vector; VERILOG – одноразрядный или n-битовый вектор, который имеет четырехзначный тип по умолчанию.

Тело объекта. В VERILOG тело объекта следует за описанием интерфейса модуля, в языке VHDL выделяется отдельная часть, которая содержится в описании архитектуры объекта (существует возможность задания нескольких архитектур).

Связь имен компонентов и объекта проекта. В VERILOG осуществляет полное соответствие этих имен, VHDL допускает различие имен компонента и имени объекта проекта.

Типы и виды данных. Характерным отличием VERILOG от VHDL является то, что VHDL различает понятия переменных и сигналов и позволяет разработчику самостоятельно создавать собственные типы данных. В VERILOG присутствуют только переменные.

Описание моделей. VHDL позволяет описывать объект в разных стилях (структурное, потоковое, поведенческое), встраивать в описание фрагменты языков программирования высокого уровня (PASCAL). VERILOG аналогичным образом может поддерживать разные варианты описания модели системы, однако интерфейсом взаимодействия с другими языками программирования не обладает, декларации и параллельные операторы размещаются в модуле в произвольном порядке.

Внешние данные. Для расширения языка VHDL используются внешние библиотеки и пакеты, а VERILOG не имеет подобных возможностей.

Структурная организация HDL-модели. В языке VHDL объект состоит из 2-х частей: интерфейса и архитектурного тела, а в языке VERILOG проектный модуль объединяет интерфейс и исполняемый в одном блоке (тело модуля).

Реализация задержек. VHDL, в отличие от VERILOG, не позволяет описывать минимальные, максимальные и типичные задержки одновременно.

На основе приведенного анализа в докладе можно сделать вывод, что язык VERILOG является более простым в изучении, подходит для синтеза FPGA и ASIC, но не подходит для проектирования на системном уровне.

Язык VHDL является более универсальным, чем VERILOG, и подходит для описания различных цифровых систем. Однако данная универсальность подразумевает увеличение объема описания проектируемых цифровых систем.

Библиографический список

1. Бибило П.Н. VHDL. Эффективное использование при проектировании цифровых систем. – М.: СОЛОН-Р, 2002. – 224 с.
2. Майоров С. А. Новиков Г. И. Структуры электронных цифровых вычислительных машин. — Л.: Машиностроение, 1979. — 384 с.

3. Поляков А.К. Языки VHDL и VERILOG в проектировании цифровой аппаратуры. – М.: СОЛОН-Р, 2010. – 315 с.
4. Сергиенко А.М. VHDL для проектирования вычислительных устройств. – К.: ТИД «ДС», 2003 – 2008 с.
5. Соловьев В.В. Основы языка проектирования цифровой аппаратуры Verilog. – М.: Горячая линия – Телеком, 2014. – 2006 с.
6. Суворова Е.А., Шейнин Ю.Е. Проектирование цифровых систем на VHDL. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 576 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПЛАТФОРМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В БАЗИСЕ ПЛИС

М.С. Игошина

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н., к.т.н., доцент кафедры САПР ВС
**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе приводится сравнительный анализ актуальных платформ проектирования на базе ПЛИС, связанный с ростом потребности разработчиков в мощных и эффективных инструментах моделирования.

Рассмотрим более подробно описание особенностей наиболее распространенных САПР для ПЛИС: Protel, MAX+PLUS II, Foundation, Active-CAD и т.д.

Среда *MAX+PLUS II* предлагает полный спектр возможностей логического дизайна: разнообразные средства описания проектов с иерархической структурой, мощный логический синтез, компиляцию с заданными временными параметрами, функциональное и временной тестирование, тестирование нескольких связанных устройств, анализ временных параметров системы, автоматическую локализацию ошибок, программирование и верификацию устройств.

Программа *PeakFPGA* предназначена для построения проектов, описанных на языке VHDL, и упаковки их в конкретные микросхемы различных производителей. Мощные средства моделирования и верификации позволяют производить быстрый поиск ошибок по различным критериям и отладку разрабатываемого устройства. Для описания проектов используется язык CUPL, позволяющий описывать логические схемы произвольной комбинацией трех методов: булевыми выражениями, таблицами истинности и методом конечных автоматов.

FPGA Studio обеспечивает расширенные возможности синтеза и моделирования логических схем с последующей упаковкой их в микросхемы ведущих производителей. Она превосходит по функциональности продукты, предлагаемые компанией Protel, однако стоит при этом значительно дороже.

Наиболее мощным решением в данной области является среда *Fusion*. Программа позволяет работать на языке VHDL, Verilog, ABEL, а также на вентильном уровне. Платформа предлагает пользователям возможность разработки сложных иерархических проектов, отдельные части которых используют различные технологии. Вдвое дешевле своего аналога DSP Designer от Agilent Technologies.

Пакет *SystemView* позволяет моделировать логические схемы и упаковывать их в ПЛИС фирмы Xilinx. Однако уровень моделирования проекта тут принципиально другой — эта программа предназначена для моделирования систем на уровне структурных схем. Здесь используются поведенческие модели, позволяющие оценить работоспособность проекта на вентильном, а не на схмотехническом уровне. К достоинствам пакета можно отнести наличие мощного модуля синтеза цифровых фильтров.

Для работы с устройствами FPGA разработан современный пакет *Foundation*, позволяющий использовать ПЛИС в качестве основной элементной базы для построения "систем на кристалле" (system-on-chip, SOC). Компоненты SOC разрабатываются отдельно и хранятся в виде файлов параметризуемых модулей. Окончательная структура SOC-микросхемы выполняется на базе этих "виртуальных компонентов", называемых также "блоками интеллектуальной собственности", с помощью САПР.

Система *Active-HDL* ориентирована на максимальную гибкость при разработке сложных проектов на базе любых типов современных ПЛИС различных компаний-производителей. Помимо развитых встроенных средств моделирования и отладки *Active-HDL* так же предоставляет разработчикам единую среду для построения собственных маршрутов проектирования ПЛИС в зависимости от характера решаемых задач и используемых программных средств. Центральное место в структуре платформы занимает блок управления маршрутом проектирования, в где разработчик может определить набор средств, используемых на каждом этапе проектирования ПЛИС (моделирование, синтез, проектирование топологии, специальные средства).

Synplify Pro направлена на работу с современными ПЛИС емкостью в несколько миллионов вентилей, работающих с частотами свыше 100 МГц. Благодаря алгоритмам, заложенным в систему, можно выделять крупные функциональные блоки (конечные автоматы, память, арифметические блоки) и проводить высокоуровневую оптимизацию. Использование метода ретайминга (retiming), при котором оптимизируется расположение регистров внутри комбинационной логики, позволяет добиваться 25-процентного увеличения производительности.

Protel — первая система проектирования устройств, реализуемых в виде печатной платы, признающая важность и актуальность программируемой логики в современных электронных устройствах. Подобное понимание реализуется в виде обширного инструментария для проектирования устройств на базе ПЛИС, при этом от разработчика не требуется знания языка VHDL — проект может быть введен в виде принципиальной схемы с использованием поставляемых библиотек готовых логических устройств (подобные библиотеки полностью синтезированы и протестированы). Облегчает выполнение подобных задач уникальная технология компании — *LiveDesign*, позволяющая в интерактивном режиме разрабатывать и отлаживать проектируемое устройство непосредственно в кристалле.

Библиографический список

1. Комолов Д.А., Мьяльк Р.А., Зобенко А.А. Системы автоматизированного проектирования фирмы AlteraMAX+plus и QuartusII. – М.: РадиоСофт, 2002. – 361 с.
2. Малюхин В.Н. Введение в современные САПР. – М.: ДМК – Пресс, 2010. – 190 с.
3. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: Учеб. для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. - 336 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АРХИТЕКТУРЫ СОВРЕМЕННЫХ ПЛИС

А.Н. Сапрыкин, М.С. Игошина

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н., к.т.н., доцент кафедры САПР ВС
**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе приводится сравнительный анализ характеристик востребованных ПЛИС, обусловленный потребностью разработчиков в высококачественных и функциональных инструментах проектирования, удовлетворяющих требованию «производительность – цена».

В зависимости от способа коммутации выделяют следующую классификацию ПЛИС: программируемые логические матрицы (ПЛМ), программируемая матричная логика (ПМЛ), программируемая макрологика (ПМ), программируемые коммутируемые матричные блоки (ПКМБ), программируемые вентильные матрицы (ПВМ).

В настоящее время популярными производителями ПЛИС являются фирмы Altera и Xilinx.

Компания Xilinx предлагает полный набор ПО, включающий в себя схемотехнический и текстовый ввод, VHDL/Verilog синтез, функциональное моделирование, трассировщик кристаллов, и многое другое. Кроме того, фирма Xilinx разрабатывает специализированные модули (логические ядра), которые могут быть использованы как библиотечные элементы при проектировании устройств на базе ПЛИС.

Наиболее перспективны следующие ПЛИС фирмы Xilinx: FPGA серии Virtex, FPGA серии Spartan, CPLD серии XC9500, CPLD серии CoolRunner-II.

Virtex. ПЛИС данной линейки характеризуются гибкой архитектурой, состоящей из матрицы конфигурируемых логических блоков (CLB), окруженных программируемыми блоками ввода-вывода. Иерархическая система элементов памяти микросхем серии включает: распределенную память на базе четырехвходовых таблиц преобразования (4-LUT), конфигурируемых либо как 16-бит ОЗУ, либо как 16-бит сдвиговый регистр; встроенную блочную память (каждый блок конфигурируется как синхронное двухпортовое ОЗУ) и интерфейсы к модулям внешней памяти.

Spartan. Архитектура линейки основана на архитектуре серии XC4000, включает аналогичные CLB и организацию соединений между ними, содержит 2 триггера с отдельными входами разрешения тактирования, логику быстрого переноса, 2 четырехвходовых генератора логических

(булевых) функций. В серии отсутствует поддержка асинхронного RAM, распределенные дешифраторы и возможность параллельной загрузки, однако добавлены несколько встроенных цепей тестирования для упрощения проверки работы проекта и снижения стоимости внешнего тестового оборудования.

CPLD серии XC9500. Отличительная черта микросхем этой серии – архитектура на основе флэш-памяти, что позволяет снизить их стоимость и расширить возможности внутрисистемного перепрограммирования, обеспечивая не менее 10 тыс. циклов записи/стирания в полном коммерческом диапазоне значений напряжения питания и температуры. ПЛИС линейки содержат от 36 до 288 макроячеек.

CoolRunner. В состав серии входят семейства CoolRunner XPLA3 (на напряжение питания 3,3 В) и CoolRunner-II (1,8 В). Логическая емкость микросхем серии CoolRunner составляет 36–288 макроячеек. Микросхемы допускают не менее 1 тыс. циклов перепрограммирования, осуществляется полная поддержка протокола периферийного сканирования в соответствии со стандартом IEEE 1149.1 (JTAG).

Наиболее перспективны следующие ПЛИС фирмы Altera: микросхемы с высокой логической емкостью серии Stratix, микросхемы среднего диапазона серии Arria, недорогие микросхемы серии Cyclone и MAX.

Stratix. Устройства Stratix основаны на 1,5-вольтовом SRAM-процессе 0,13 мкм со слоями медной металлизации и с количеством логических элементов в пределах от 10 570 до 114 140. Семейство Stratix имеет до 10 Мбит встроенного ОЗУ со структурой памяти TriMatrix™, оптимизированной для высокой скорости чтения и записи и имеет три размера блоков памяти, предназначенных для различных применений.

Arria. Микросхемы серии Arria предназначены для создания телекоммуникационных и встраиваемых приложений, имеющих повышенные требования по стоимости и энергопотреблению. ПЛИС данной линейки имеют богатый набор функций: встроенные блоки памяти, блоки цифровой обработки сигналов и аппаратные трансиверы со средствами обеспечения целостности сигналов, развивающие максимальную скорость передачи данных до 10,3125 Гбит/с.

Cyclone. Недорогие ПЛИС серии Cyclone предназначены для использования в различных приложениях, где ключевыми параметрами являются низкое энергопотребление и низкая себестоимость. Подобное семейство включает в себя микросхемы, содержащие аппаратный процессорный блок на основе двухъядерного процессорного ядра ARM Cortex A9.

MAX. Микросхемы серии MAX являются недорогим средством, предназначенным для решения широкого круга задач, в которых не требуется большой логической емкости. ПЛИС этой линейки являются энергонезависимым, так как конфигурация хранится в блоке конфигурационной Flash-памяти (MAX V, MAX II) или в ячейках EEPROM (MAX3000, MAX7000). ПЛИС серии MAX готовы к работе сразу после включения питания. Микросхемы этой серии поддерживают режим внутрисхемного программирования по JTAG-интерфейсу.

Библиографический список

1. Грушвицкий Р.И., Мурсаев А.Х. Проектирование систем на микросхемах программируемой логики.–СПб.: БХВ -Петербург, 2002. — 608 с.
2. Стешенко В.Б. ПЛИС фирмы Altera: элементная база, система проектирования и языки описания. – М.: ДОДЭКА, 2000. – 128 с.
3. Тарасов И.Е. Разработка цифровых устройств на основе ПЛИС Xilinx с применением языка VHDL. – М.: Горячая линия – Телеком, 2015. – 252 с.

ПОСТРОЕНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ НА БАЗЕ ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА

А.С. Соловьева

Научный руководитель – Бакулева М.А., к.т.н., доцент

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

В докладе проводится рассмотрение параметров и изучение путей оптимизации внутренней мультисервисной сети связи. При исследовании свойств трафика наибольший интерес представляют такие параметры как: интенсивность пакетов, интенсивность трафика (бит/с), длина пакета, доля потерянных пакетов, доля пакетов с ошибками, интервал времени между пакетами. Из функциональных зависимостей, в первую очередь, представляют интерес функции распределения (или плотности вероятности) интервалов времени между пакетами и длины пакетов.

Первой проблемой является задача оптимизации трафика и выбор алгоритмов маршрутизации, которые должны обеспечивать производительность сети и ее адаптацию к изменениям трафика, без необходимости изменения топологии сети и увеличения пропускной способности каналов. Для достижения этой используются различные средства:

- математические оптимизационные модели;
- имитационное моделирование;
- натурное моделирование.

Во-первых, методы оптимизации в сети с многопротокольной коммутацией по меткам (MPLS), как и в любой другой, представляют собой распределение пропускной способности между набором заданных путей с коммутацией по меткам (LSP) и преобразование их в физическую сеть трактов с ограничением производительности.

Во-вторых, оптимизация также предусматривает для защиты обслуживания установление порогов производительности трактов при использовании определенной схемы резервирования пропускной способности. Защита обслуживания выполняет функцию контроля за качеством обслуживания (QoS), предложенной для конкретных типов обслуживания за счет ограничения пропускной способности или установления приоритета доступа одного типа трафика над другим. Данные методы служат:

- для контроля за сетевой стабильностью путём предотвращения ухудшения характеристик в результате локальной перегрузки;
- для обеспечения минимального объема ресурсов;
- для повышения вероятности принятия потоков с высокими требованиями к пропускной способности;
- для непродолжительных потоков;
- для предотвращения подавления низкоприоритетных потоков и т. д [1].

Группа аналитических методов оптимизации включает в себя метод множителей Лагранжа, аналитический поиск экстремума функции, вариационные методы и принцип максимума. С помощью метода максимального потока (минимального разреза) можно определить множество рёбер, при удалении которых сеть разделится на две свободные части. Пропускная способность этих ребер является ограничением объема трафика между этими двумя частями сети.

Существуют следующие методы математического программирования:

- динамическое программирование;
- линейное программирование;
- нелинейное программирование.

Динамическое программирование является эффективным способом решения задач оптимизации многостадийных процессов. Суть данного метода состоит в разделении анализируемого процесса на стадии (во времени и пространстве). Рассмотрение задачи начинается с последней стадии процесса, и оптимальный режим определяется поэтапно.

Методы нелинейного программирования включают в себя различные способы решения оптимальных задач: градиентные, безградиентные и случайного поиска. Общим для данных методов является то, что это численные методы поискового типа. Основная их задача в определении набора независимых переменных, дающих наибольшее приращение оптимизируемой функции. Также все методы нелинейного программирования используют при решении задач с нелинейными критериями оптимальности.

Для решения оптимизационных задач с линейными ограничениями на область изменения переменных и линейными выражениями для критерия оптимальности используется метод линейного программирования. Подобные задачи решаются итерационными способами. Одним из способов реализации линейного программирования является симплекс-алгоритм, который практически всегда, за исключением некоторых случаев, может найти оптимальное решение. Данный алгоритм основан на полном переборе возможных вариантов решения задачи.

Оптимизация трафика – одна из основных характеристик и преимуществ сети MPLS. Она предусматривает обеспечение эффективного использования доступной пропускной способности сети. Каждому методу оптимизации свойственны определенные цели и

критерии, за счет которых достигаются необходимые результаты, которые должны удовлетворять имеющимся граничным условиям.

В качестве второй проблемы выступает задача оптимизации в сетях MPLS, которая состоит в поиске некоторого оптимального пути LSP, который гарантирует достижение максимальной пропускной способности сети при соблюдении требований по качеству обслуживания (QoS) [2].

Таким образом, проблема оптимизации состоит в нахождении таких путей, которые обеспечивают оптимальное распределение нагрузки всех требований по распределению потоков заданной трафик-матрицы. Полученный путь LSP, который удовлетворяет всем граничным условиям, называется допустимым. При этом сумма всех требований на распределение потоков на отдельно взятом ребре не должна превышать его пропускной способности. Так как задержка сильно зависит от числа прыжков (Hops), то необходимо, по возможности, ограничивать длину пути.

Библиографический список

1. Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах: учеб. пособие для студентов эконом. спец. вузов. М.: Высш. шк., 1986. 317 с.
2. Теория математического программирования. Однокритериальная оптимизация. Необходимые и достаточные условия для локальных экстремумов гладких функций. [Электронный ресурс]. URL: <http://add.coolreferat.com>. (13.01.2016)

ОСНОВНЫЕ КРИТЕРИИ ФОРМИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ МАРШРУТНОЙ СЕТИ

А.Н. Митина

Научный руководитель - М.А Бакулева к.т.н., доцент

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

Внедрение интеллектуального управления городским общественным транспортом одна из задач цифровой экономики Российской Федерации. Формирование комфортной городской среды невозможно представить без удобного общественного транспорта, который и является одним из важнейших элементов города. Для улучшения показателей функционирования транспортной сети (ТС) решаются следующие задачи:

1. Сбор, анализ и преобразование большого количества разнородных данных о перемещении жителей в городской среде;
2. Выявление основных паттернов в данных, изменяющихся во времени;
3. Описание критериев оценки качества транспортной сети города в автоматическом режиме.

Сбор данных может осуществляться при помощи:

1. Использования данных мобильных операторов;

2. Сбор данных с использованием систем онлайн опросов;
3. Социальные сети и микроблоги;
4. Данные геоинформационных сервисов;
5. Статистические сведения;
6. Коммерческие сетевые ресурсы.

В Рязани такая задача реализуется с помощью интеллектуальной транспортной системы в сфере пассажирских перевозок - карты «УмКА».

Основными критериями, которые требуется учитывать при формировании и оптимизации МС, являются затраты времени пассажиров на поездки, количество пересадок пассажиров при поездках, себестоимость перевозки и пропускная способность УДС. Среди основных критериев степень удовлетворения транспортного спроса (1):

где α - степень удовлетворения транспортного спроса $[0, 1]$; N - максимальное количество пересадок, количество пассажиров, перевезённых с i пересадками, C - общее число пассажиров, нуждающихся в перевозке. Непрямолинейность транспортной сети (2):

где P - коэффициент прямолинейности транспортной сети $[0, 1]$, N - количество маршрутов в транспортной системе, L_i - длина i -го маршрута по дорогам, R_i - расстояние от начала i -го маршрута до его конца по воздуху. Плотность транспортной сети (3):

где L - плотность транспортной сети $[0, 1]$, N - количество маршрутов в транспортной системе, L_i - длина i -го маршрута, S - площадь города. Интегральная оценка транспортной сети (4):

где O - интегральная оценка транспортной системы, I - значения критериев, W - веса для критериев, определяющие их важность, N - количество критериев.

Таким образом, многокритериальный характер задач и необходимость учета различных технологических ограничений затрудняет полностью автоматизировать процесс организации маршрутной сети.

Библиографический список

1. Методы сбора транспортной информации и принятие решений при создании новых дорог и общественного транспорта. Германский опыт [Электронный ресурс]. URL: <https://morproekt.ru/articles/science-artiles/logistika-i-marketing/1184-methods-for-collecting-transport-information>
2. Бурлуцкий А.А. Анализ опыта формирования оптимальных маршрутных схем городского пассажирского транспорта // Вестник ТГАСУ. 2013. №2. С. 371–380
3. Кочегурова Е.А., Мартынова Ю.А. Оптимизация составления маршрутов общественного транспорта при создании автоматизированной системы поддержки принятия решений // Известия Томского политехнического университета. 2013. № 5. Т. 323. С. 79–84.

Секция 5. ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЕКТИРОВАНИИ

ОСНОВНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ САПР

Ю.Р. Шабанова

Научный руководитель – Борзенко А.Е.

к.т.н., доцент каф. САПР

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина

САПР или Системы Автоматизированного Проектирования в настоящее время являются неотъемлемой частью моделирования различных технологических процессов.

Рассмотрим три основных вида САПР:

- CAD(computer-aideddesign).

Такие системы предназначены для создания трехмерных объектов различной сложности и уровнем детализации.

Не маловажным, является то, что после разработки модели, возможно, получить полный пакет конструкторско-проектной документации.

Программы данного профиля на предприятии могут решить множество задач:

- упростить и автоматизировать работу инженеров – конструкторов;
- сократить время на проектирование;
- снизить расходы на моделирование;
- снизить трудоемкость многих операций и процессов.

Программы, в которых возможна реализация CAD – систем: Fusion 360, AutoCAD, Solid Edge.

- CAM (computer-aidedmanufacturing)

Предназначение CAM - систем заключается в том, чтобы автоматизировать процессы подготовки и управления производством.

Такие программы интегрируются со станками с ЧПУ (числовое программное управление) и автоматизируют процесс проектирования обработки изделий, а также создают программы для работы ЧПУ.

Внедрение в производство таких систем может привести к решению таких задач как:

- сокращение цикла производства;
- изготовление сложно профильных продуктов;
- увеличение точности;
- оперативность изготовления.

Программы, в которых возможна реализация CAM – систем: SolidWorks, Fusion 360, 3D Max.

- CAE(computer-aidedengineering)

Такие системы предназначены для расчетов и поддержки инженерного анализа.

Явным плюсом CAE - систем является то, что существует возможность поместить модель в реальные условия и проверить ее характеристики до выпуска. То есть, с помощью CAE – систем можно спроектировать или

использовать ранее разработанную модель и оценить ее реальные возможности.

С помощью внедрения на предприятия такого вида программ, могут решить такие задачи, как:

- уменьшение затрат на проведение реальных экспериментов;
- автоматизация расчетов;
- сокращение времени;
- обеспечивает прямую реализацию современных требований качества

Программы, в которых возможна реализация CAE – систем: Inventor, T-FLEX CAD, Euler.

Библиографический список

1. [Электронный ресурс] Официальная страница программного комплекса автоматизированного динамического анализа многокомпонентных механических систем EULER.
2. Сборник трудов IV Международного научно-технического форума. В 10-ти томах. Под общей редакцией О.В.Миловзорова. Рязань, 2021. – 100 с.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ СРАВНЕНИЯ ОРТОГОНАЛЬНЫХ ДЕРЕВЬЕВ ШТЕЙНЕРА И КРАТЧАЙШИХ СВЯЗЫВАЮЩИХ ДЕРЕВЬЕВ

Т.А. Калинин

Научный руководитель – Митрошин А.А.

к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина

В докладе рассматривается вопрос эффективности ортогональных деревьев Штейнера против кратчайших связывающих деревьев. Для оценивания эффективности будет производиться сравнение длин итоговых деревьев.

Как известно, не ортогональные деревья Штейнера короче кратчайших связывающих деревьев, отсюда возник вопрос будут ли ортогональные деревья Штейнера короче кратчайших связывающих деревьев.

Для того что бы выяснить это были разработаны программные средства построения ортогональных деревьев Штейнера по алгоритму Линейного поиска и кратчайшие связывающие деревья по алгоритму Прима. Следует сразу отметить что алгоритм линейного поиска является эвристическим, а значит дает лишь приближенный результат, следовательно, используя более точные алгоритмы, можно получить еще более короткие ортогональные деревья Штейнера. Также разработанные программные средства собирают статистику по построенным деревьям для последующего анализа.

Для проведения исследований деревья строились на поле 100x100, координаты точек на которых строились деревья генерировались

случайным образом, количество точек на которых проводились построения 100 и 500, для сбора статистики строилось по 100 деревьев.

В результате проведенных исследований с помощью разработанных программных средств были получены следующие результаты:

При количестве точек равным 100:

Средняя длина кратчайших связывающих деревьев 676,6 ед.

Средняя длина ортогональных деревьев Штейнера 772,2 ед.

В среднем кратчайшие связывающие деревья оказались короче ортогональных деревьев Штейнера на 95,6 ед.

Каждый раз более коротким деревом были кратчайшие связывающие деревья, и ни разу ортогональные деревья Штейнера.

При количестве точек равным 500:

Средняя длина кратчайших связывающих деревьев 1498,4 ед.

Средняя длина ортогональных деревьев Штейнера 1702,2 ед.

В среднем кратчайшие связывающие деревья оказались короче ортогональных деревьев Штейнера на 203,8 ед.

Каждый раз более коротким деревом были кратчайшие связывающие деревья, и ни разу ортогональные деревья Штейнера.

Вывод: По результатам исследования можно заключить, что ортогональные деревья Штейнера не могут конкурировать по длине с кратчайшими связывающими деревьями.

МОДЕЛИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ МОШЕННИЧЕСКИХ ТРАНЗАКЦИЙ

А. С. Танцев

Научный руководитель – Цуканова Н. И.

к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина

В настоящее время банковская сфера стала одной из наиболее важных сфер применения нейронных сетей. Актуальность решения банковских задач объясняется постоянным ростом числа мошеннических случаев с банковскими картами, ростом количества украденных с электронных счетов денег и прогнозами дальнейшего повышения количества таких случаев [1].

Для обнаружения факта мошенничества платёжные системы и банки используют системы фрод-мониторинга, анализирующие транзакции клиентов и принимающие дальнейшие действия на основании своего вывода по каждой из транзакций. В основе таких систем могут находиться модели, построенные с использованием алгоритмов машинного обучения, выполняющих задачу классификации [2].

Задача обнаружения факта мошенничества с банковскими картами имеет следующие особенности:

1. Сильная несбалансированность классов, то есть преобладание легальных транзакций над мошенническими.
2. Высокая размерность множества объектов. Число признаков может превышать 400.

3. Необходимость быстрого принятия решения по транзакции, чтобы избежать задержек при выполнении операции.

4. Необходимость работы с данными разной природы и необходимость их агрегирования с целью приведения размерности признаков к одному значению.

Поэтому при построении нейронных сетей могут использоваться следующие модели: логистическая регрессия, наивный байесовский алгоритм, изолирующий лес [3].

Логистическая регрессия – это регрессионный анализ, который следует проводить, когда зависимая переменная дихотомична (бинарна). Логистическая регрессия используется для описания данных и объяснения связи между одной зависимой двоичной переменной и одной или несколькими номинальными, порядковыми, интервальными независимыми переменными.

Наивный байесовский алгоритм использует для классификации правило условной вероятности Байеса. Этот метод заключается в нахождении класса для нового образца данных, который максимизирует его вероятность при заданных значениях переменных.

Суть же алгоритма изолирующего леса состоит в том, что отклонение можно изолировать с помощью меньшего количества случайных разделений по сравнению с образцом обычного класса, поскольку отклонения встречаются реже и не укладываются в статистику набора данных.

Алгоритм изолирующего леса случайным образом выбирает признак, а затем случайным образом выбирает значение из диапазона этого признака в качестве разделителя (splitvalue). С помощью рекурсивного применения этой процедуры разделения генерируется дерево. Глубину дерева определяет количество необходимых случайных разделений (уровень изоляции) для изолирования образца. Уровень изоляции (его называют средней длиной), усреднённый по лесу таких случайных деревьев, является мерой нормальности и функцией принятия решений для обнаружения отклонений. Случайное партиционирование делает деревья для отклонений существенно короче, а для нормальных образцов – длиннее. Следовательно, если лес случайных деревьев для определённого образца генерирует более короткие пути, то это наверняка отклонение.

В итоге было проверено качество моделей на тестовой выборке. В качестве показателя эффективности выбрана точность (accuracy):

- Логистическая регрессия — 99,88%.
- Наивный байесовский алгоритм — 97,93%.
- Алгоритм изолирующего леса — 99,77%.

Таким образом, из всех построенных моделей логистическая регрессия и изолирующий лес показали лучшие показатели эффективности.

В дальнейшем в работе предполагается улучшить показатели эффективности при помощи объединения в ансамбль нескольких моделей.

Библиографический список

1. Танцев А.С. Применение нейросетевых технологий для решения задач банковской сферы // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXV Юбилейной Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2020. – С. 41-42.

2. Танцев А. С. Выявление мошеннических операций с кредитными картами с помощью нейросетевых технологий // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2021: сб. тр. IV междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. Т.4./ под общ. ред. О.В.Миловзорова. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2021. С. 53-56.

3. Семенов А. М. Интеллектуальные системы: учеб. пособие / Семенов А.М., Соловьев Н.А., Чернопрудова Е.Н., Цыганков А.С. – Оренбург: ОГУ, 2013. – 236 с.

ЗАДАЧА НЕЙРОСЕТЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ В МУЛЬТИПРОВАЙДЕРНЫХ ОБЛАЧНЫХ ИНФРАСТРУКТУРАХ

Д.А. Перепелкин, М.А. Иванчикова

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

В настоящее время рост количества сетевых приложений, видов сетевого трафика и пользователей сетевых сервисов предъявляет все новые требования к ресурсам и характеристикам сетевых инфраструктур. Для обеспечения качественной передачи данных необходимо использовать средства увеличения емкости сети и поддержки как существующих, так и появляющихся приложений и служб. Одним из решений поставленной задачи является использование облачных технологий.

Облачные услуги используются во многих сферах, в частности эта услуга необходима компаниям, которые хотят развивать свои продукты на основе передовых технологий. Такие технологии, как Интернет-вещей (Internet of Things, IoT), машинное обучение, большие данные, невозможно использовать в полной мере без облаков из-за высоких требований к вычислительным мощностям. Применение классических подходов к построению облачных инфраструктур и управлению ресурсами на практике усложняется наличием различных обслуживающих провайдеров, влиянием нескольких сетевых характеристик или их совокупности на качество функционирования «облака» в целом, высокой нагрузкой на оборудование и частыми обновлениями информации об изменениях в сети. Кроме того, проблемой при распределении ресурсов становится размер облачной инфраструктуры с ее разнообразием типов сетевых соединений, которые могут изменяться при переходе от узла к узлу. Для управления ресурсами мультипровайдерных облачных инфраструктур необходимо применять эффективные методы маршрутизации, управления трафиком и контроля загруженности сети.

Структура современных облачных сетей очень быстро меняется, поэтому применение статистических методов является затруднительным, и наиболее подходящим инструментом для управления ресурсами облачных инфраструктур являются нейронные сети. Применение нейронных сетей позволяет выявлять управляющие сетевые параметры, которые оказывают наибольшее влияние на распределение ресурсов между каналами и узлами связи, а также, благодаря непрерывному обучению, адаптировать структуру сети под спрогнозированную нагрузку.

Для решения задачи мультипровайдерная сеть представляется в виде взвешенного неориентированного графа (рис. 1). Вершины данной графа представляют собой узлы сети, а ребра между вершинами – каналы связи между узлами. Характеристика каналов связи для данной сети задается вектором $C[c_{ij}^{(m)}]$, где $c_{ij}^{(m)}$ – пропускная способность канала связи провайдера m между i -м и j -м узлами сети. Граф сети задается в программе в виде матрицы смежности, $x_{ij} \in \{0, 1\}$, т.е. переменная x_{ij} принимает значение 1, если трафик протекает по каналу (i, j) и 0 в противном случае.

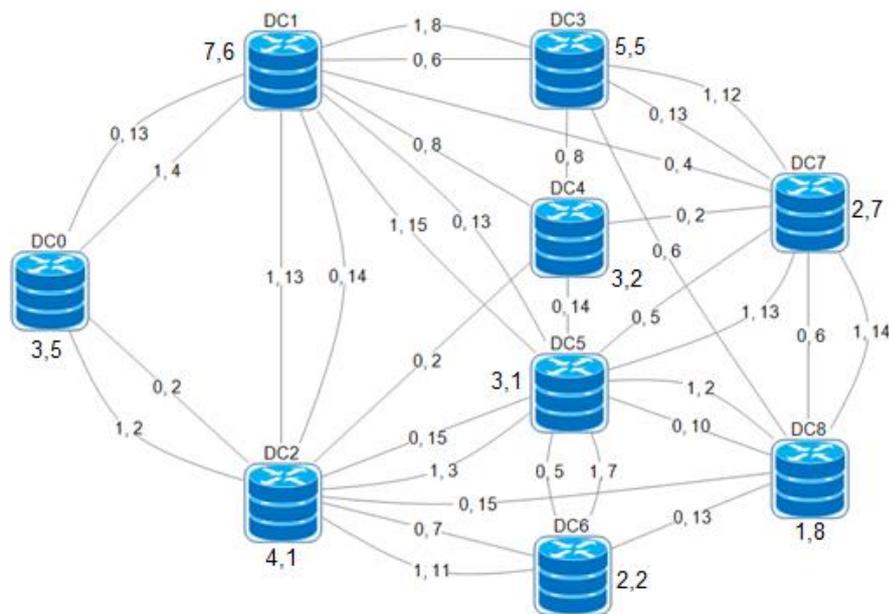


Рисунок 1 – Граф мультипровайдерной сети

Исходными данными для данной модели являются: информация о структуре сети и входном трафике, количество обслуживающих провайдеров, организация маршрутизации в сети, критерий оптимизации функционирования сети, наличие ограничений на качество обслуживания сервисов.

Основные задачи, которые необходимо решить в процессе нейросетевого управления ресурсами облачной инфраструктуры: определение исходной структуры сети, определение набора параметров, которые необходимы для управления, подбор архитектуры и гиперпараметров нейронной сети, ее обучение. Алгоритмы обучения нейронных сетей аналогичны алгоритмам поиска глобального экстремума функций многих переменных и должны обеспечивать универсальность модели управления маршрутизацией.

Применение разработанной математической модели нейросетевого управления ресурсами позволяет повысить эффективность и качество функционирования облачных инфраструктур с несколькими провайдерами связи в условиях увеличения объемов информации и сетевой нагрузки.

Работа выполнена при финансовой поддержке стипендии Президента РФ СП-2459.2021.5.

Библиографический список

1. Dmitry Perepelkin, Maria Ivanchikova. Problem of Network Traffic Classification in Multiprovider Cloud Infrastructures Based on Machine Learning Methods. Proceedings of 10th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO-2021). 2021. pp. 1-4.

2. Комашинский В.И., Смирнов Д.А. Нейронные сети и их применение в системах управления и связи. – М.: Горячая линия – Телеком, 2003. – 94 с.

ПРИМЕНЕНИЕ БИБЛИОТЕКИ OPENENCLAVE ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ДОВЕРЕННЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Н.Н. Романович

Научный руководитель – Алексеев В.Ф.

канд. техн. наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Данные существуют в трех состояниях: данные, которые хранятся (*dataatrest*); данные, которые обрабатываются (*datainuse*) и данные, которые передаются (*dataintransit*). Даже если вы шифруете данные при хранении и передаче по сети, данные, которые обрабатываются, по-прежнему уязвимы для несанкционированного доступа и подделки во время выполнения. Защита данных при их обработке имеет решающее значение для обеспечения полной безопасности на протяжении всего жизненного цикла.

Криптография или шифрование широко используются организациями для защиты конфиденциальности (предотвращение несанкционированного просмотра) и целостности данных (предотвращение несанкционированных изменений). Существуют современные технологии обеспечения безопасности данных, которые позволяют приложениям работать в защищенных анклавах или в доверенных средах выполнения, которые предлагают шифрование данных и приложений. Примерами таких технологий являются технологии *TrustZone* (применяемая в процессорах архитектуры *ARM*, которые применяются в большинстве мобильных устройств), технология *SGX* (используется в процессорах *Intel*) [1]. И несмотря на единую цель, эти технологии имеют массу различий.

Данную проблему стремится решить библиотека *Open Enclave*. *Open Enclave SDK* – это *SDK* с открытым исходным кодом, предназначенная для создания единой унифицированной абстракции анклава для разработчиков, а также для разработки приложений на основе доверенных сред (*TEE*). По мере развития технологий доверенных сред и

появления их различных реализаций, *Open Enclave SDK* стремится поддерживать набор *API*, который позволяет разработчикам создавать и развертывать приложения на нескольких технологических платформах, в различных средах от облачных до гибридных, а также для *Linux* и *Windows* [2]. На сегодняшний день в *Open Enclave* поддерживаются технологии *TEEIntelSGX* и *ARMTrustZone* на базе доверенной среды *OP-TEE*.

Доверенное приложение делится на два компонента: ненадежный компонент (называемый хостом) и доверенный компонент (называемый анклавом). Компонент хоста работает без изменений в «ненадежной» операционной системе (такой как *Windows* или *Linux*), в то время как доверенный компонент работает в анклаве — защищенном контейнере, предоставляемом реализацией доверенной среды. Эти средства защиты позволяют анклавам выполнять безопасные вычисления с гарантией того, что секреты не будут раскрыты.

Данные технологии, в том числе с использованием библиотеки *Open Enclave*, нашли широкое применение в системах, требующих обработки конфиденциальных данных, таких как системы интернета вещей (*IoT*), системы обработки биометрических данных и др.

Библиографический список

1. Романович Н.Н. Применение технологии ARM TrustZone для обработки конфиденциальных данных в облачных сервисах // Студенческий вестник: электрон. научн. журн. 2021. № 23(168). URL: <https://studvestnik.ru/journal/stud/herald/168> (дата обращения: 19.10.2021).
2. What is Open Enclave SDK? // Open Enclave URL: <https://openenclave.io/sdk/> (дата обращения: 19.10.2021).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ДОВЕРЕННЫХ СРЕД ARM TRUSTZONE И INTEL SGX

Н.Н. Романович

Научный руководитель – Алексеев В.Ф.

канд. техн. наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

В современном мире большая часть приложений, обрабатывающих конфиденциальную информацию, выполняются на большой недоверенной вычислительной базе, которая включает операционные системы, гипервизоры, аппаратные средства и их встроенные микропрограммы. Эта большая вычислительная база становится сложной и неподдающейся какой-либо проверке или верификации. Эта проблема открывает злоумышленникам теоретическую возможность украсть секреты критически важного с точки зрения безопасности приложения, скомпрометировав ненадежную вычислительную базу.

Чтобы решить проблему ненадежной вычислительной базы, современные процессорные архитектуры представляют концепцию доверенных сред выполнения (англ. *TrustedExecutionEnvironments*),

которая направлена на обеспечение хранения и обработки конфиденциальных данных в изолированной среде [1].

Существующие популярные доверенные среды выполнения для изоляции сред полагаются на оборудование, как правило без использования средств операционной системы или используя их в минимальной степени.

Intel SGX и *ARM TrustZone* – наиболее популярные на сегодняшний день реализации доверенных среды выполнения. И *Intel SGX*, и *ARM TrustZone* представляют собой доверенные среды выполнения с аппаратной поддержкой, но механизм работы доверенных сред и приложений, выполняемых в них, кардинально различается.

Intel SGX создает надежную среду для доверенных приложений, которая выполняется поверх существующего ненадежного системного программного обеспечения: разработчик приложения может быть уверен, что приложение работает в доверенной среде, даже если операционная система скомпрометирована [2].

ARM TrustZone же создает новый «доверенный мир» для доверенных приложений, которые выполняются на доверенном системном программном обеспечении и оборудовании, доступном только для доверенного мира. Как правило, для выполнения какого-либо приложения в доверенном мире *ARM TrustZone*, данное приложение должно быть предустановлено на устройство его производителем, либо производителем встраиваемого программного обеспечения [3].

Таким образом, технология *Intel SGX* является наиболее подходящей для применения в программном обеспечении общего назначения, требующем обеспечения безопасной обработки данных, тогда как *ARM TrustZone* наиболее применима в мобильных устройствах и устройствах интернета вещей, в которых, как правило, отсутствует возможность установки приложений от сторонних разработчиков.

Библиографический список

1. Trusted Execution Environment: What It is, and What It is Not / M. Sabt, M. Achemlal, A. Bouabdallah. // 2015 IEEE Trustcom/BigDataSE/ISPA — 2015.
2. A survey of Intel SGX and its applications / Z. Wei [et. Al] //Frontiers of Computer Science. — 2021. — 06. — Vol. 15.
3. TrustZone Explained: Architectural Features and Use Cases / B. Ngabonziza [et al.] // 2016 IEEE 2nd International Conference on Collaboration and Internet Computing (CIC). – 2016.

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ КОРПУСИРОВАНИЯ СИЛОВЫХ МИКРОСХЕМ

А.Д. Сыс

Научный руководитель – Алексеев В.Ф.

канд. техн. наук, доцент

**Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники**

В проектах развития различных отраслей электроники постоянно встречаются ссылки на смежные разделы в общем технологическом

маршруте ее развития, которые отражают комплексный подход к анализу состояния отрасли в целом [1–4].

В [1] представлены основные технологические инновации в области корпусирования (рис. 1).

		2000 г.				2010 г.				2020 г.																			
Технология сборки на ПП	Метод присоединения	63Pb/37Sn				Сплавы SAC				Сплавы, отличные от SAC																			
						Без пайки																							
Технология изготовления ПП	Размер компонента	0402				0201				01005																			
		Платы изделий	Ширина проводника / зазор	75 мкм				65 мкм				50 мкм																	
	Диаметр переходного отверстия		250 мкм				200 мкм				150 мкм																		
	Подложки		Ширина проводника / зазор	30 мкм				20 мкм				15 мкм																	
			Диаметр переходного отверстия	150 мкм				100 мкм				25 мкм																	
	Встроенные компоненты	Резисторы/конденсаторы				Активные компоненты																							
Материал ПП	Бессвинцовые/безгалогенные				Сулучшенными характеристиками				Жидкокристаллический полимер																				
	Многофункциональные				FR-4																								
Технология корпусирования	Шаг выводов компонента WLCSP	0,4 мм				0,4–0,3 мм				0,2–0,16 мм				<0,16 мм															
	Шаг выводов компонента BGA	0,8 мм				0,65 мм				0,65 мм				0,5 мм															
	Шаг выводов компонента CSP	0,3 мм				0,2 мм				0,15 мм				0,10 мм															
	Кол-во выводов в матрице	3500				4800				7900																			
	Шаг выводов компонента QFP	0,4 мм				0,3 мм				0,15 мм																			
	Интеграция при корпусировании	SIP				POP				SOP (встроенные активные компоненты)																			
	Компонент SIP со стеканием кристаллов (кол-во кристаллов) Корпус на корпусе	2–4 1/1				2–8 2/1				2–8 2/1–2+1				+8 2+1				10+ 2+/2+											
Интеграция на кремнии	КМОП				Стекование кристаллов				Утонение пластин				3D-интеграция, TSV																
Микроструктурная технология	Шаг определения	Проволочная разварка	В один ряд				45 мкм				30 мкм				25 мкм														
		Flip Chip	Повышенные характеристики				150 мкм				135 мкм				120 мкм				100 мкм										
	Размер пластины	130				90				65				45				32				22				18			
														450 мм ² /18 дюймов															
		200 мм ² /8 дюймов				300 мм ² /12 дюймов																							
Возможности использования технологий промышленностью														Слабые/отсутствие				Некоторые возможности				Высокие возможности							

Рисунок 1

Поскольку развитие микроэлектронных компонентов постоянно идет в направлении увеличения степени их интеграции, производительности и функциональности, этот процесс характеризуется увеличением плотности активных элементов на кристалле примерно на 75% в год. А это вызывает необходимость в увеличении количества их выводов на корпусе примерно на 40% в год.

В [2] рассмотрены и предложены методы по оптимизации силовых интегральных микросхем, затрагивающие экономическую сферу проектирования, поскольку их оптимизация напрямую зависит от конкурентоспособности проектируемого устройства. Описан состав математического обеспечения, в состав которого входят модели прогнозирования объема спроса, себестоимости объекта проектирования и модели расчета его себестоимости.

В [3] показана, что к электронной аппаратуре предъявляются все более жесткие требования по повышению быстродействия и надежности при снижении габаритных размеров и энергопотребления. Рассмотрены силовые микросхемы, для которых, в связи с малыми топологическими размерами элементов, показаны эффективные методы защиты от воздействия электростатического разряда.

Монтаж компонентов с матричными выводами, как современное направление сборки, связан с дополнительными капиталовложениями для обеспечения позиционирования выводов на плате и тестирования паек, не доступных для визуализации. Ограниченная длина выводов не обеспечивает демпфирования для компенсации рассогласования температурных расширений материалов в иерархии межсоединений и не обеспечивает необходимую для особых условий (космическое применение) устойчивость к механическим воздействиям, связанным с деформацией подложек.

Библиографический список

1. Белоус А.И., Солодуха В.А., Шведов С.В. Основы конструирования высокоскоростных электронных устройств. Краткий курс «белой магии».- М.: Техносфера, 2017. – 872 с.

2. Алексеев, В. Ф. Математическое моделирование как средство оптимизации параметров силовых интегральных микросхем / В. Ф. Алексеев, А. Д. Сыс, Г. А. Пискун // Interdisciplinaryresearch: scientific horizons and perspectives : II International Scientific and Theoretical Conference, Vilnius, October 1, 2021 / European Scientific Platform. – Vilnius, 2021. – P. 109–113. – DOI : <https://doi.org/10.36074/scientia-01.10.2021>.

3. Алексеев, В. Ф. Обзор методов компьютерного проектирования силовых интегральных микросхем в условиях воздействия электростатического разряда / В. Ф. Алексеев, Г. А. Пискун, А. Д. Сыс // Interdisciplinaryresearch: scientific horizons and perspectives : II International Scientific and Theoretical Conference, Vilnius, October 1, 2021 / European Scientific Platform. – Vilnius, 2021. – P. 114–116. – DOI : <https://doi.org/10.36074/scientia-01.10.2021>.

4. Алексеев, В. Ф. Построение алгоритма трехмерного моделирования тепловой нестационарности в системе токоведущих элементов силовых микросхем при воздействии контактного разряда статического электричества / Алексеев В. Ф., Пискун Г. А., Сыс А. Д. // Современные средства связи : материалы XXVI Международной научно-технической конференции, Минск, 21 октября 2021 г. / Белорусская государственная академия связи. – Минск, 2021. – С. 44–45.

5. Белоус А. И., Ефименко С.А., Солодуха В.А., Пилипенко В.А. «Основы силовой электроники». – Москва: «Техносфера», 2019. – 424 с.

ТЕНДЕНЦИЯ УМЕНЬШЕНИЯ ШАГА ВЫВОДОВ КОРПУСА МИКРОСХЕМ

А.Д. Сыс

Научный руководитель – Алексеев В.Ф.

канд. техн. наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Автором выполнено обобщение основных тенденций развития технологий корпусирования. При этом особое внимание в исследовании было сконцентрировано на тенденциях уменьшения шага выводов компонентов в корпусах различных типов. В частности, рассмотрены основные тенденции в области систем в корпусе и систем на кристалле, особенности наиболее часто используемых технологий WLP и 3D-интеграции, а также некоторые проблемы создания органической и печатной электроники [1–4].

Надо отметить, что сегодня уменьшение шага выводов компонентов PBGA и QFP фактически достигло своих пределов (0,65 и 0,3 мм соответственно). Минимальный шаг выводов компонентов FBGA продолжит снижаться, согласно прогнозам авторитетных экспертов, через шесть лет он сократится вдвое и достигнет значения 0,15 мм (рис. 1 и 2).

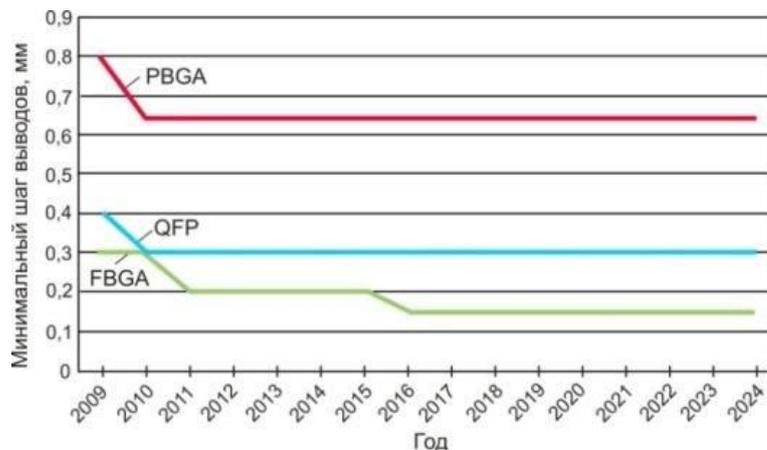


Рисунок 1 – Динамика уменьшения минимального шага выводов компонентов с выводами типа QFP, FBGA и PBGA

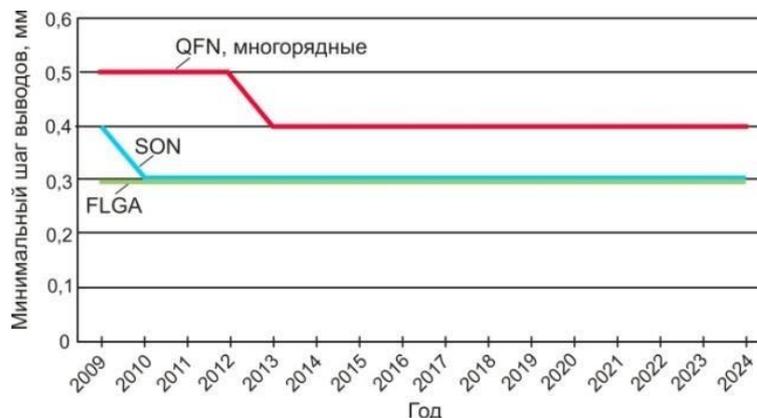


Рисунок 2 – Динамика уменьшения минимального шага выводов компонентов с контактными поверхностями для SON, QFN и FLGA вариантов исполнения микроэлектронных модулей бортовых систем Система в корпусе (*System inPackage, SiP*) – это комбинация нескольких активных электронных компонентов различной функциональности, собранная в единый модуль, которая обеспечивает реализацию разных функций, обычно выполняемых системой или подсистемой. Система в корпусе может иметь в своем составе пассивные компоненты, МЭМС, оптические компоненты и другие корпуса (устройства). Объединение этих компонентов в одном корпусе имеет существенные преимущества: конструкция становится меньше, легче, надежней и дешевле.

Сравнивая системы на кристалле с системами в корпусе, можно выделить преимущества и недостатки, перечисленные в табл. 1.

Таблица 1 – Преимущества и недостатки систем в корпусе и систем на кристалле

Система в корпусе	Система на кристалле
Преимущества	
<ul style="list-style-type: none"> – срок выхода на рынок – от 3 до 6 месяцев. – возможность встраивания активных и пассивных компонентов; – возможность замены отдельных компонентов; – повторное использование отдельных элементов 	<ul style="list-style-type: none"> – выше миниатюризация; – выше плотность межсоединений; – выше надежность (за исключением кристаллов очень большого размера); – выше выход годных при отработанной технологии
Недостатки	
<ul style="list-style-type: none"> – более сложная сборка; – высокая плотность рассеиваемой мощности при расположении кристаллов друг над другом 	<ul style="list-style-type: none"> – срок выхода на рынок от 6 до 24 месяцев; – сложность внесения изменений; возможности изделий ограничены выбранной технологией; – ограниченный выход годных для сложных больших кристаллов

Библиографический список

1. Белоус А.И., Солодуха В.А., Шведов С.В. Основы конструирования высокоскоростных электронных устройств. Краткий курс «белой магии».- М.: Техносфера, 2017. – 872 с.
2. Алексеев, В. Ф. Математическое моделирование как средство оптимизации параметров силовых интегральных микросхем / В. Ф. Алексеев, А. Д. Сыс, Г. А. Пискун // *Interdisciplinaryresearch: scientific horizons and perspectives : II International Scientific and Theoretical Conference, Vilnius, October 1, 2021 / European Scientific Platform.* – Vilnius, 2021. – P. 109–113. – DOI : <https://doi.org/10.36074/scientia-01.10.2021>.

3. Алексеев, В. Ф. Обзор методов компьютерного проектирования силовых интегральных микросхем в условиях воздействия электростатического разряда / В. Ф. Алексеев, Г. А. Пискун, А. Д. Сыс // Interdisciplinary research: scientific horizons and perspectives : II International Scientific and Theoretical Conference, Vilnius, October 1, 2021 / European Scientific Platform. – Vilnius, 2021. – P. 114–116. – DOI : <https://doi.org/10.36074/scientia-01.10.2021>.
4. Алексеев, В. Ф. Построение алгоритма трехмерного моделирования тепловой нестационарности в системе токоведущих элементов силовых микросхем при воздействии контактного разряда статического электричества / Алексеев В. Ф., Пискун Г. А., Сыс А. Д. // Современные средства связи : материалы XXVI Международной научно-технической конференции, Минск, 21 октября 2021 г. / Белорусская государственная академия связи. – Минск, 2021. – С. 44–45.
5. Белоус А. И., Ефименко С.А., Солодуха В.А., Пилипенко В.А. «Основы силовой электроники». – Москва: «Техносфера», 2019. – 424 с.

АЛГОРИТМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ В ЦИФРОВОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ

И.А. Скурко

Научный руководитель – Тонкович И.Н.

канд. хим. наук, доцент

**Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники**

Цифровая проверка личности – процесс идентификации человека по некоторым постоянным (дата рождения, этническая принадлежность) и полупостоянным (внешность, имя и фамилия, страна проживания, номер паспорта) признакам в удаленном режиме с помощью компьютерных технологий. Удаленное подтверждение личности используется в самых различных сферах: для предоставления государственных услуг, проведения банковских операций, совершения покупок в режиме онлайн, в работе интеллектуальных устройств.

Цифровой идентификатор – это новый рубеж в создании экономической ценности для стран по всему миру. По данным исследования международной консалтинговой компании McKinsey к 2030 году для ряда стран экономическая ценность от реализации программ цифровой идентификации составит в эквиваленте 3–13% от ВВП. Для стран с развивающейся экономикой цифровая идентификация, обеспечивающая только базовую верификацию и аутентификацию, может составить 50–70% всего экономического потенциала. Для экономически зрелых стран потребуется продвинутая цифровая идентификация.

Решение задач цифровой идентификации личности невозможно без использования компьютерного зрения (Computer Vision, CV), под

которым понимают автоматическую фиксацию и обработку неподвижных и движущихся объектов изображений при помощи компьютерных средств.

В случае с удаленной цифровой проверкой личности решением для автоматизации является применение алгоритмов компьютерного зрения на каждой из следующих стадий:

- идентификации личности по персональным документам;
- верификации документов с целью установления их подлинности;
- при необходимости – последующего сравнения лиц настоящего владельца учетной записи и лица человека, который пытается получить доступ в систему.

В связи с этим возникает необходимость изучения алгоритмов, ориентированных на специфику данной задачи.

В общем случае процесс цифровой проверки личности может быть представлен следующими этапами:

- определение местонахождения лица;
- яркостное и геометрическое выравнивание;
- извлечение признаков;
- сравнение вычисленных признаков с эталонными (верификация).

Этап определения местонахождения лица. Для определения местонахождения лиц на фотографии наибольшей популярностью пользуются сверточные нейронные сети (CNN), так как их преимущество заключается в быстром автоматическом определении отличительных черт для классов объектов и высокой вычислительной производительности [1].

Этап яркостного и геометрического выравнивание. Под яркостным выравниваем понимается преобразование интенсивности пикселей на изображении. Для яркостного выравнивания могут быть использована гамма-коррекция, алгоритмы Autolevel, Single-ScaleRetinex, Multi-ScaleRetinex.

Под геометрическим выравниванием понимается выравнивание изображения лица во фронтальное положение относительно камеры. Для реализации этого этапа необходима локализация на изображении характерных для всех лиц антропометрических точек – чаще всего это центры зрачков или уголки глаз. Для точной локализации антропометрических точек используются активные модели внешнего вида (AAM) и активные модели формы (ASM) [2]. Далее над точками выполняется аффинное преобразование – перенос ключевых точек таким образом, чтобы лицо было расположено анфас.

Извлечение признаков. На данном этапе вычисляется дескриптор – набор признаков, описывающих лицо независимо от посторонних факторов (возраст, прическа, макияж). Такими признаками являются группы пикселей, такие как линии и точки, характеризующие черты лица: расположение глаз, бровей, носа и губ. Необходимо произвести извлечение признаков дважды: из лица человека, который пытается получить доступ в систему, и лица на фотографии в предоставленном паспорте.

Сравнение вычисленных признаков с эталонными (верификация). Под сравнением лиц подразумевается сравнение полученных дескрипторов путем вычисления метрик расстояния (Евклидово расстояние, метрика Чебышева, расстояние Минковского). Чем меньше значение метрики расстояния, тем больше вероятность совпадения лиц на фото.

С целью определения подлинности документов, необходимо извлечь из фотографии паспорта идентификационный номер. Для интеллектуальной обработки документов (IDP) существует технология оптического распознавания символов (OCR), которая была положена в основу создания движка OCR Tesseract [3].

Применение рассмотренных алгоритмов компьютерного зрения в цифровой идентификации личности обеспечит полную автоматизацию процесса идентификации. Для обеспечения максимальной точности и производительности системы в дальнейшем изученные алгоритмы компьютерного зрения подлежат тестированию на реальных данных.

Библиографический список

1. Davies, E .R. Computer Vision: Principles, Algorithms, Applications, Learning / E. R. Davies. – London ; University of London : Academic Press, 2018. – 62 p.

2. Belhumeur, P. N. Eigenfaces vs. Fisherfaces: recognition using class specific linear projection / P. N. Belhumeur, J. P. Hespanha, D. J. Kriegman. – Piscataway; New Jersey : IEEE, 2017. – 711 p.

3. Bonaccorso, G. Mastering Machine Learning Algorithms / Bonaccorso G. – Birmingham : Packt Publishing, 2018. – 47 p.

ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В АРХЕОЛОГИИ

П.С. Киреев, С.В. Скворцов

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В докладе рассматривается ряд проблем, связанных с применением автоматизированных информационных систем (АИС) в археологии.

В настоящее время автоматизация различных областей человеческой деятельности является важнейшей частью технического прогресса. Одной из таких областей, которая на сегодняшний день нуждается в автоматизации, является археология.

Археологу в ходе своей работы приходится обрабатывать огромные массивы однотипных статистических данных, полученных им в процессе изучения археологических артефактов. Для анализа таких данных необходимо применение различных математических методов из области теории вероятностей и математической статистики. Но для того, чтобы эти методы эффективно работали, археологические данные должны быть структурированы. Таким образом, первостепенные задачи, которые должна решать археологическая АИС, это структурирование собранных данных и их анализ.

В России АИС для хранения и обработки не только археологических данных, но и данных обо всех музейных коллекциях, применяются ещё с конца XX века. Так в 1991 г. началась разработка комплексной

автоматизированной музейной информационной системы (КАМИС). В настоящее время КАМИС является самой мощной музейной АИС в стране, обеспечивающей решение широкого круга задач более чем 725 музеев. С помощью КАМИС создаются интегрированные базы данных музейных, в том числе и археологических, коллекций, включающие различные среды (тексты, изображения, аудио, видео, анимацию), объединенные гипермедийными ссылками. Система реализована на современной СУБД Oracle.

Из преимуществ КАМИС следует отметить, что система структурирует информацию, позволяет осуществлять поиск и выборку данных по всем атрибутам и их сочетаниям, вести учетные операции и подготавливать различные виды списков, каталогов, документов, а также электронные интерактивные публикации, сводные базы данных с доступом из сети Интернет.

Но есть и ряд недостатков данной АИС применительно к работе с археологическими данными. Во-первых, из-за универсальности системы невозможно осуществлять выборки по специализированным параметрам, относящимся к конкретным категориям археологических артефактов. Во-вторых, из-за всё той же проблемы универсальности в системе полностью отсутствуют инструменты анализа данных, необходимые для полной и всеобъемлющей интерпретации археологической информации.

Из вышесказанного можно сделать вывод о необходимости разработки модуля для КАМИС, либо отдельной специализированной АИС для сбора и анализа археологических данных. Стоит отметить, что в связи со специфичностью наборов данных, получаемых при изучении разных категорий археологических артефактов, для сбора и анализа каждого из них требуется своя подсистема.

При разработке АИС необходимо учитывать, при каких условиях пользователь будет взаимодействовать с системой. Работа археолога протекает как в полевых условиях, где часто может отсутствовать доступ к сети Интернет, так и в кабинетных, с доступом ко всем коммуникациям. АИС должна обеспечить потребности пользователя в обоих случаях. В связи с этим система должна работать в двух режимах: локальном (однопользовательском, без сетевого подключения) и серверном (многопользовательском, с необходимостью постоянного сетевого взаимодействия с сервером).

Для работы в локальном режиме АИС должна иметь возможность обрабатывать данные из локального источника. В этом случае в качестве такого источника данных, на наш взгляд, эффективнее всего использовать XML-файл. XML является технологией, разработанной для управления структурированными данными и отображения этих данных в виде удобочитаемого текстового файла [1]. В связи с тем, что язык XML соответствует отраслевым стандартам и поддерживается многими базами данных и приложениями, можно без особых проблем осуществлять перенос данных при переходе из локального режима работы АИС в серверный.

Одной из наиболее популярных сред разработки информационных систем в настоящее время является VisualStudio. В её состав входят такие интерфейсы программирования приложений (API), как

WindowsForm и WPF. Этими API целесообразно воспользоваться при разработке локальной версии клиентского приложения АИС. Также VisualStudio можно использовать как средство для разработки под платформу от компании Microsoft ASP.NET Core, предназначенную для создания различного рода web-приложений: от небольших web-сайтов до крупных web-порталов и web-сервисов. ASP.NET Core включает в себя фреймворк MVC, который объединяет функциональность MVC, Web API и Web Pages [2]. Таким образом, использование платформы ASP.NET позволит сделать разработку серверной версии клиентского приложения АИС (web-приложения) максимально эффективной.

Обобщая вышесказанное, можно сделать вывод, что внедрение АИС в археологию является важной и востребованной задачей в настоящее время. Применяемые ранее попытки использования для сбора и анализа археологических данных музейных АИС таких, например, как КАМИС, по нашему мнению, являются не рациональными, из-за специфичности различных категорий археологических артефактов. Поэтому, актуальной задачей является разработка отдельного модуля к уже существующим музейным АИС, либо же разработка специализированной АИС для сбора и анализа археологических данных.

Библиографический список

1. Обзор XML в Excel [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://support.microsoft.com/ru-ru/office/%D0%BE%D0%B1%D0%B7%D0%BE%D1%80-xml-%D0%B2-excel-f11faa7e-63ae-4166-b3ac-c9e9752a7d80>, свободный.

2. Введение в ASP.NET Core. ASP.NET Core - новая эпоха в развитии ASP.NET [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://metanit.com/sharp/aspnet5/1.1.php>, свободный – (15.12.2020).

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ТРАССИРОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Х.Х. Нгуен

Научный руководитель – Гостин А.М.

к-т техн. наук, доцент

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

В настоящее время следствием высоких темпов научно-технического прогресса является постоянно возрастающая необходимость улучшения электронно-вычислительной техники (ЭВТ) и радио-электронной аппаратуры (РЭА). В процессе их создания тесно переплетаются вопросы разработки схемотехники, конструкции и технологии. Резко увеличились требования к максимальному сокращению времени, затрачиваемого на весь цикл разработки изделий ЭВТ и РЭА. Создаваемые изделия должны быть высокого качества, технологичны и конкурентно-способны. При этом высокая степень интеграции отдельных узлов ЭВТ и РЭА и сложность инженерных решений обуславливают применение автоматизированных и автоматических методов в процессе их разработки. То есть, современное конструирование - это непрерывный творческий процесс на основе диалога человека с ЭВМ.

Одной из наиболее трудоемких задач, возникающих при автоматизации проектирования РЭА, является задача трассировки. Она состоит в построении соединений между выводами элементов, размещенных в заданном монтажном коммутационном пространстве (МКП) в соответствии с электрической принципиальной схемой устройства при учете конструктивных ограничений. МКП предназначено для размещения конструктивных модулей и трассировки соединений между их контактами, которые должны быть соединены электрическими цепями. При автоматизированном проектировании печатных плат МКП разбивается на элементарные площадки или дискретного рабочего поля (ДРП). Для задач трассировки ДРП является квадратом со сторонами, равными ширине проводников плюс зазор между ними. Обычно трасса формируется в виде множества связанных отрезков, соединяющих точки электрической цепи.

Цель доклада заключается в исследовании и разработке методов и комплексов вычислительных алгоритмов, предназначенных для трассировки печатных плат, а также для решения конфликтов, возникающих при трассировке двух электрических цепей.

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

- Исследование методов и алгоритмов решения задачи трассировки;
- Разработка структуры данных и демонстрационного интерактивного программного модуля на основе исследуемых алгоритмов;
- Проверка работоспособности программного модуля алгоритмов и выполнение контрольных примеров.

Результат выполнения разработки программного модуля алгоритма показан на рисунке 1.

Библиографический список

1. Муромцев Ю.Л., Орлова Л.П., Муромцев Д.Ю., Тютюнник В.М. Информационные технологии проектирования РЭС. Ч. 1: Основные понятия, архитектура, принципы: Учеб, пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004.
2. Уваров А.С. Проектирование печатных плат. 8 лучших программ: М.: ДМК Пресс, 2009 С. 181, 195, 237.
3. Гостин А.М., Сапрыкин А.Н. Основы разработки объектно-ориентированного программного обеспечения.
4. Михайлов И. Е. Разработка модификации алгоритма волновой трассировки (алгоритма Ли) // Наука, техника и образование, 2016. №3 (21). С. 60-62.

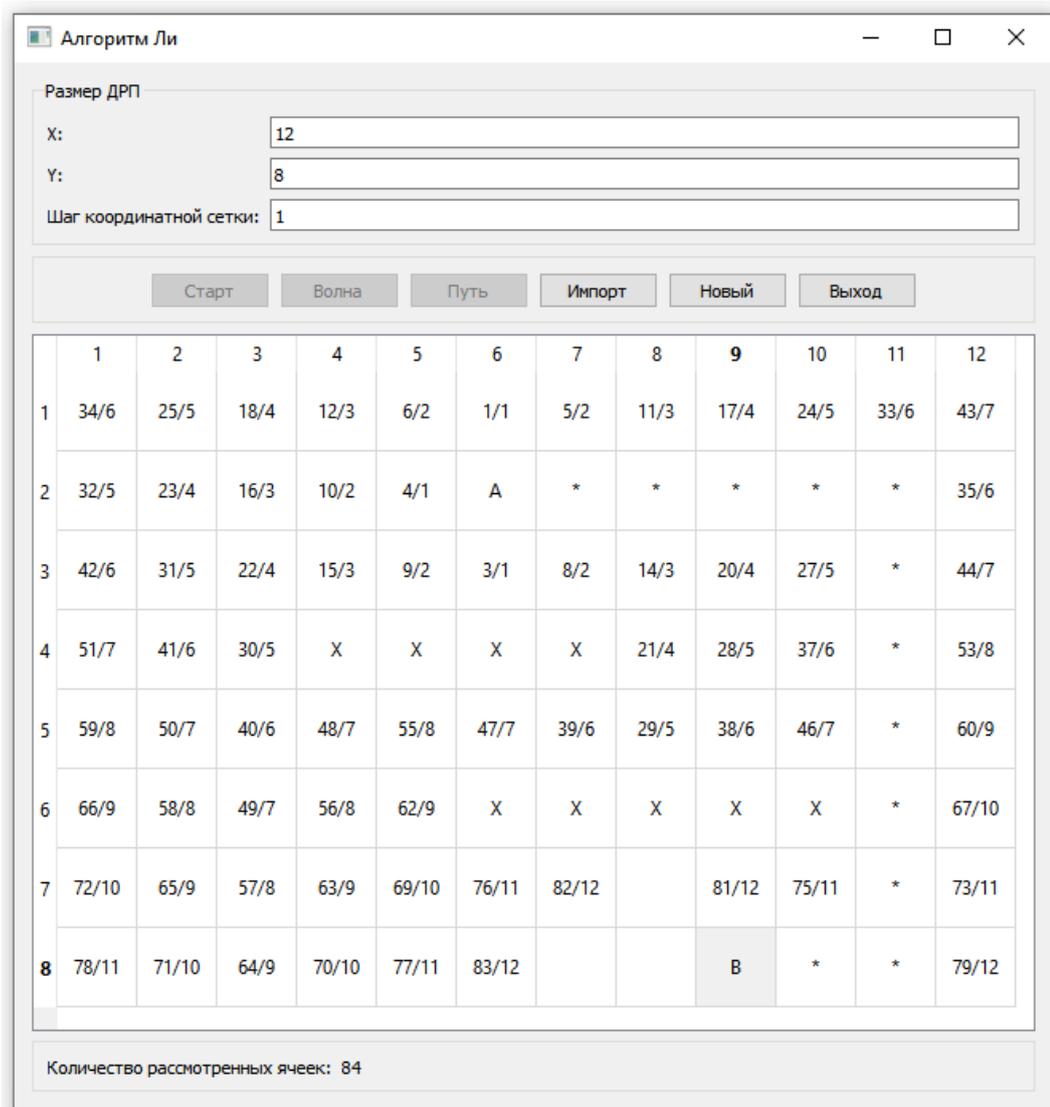


Рисунок 1 – Демонстрационный программный модуль на основе алгоритма Ли

СОЗДАНИЕ ОДНОСТРАНИЧНЫХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ФОРМ С REACT

А.С. Большаков

Научный руководитель – Хрюкин В.И.

к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина

React.js – самая популярная интерфейсная библиотека JavaScript для создания веб-приложений. Это библиотека с открытым исходным кодом, которая используется для создания пользовательских интерфейсов специально для одностраничных приложений. Он используется для обработки уровня представления для веб-приложений и мобильных приложений. React также позволяет нам создавать повторно используемые компоненты пользовательского интерфейса. React был впервые создан Джорданом Уолком, инженером-программистом, работающим в Facebook. Впервые React

был запущен в ленте новостей Facebook в 2011 году и на Instagram.com в 2012 году.

React сохраняет в памяти облегченное представление «реальной» модели DOM, известное как «виртуальная» модель DOM (VDOM). Манипулирование реальной DOM намного медленнее, чем управление VDOM, потому что на экране ничего не отображается. Когда состояние объекта изменяется, VDOM изменяет только этот объект в реальной модели DOM, а не обновляет все объекты.

Компоненты - это строительные блоки любого приложения React, и одно приложение обычно состоит из нескольких компонентов. Компонент - это, по сути, часть пользовательского интерфейса. React разбивает пользовательский интерфейс на независимые, повторно используемые части, которые можно обрабатывать отдельно.

Состояние - это встроенный объект React, который используется для хранения данных или информации о компоненте. Состояние компонента может меняться со временем; всякий раз, когда он изменяется, компонент повторно отрисовывается. Изменение состояния может происходить в ответ на действия пользователя или события, сгенерированные системой, и эти изменения определяют поведение компонента и то, как он будет отображаться.

Обработка форм является неотъемлемой частью большинства веб-контента. Они служат основным средством взаимодействия пользователя с вашим приложением. При помощи React, создание форм будет являться гибкой и простой задачей.

Структура формы аналогична структуре обычных HTML форм. Однако каждый элемент ввода получает свой собственный компонент и собственное состояние, которое может измениться как со стороны пользователя, так и со стороны приложения для автозаполнения. Состояние дает лучший контроль над элементом управления форм и всеми его данными.

Библиографический список

1. React – JavaScript библиотека: сайт. – URL: <https://ru.reactjs.org/>_(дата обращения: 29.10.2021). – Текст: электронный.

ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗ ВИБРАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ

В.А. Бессонова

Научный руководитель – Ролич О.Ч.

к.т.н., доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Применение методов на основе вейвлет-преобразования в задачах анализа вибрационных сигналов [1] обладает рядом существенных преимуществ перед спектральным анализом. В основе спектрального анализа сигналов лежит преобразование Фурье, которое в качестве базисных функций использует периодические гармоники,

представленные комплексной экспонентой [2]. Исходя из требований анализа сложных нестационарных сигналов, следует отметить определённые «недостатки» Фурье-преобразования, которые и привели к появлению оконного преобразования Фурье и стимулировали широкое внедрение вейвлет-преобразования [3]. В работах И. Добеши показано, что фундаментальные ограничения Фурье-преобразования в части представления нестационарных сигналов и сигналов с быстрым перепадом уровня вносят затруднения в анализе одновременно низкочастотной и высокочастотной составляющих сигнала [4]. Хорошо приспособленные для изучения структуры неоднородных процессов методы вейвлет-преобразования позволяют определить и локализовать спектральные компоненты, необходимые для частотно-временного представления сигнала.

Поскольку данная работа посвящена применению вейвлет-преобразования к кодированию виброакустических последовательностей, имеет смысл рассмотреть алгоритмы, учитывающие изменение исходного сигнала во времени.

В анализе виброакустических последовательностей вейвлет-преобразование обеспечивает двумерную развертку исследуемого одномерного сигнала, в которой частота и время рассматриваются как независимые переменные. При этом вейвлет-разложение не приводит к увеличению объема данных при переходе от временного представления сигнала к его вейвлет-представлению [5].

Вейвлет-преобразование с вейвлетами разного порядка используется для выявления наличия и характера наиболее крупномасштабной составляющей сигнала – так называемого тренда [6]. Фильтрационные и реконструкционные свойства преобразования позволяют оперировать информацией (сглаживание, свертка) без потери значимых характеристик. Разрывы непрерывности, скачки, возникающие из-за вариаций измеряемой характеристики, легко локализуются и при необходимости могут быть устранены или скорректированы.

Для получения достоверной модели виброакустического сигнала и соответствующего ему процесса при условии отсутствия аномальных значений в анализируемом сигнале используется метод вариации Аллана [7]. Наличие аномальных значений компенсируется изменением структуры частотно-временной плоскости. Так, перцептуальное моделирование влечет за собой изменение структуры разбиения частотно-временной плоскости. Достижение гибкого разбиения осуществляется каскадным соединением блоков вейвлет-фильтров, реализуемое в методе вейвлет-пакетов. Метод вейвлет-пакетов позволяет на каждом уровне разложения вибрационных сигналов проводить наиболее выгодное разбиение частотного диапазона (получение разложения сегмента) [8]. При формировании бинарной структуры дерева, которая удовлетворительно аппроксимирует частотные диапазоны перцептуальной модели, целесообразно использовать нейросетевые алгоритмы на вейвлет-отображении сигнала.

Применение вейвлет-преобразования в фильтрации шумов виброакустических сигналов способствует минимизации погрешности

фильтрации в измерительных системах за счет выбора сразу нескольких параметров. Сочетание вейвлет-преобразования и нейронной сети позволяет идентифицировать и локализовать тип события, предположительно влияющего на формирование модели.

Библиографический список

1. Бессонова, В. А. Прибор анализа виброакустических и тепловых сигналов / В. А. Бессонова, О. Ч. Ролич // Интеллектуальные, сенсорные и мехатронные системы-2021 : сборник научных трудов (по материалам студенческих научно-технических конференций). – Минск: БНТУ, 2020. – С. 8-9. – Режим доступа: <https://rep.bntu.by/handle/data/94411>.
2. Драган, А.В. Применение вейвлет-анализа в вибродиагностике многозубчатых приводов [Текст] / А.В. Драган, Д.В. Омесь // Брестский государственный технический университет, г. Брест, Республика Беларусь. – С. 2.
3. Нагорнов, О. В. Вейвлет-анализ в примерах [Текст]: учеб. пособие / О. В. Нагорнов, В. Г. Никитаев, В. М. Простокишин [и др.]. – под ред. О. В. Нагорнова. – М: НИЯУМИФИ, 2010. – 120 с.
4. Shen, S.C., Chen, C.J., Huang, H.J. A new calibration method for MEMS inertial sensor module: In Proceedings of the 2010 11th / IEEE International Workshop on Advanced Motion Control (AMC), Nagaoka, Japan, 21–24 March 2010; pp. 106–111.
5. M. Lang, H. Guo, J. Odegard, C. Burrus, and R. Wells Noise reduction using an undecimated discrete wavelet transform / IEEE Signal Proc. Letters, vol. 3, no. 1, pp. 10-12, 1996.
6. Астафьева, Н.М. Вейвлет анализ: основы теории и примеры применения [Текст] / Н.М. Астафьева // Успехи физических наук. – 1996. – Том 166. – № 11. – С. 5- 12.
7. Kutovoy D.A. On the issue of estimation of the measuring path noise terms according to the Allan variance method / D.A. Kutovoy, O.I. Maslova, S.Yu. Perepelkina, A.A. Fedotov // Girokopiya i Navigatsiya, 2015, no. 2(89). pp. 30 – 39. (In Russ.).
8. Berger J, Coifman R.R., Goldberg M.J. Removing of Noise from Music Using Local Trigonometric Bases and Wavelet-Packets / Journal of Audio Eng. Society, 1994, v. 42, n. 9, p. 808.

АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ СПАМА ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОЧТЫ

Т.Ю. Голиков

Научный руководитель – Тонкович И.Н.

канд.хим.наук, доцент

**Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники**

С развитием информационных технологий люди по всему миру получили возможность коммуницировать между собой. Различные компании начали использовать возможности информационно-коммуникационных технологий для продвижения своих собственных товаров и услуг. Некоторые фирмы рекламируют свой товар только тем клиентам, которые согласились на данный тип рекламы, и в таком

случае фирма устраивает рассылки. Однако есть компании, которые отправляют весь материал, без согласия всем возможным пользователям. Данные сообщения могут содержать как простую рекламу, так и вредоносные программы, цель которых кража конфиденциальных данных или получение контроля над устройством.

Главная проблема для обнаружения спама – позволить программе видеть разницу между рабочей рассылкой и спамом. Для решения данной проблемы предлагается алгоритм определения аномального поведения. В основу алгоритма положена регрессионная модель дерева принятия решений.

Первым вопросом в дереве решений является вопрос, было ли предыдущее сообщение расценено пользователем, как спам. Поэтому в случае, если сообщение не было спамом, проще всего предположить, что спамом оно будет только в том случае, если оно было отправлено не только одному пользователю, что может быть следующим вопросом в дереве принятия решений.

Вторым шагом является проверка содержимого сообщения. На сегодняшний день многие компании используют проверку действий пользователя, как история запросов, интересующие темы и другие. Система сканирует каждое слово, полученное в сообщении, а также в заголовке. Если сообщение содержит в себе темы, интересующие пользователя, тогда оно может попасть к нему. В противном случае оно отправляется на проверку с использованием наивного байесовского классификатора [1].

Различные алгоритмы машинного обучения могут обнаруживать спам, но более привлекательным является наивный байесовский алгоритм, основанный на теореме Байеса.

Принимая во внимание предложенный алгоритм определения аномального поведения, можно сделать вывод, что проверка спама для каждого пользователя будет улучшаться с каждым последующим сообщением. Однако учитывая алгоритм работы байесовского классификатора, нет гарантии отсутствия ошибок. Следовательно, предложенный алгоритм нужно улучшать, чтобы не оперировать понятием вероятность.

Библиографический список

1. Попов, В. А. Теория вероятности / В. А. Попов. – Казань : ФГАОУВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», 2013. – 49 с.

САМООБУЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ВРЕДОНОСНЫХ ПРОГРАММ КОМПЛЕКСНОЙ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОЧТЫ

Т.Ю. Голиков

Научный руководитель – Тонкович И.Н.

канд.хим.наук, доцент

**Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники**

Для защиты информации от вредоносного программного обеспечения разработаны специальные программы для их обнаружения называемые

антивирусами. При работе антивируса над поиском вирусов и вредоносных программ возникает проблема определения, является ли программа безопасной для работы операционной системы.

Для решения данной задачи предлагается использовать модели (дерево решений и случайный лес), основанные на машинном обучении. Машинное обучение – это набор алгоритмов для анализа данных, их изучения и последующего определения данных. С помощью машинного обучения, программа может анализировать данные, делать прогнозы или выбирать подходящий из предложенных вариантов.

При работе антивируса с изолированной средой программа получает отчёт о работе исследуемой программы, в котором содержится информация о её действиях. Используя обучение с учителем, можно получить ответ на вопрос, является ли данная программа вредоносной.

На основе регрессионной модели дерева решений составляют ряд вопросов, которые позволяют определить угрозу от программы. Модель дерева принятия решений – это ряд вопросов, ответы на которые являются ответвлениями к узлам условий перехода к другому вопросу, в конце которых стоят значения целевой функции. Другими словами, проводя опрос, система получает информацию, позволяющую определить класс программы. Например, первым вопросом может быть вопрос об издателе программы. В зависимости от ответа последует следующий вопрос, например, о действиях программы. Если издатель не является производителем операционной системы, и программа пытается изменить содержание системных файлов, то можно сделать вывод, что она является вредоносной.

Также можно использовать модель случайный лес. Данная модель использует множество деревьев, каждое из которых работает со своей выборкой. При формировании выборки рассматриваются следующие метаданные: положение секций файла, размеры секций, информация от производителя или отправителя, вызываемые функции, используемые библиотеки или иная информация из заголовка исполняемого файла, строковые данные, извлекаемые из файла. В процессе регрессии все ответы от деревьев усредняются. Итоговый результат принимается по голосу большинства.

Однако стоит заметить, что обе модели имеют как преимущества, так и недостатки. Модель дерева решений проста в понимании, что даёт возможность переобучения, вероятность успеха зависит от количества узлов, описанных в программе. Модель случайный лес имеет высокую точность, однако она не может дать гарантий выполнения поставленной задачи.

ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДА НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ С ПОМОЩЬЮ DESMOS CALCULATOR

А.А. Семёнова, Р.И. Юданова

Научный руководитель – Давыдочкина С.В.

канд. техн. наук, доцент

Институт Академии ФСИН России

В докладе рассматривается возможность применения онлайн калькулятора Desmos при изучении метода наименьших квадратов.

Метод наименьших квадратов является одним из базовых методов обработки данных, используемых в таких дисциплинах, как «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Статистика», «Эконометрика» и др., и от понимания его сути зависит степень восприятия связанных с ним разделов математики.

Как известно, улучшить восприятие того или иного понятия, метода или процесса может иллюстративный материал или визуализация. При изучении метода наименьших квадратов в качестве такого демонстрационного аппарата может использоваться графический онлайн калькулятор **DesmosCalculator [1]**.

Данное приложение позволяет не только строить графики различной сложности, но и находить решения систем уравнений, обрабатывать неравенства, проводить операции интегрирования и дифференцирования, статистическую обработку данных и т.д. Кроме того, с его помощью можно создавать анимацию изменения положения и формы графических объектов при непрерывном изменении параметров задающих уравнений.

На рис. 1 показан пример использования данного калькулятора для визуализации метода наименьших квадратов. Здесь в первой строке рабочей зоны (левая область экрана) сформирована таблица исходных данных x_i, y_i сразу же после ввода отображаемых в графической зоне (правая область экрана) в виде точек поля рассеяния. Во второй строке рабочей зоны вводится формула прямой, параметры которой как раз и рассчитываются методом наименьших квадратов с использованием выше задаваемой таблицы исходных данных:

$$y_1 \sim mx_1 + b$$

При этом в графической зоне отображается график этой прямой.

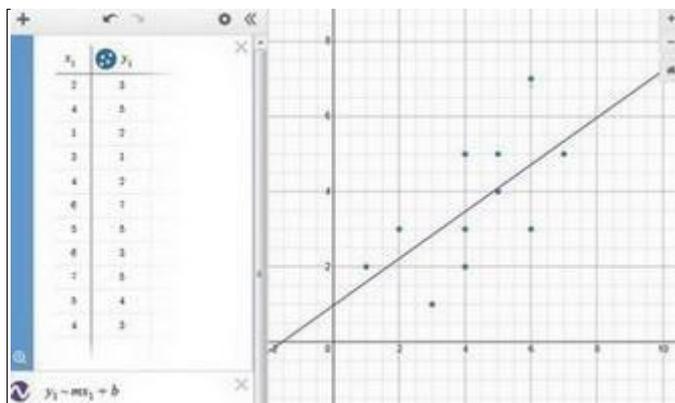


Рисунок 1

Динамика изменения положения прямой при изменении координат точек поля рассеяния реализуется через пункты выпадающего меню обработки значений x_i, y_i таблицы. Здесь предлагается выбрать вид соединительных линий, цвет точек, параметры опции «Ташить», требуемой для дальнейшей демонстрации преобразования графических объектов. При этом сдвиг координат точек поля рассеяния задаётся либо по осям, либо произвольным.

Теперь, захватывая мышкой точку в графической зоне и плавно смещая её по координатной плоскости в соответствии с выбранным выше направлением, можно увидеть анимацию изменения положения прямой. Так получаем наглядное представление о «работе» метода наименьших квадратов: график прямой не просто разворачивается вслед за точкой, изменяющей свои координаты, а непрерывно подстраивает своё положение до оптимального уровня, смещаясь по вертикальной оси вверх или вниз, тем самым минимизируя сумму квадратов отклонений точек $(x_i; y_i)$ поля рассеяния от прямой.

Такая работа с точками поля рассеяния не только визуализирует метод наименьших квадратов, но и наглядно показывает, как влияет координата единственной точки на уравнение самой прямой. На рис. 2 приведён пример смещения крайней левой точки поля рассеяния, изменившего угловой коэффициент прямой с положительного на отрицательный.

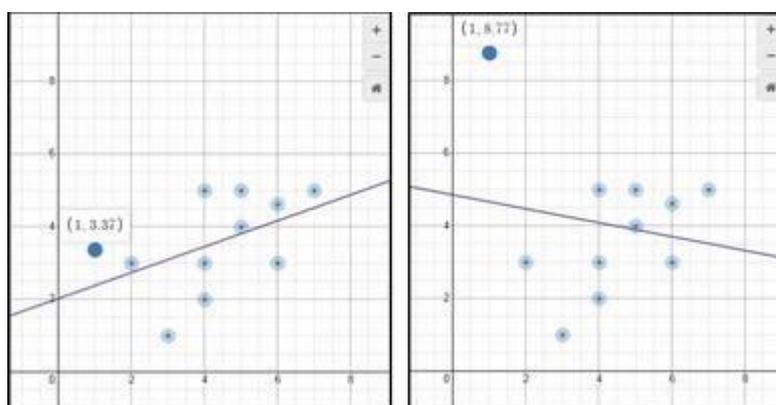


Рисунок 2

Библиографический список

1. DesmosGraphingCalculator [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.desmos.com/calculator> (дата обращения: 24.10.2021).

РЕШЕНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

М.С. Дьяков, С.В. Скворцов

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

Одним из основных методов решения транспортной задачи по критерию стоимости является метод потенциалов [1], который дает оптимальное решение. Однако в настоящее время для решения задач оптимизации часто используются более современные методы, такие, как, например, генетические алгоритмы (ГА). Решение транспортной задачи с использованием ГА предоставляет ряд новых возможностей по сравнению с традиционными методами:

- получение результатов как для дискретных (целочисленных), так и для произвольных значений управляемых переменных;
- использование нелинейной целевой функции;
- учет нескольких частных критериев оптимальности [2];
- поддержка параллельных вычислений для сокращения времени получения результата [3];
- получение целого списка «хороших» решений и др.

Применение простого ГА к решению транспортной задачи включает формирование начальной популяции решений и итерационную часть, которая содержит последовательное выполнение таких генетических операторов, как селекция, скрещивание и мутация.

Исходная популяция представляется в виде множества начальных решений транспортной задачи, полученных модифицированным методом северо-западного угла. В отличие от классического метода первая ячейка здесь выбирается случайным образом. Полученные решения кодируются в виде числовых цепочек (хромосом). После генерации особи оцениваются с использованием функции приспособленности, которая представляет собой целевую функцию транспортной задачи (суммарная стоимость перевозок).

Оператор селекции (отбора) реализуется турнирным методом. Для этого вся популяция разбивается на группы по две особи, в каждой группе выбирается лучшая особь путем сравнения значений функции приспособленности.

После селекции лучшие особи подвергаются скрещиванию. Оператор скрещивания выполняется методом дискретной рекомбинации [4], где каждый ген потомка выбирается случайным образом из генов родителей для данной позиции хромосомы (с равной вероятностью).

После скрещивания с малой вероятностью особи могут подвергнуться мутации. Во время мутации в хромосоме выбираются два участка равной длины, которые меняются местами.

После скрещивания или мутации полученные особи могут не удовлетворять ограничениям транспортной задачи. К таким особям применяется процедура восстановления некорректных решений. Если восстановить особь (корректность решения) не удалось, она удаляется из популяции.

Алгоритм заканчивает работу по завершению заданного числа итераций, либо, когда целевая функция не изменяется несколько поколений.

Для исследования разработанного алгоритма проведен вычислительный эксперимент, в процессе выполнения которого размер популяции ГА задавался равным 10, 50 и 500. Для каждого случая решено 100 тестовых транспортных задач размерностью 15×15, т.е. всего 400 задач.

Эксперимент показал заметный разброс получаемых результатов по точности, что можно увидеть на рис.1, где показана зависимость средних значений целевой от размера популяции.



Рис. 1

Сравнение производилось с решениями, полученными методом потенциалов. В целом наблюдается явная тенденция – с ростом начальной популяции точность заметно возрастает, но при этом сильно увеличивается время работы алгоритма. Поэтому дальнейшая работа в выбранном направлении должна быть направлена на увеличение производительности ГА, что можно получить путем реализации параллельных вычислений.

Библиографический список

1. Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах. - М.: Лань, 2009. - 352 с.
2. Рутковская Д, Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. - М.: Горячая линия – телеком, 2006. - 452.
3. Лунин Д.В., Скворцов С.В. Разработка параллельного генетического алгоритма для решения задачи коммивояжера на платформе CUDA // Системы управления и информационные технологии. - 2015. - № 2 (60). - С. 50-55.
4. Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Генетические алгоритмы. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 320 с.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РАЗЛОЖЕНИЯ В РЯД ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГАРМОНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

С.В. Давыдочкина

Институт Академии ФСИН России

В докладе рассматривается способ визуализации разложения функции в ряд Фурье с помощью калькулятора Desmos[1].

Использование данного онлайн-сервиса при разработке и проведении занятий может помочь обучающимся получить наглядное представление о таких понятиях гармонического анализа, как аппроксимация функции тригонометрическим рядом, сходимость ряда к функции, частичные суммы ряда, гармоники и т.д.

Возможность **DesmosCalculator** продемонстрированы на рис. 1 на примере разложения функции

$$f(x) = \begin{cases} 2 + 2x, & -2 < x < 0; \\ 2, & 0 < x < 2, \end{cases}$$

заданной на промежутке $[-2, 2]$, в ряд Фурье. Как видно из приведённого рисунка, данная программа позволяет не только строить готовые графики функций, но и отображать различные математические операции, такие, как интегрирование, дифференцирование, нахождение суммы ряда и др. Кроме того, в калькуляторе предусмотрена возможность создания динамического процесса изменения результата математических преобразований в зависимости от изменения одного или нескольких параметров, входящих в аналитические расчётные выражения. Так, в разложении на рис. 1, задано плавное увеличение числа a слагаемых суммы ряда. На скриншоте зафиксирован график частичной суммы ряда при $a = 20$, но обучающиеся видят весь процесс формирования сложной периодической функции с самого начала, со

сложения постоянного уровня $\frac{a_0}{2}$ с первой гармоникой тригонометрического ряда.

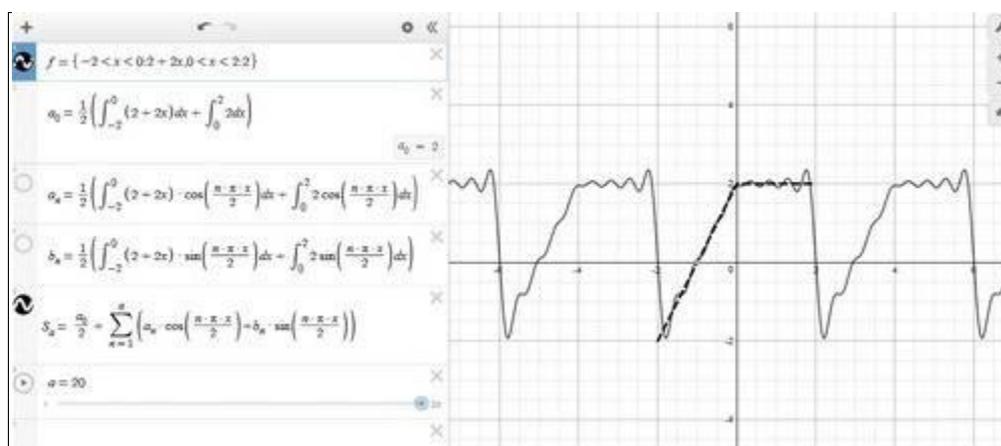


Рисунок 1

При этом у них создаётся наглядное представление о том, как с ростом числа гармоник, т.е. с ростом числа слагаемых, формируемых тригонометрическими функциями, график частично суммы ряда стремится к нетригонометрической периодической функции. Кроме того, в окрестности точек разрыва заданной периодической функции они могут отслеживать формирование выбросов – явление Гиббса.

Полезным для визуализации процесса формирования непериодической функции будет и демонстрация изменения формы самих гармоник с ростом их порядкового номера. При этом в графическом поле калькулятора можно, при желании, вывести либо только гармоники, либо совместить их вместе с графиком ряда. Последнее позволит объяснить операции сложения и вычитания синусоид, в ходе которых и формируется несинусоидальная функция.

Другим интересным применением DesmosCalculator при проведении практических занятий и организации самостоятельной работы обучающихся является возможность его использования для проверки правильности нахождения коэффициентов ряда Фурье. Обеспечить такую проверку может сравнение графика разложения функции в ряд Фурье, задаваемое общими формулами (как показано на рис. 1) с результатами вычислений обучающегося, вводимыми в виде готового ряда в форме

$$S = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^a \left(a_n \cos \frac{n\pi x}{l} + b_n \sin \frac{n\pi x}{l} \right)$$

Наличие расхождения в двух графиках и будет свидетельствовать об ошибках в вычислениях.

Библиографический список

1. DesmosGraphingCalculator [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.desmos.com/calculator> (дата обращения: 26.10.2021).

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ГЕНЕРАЦИИ РАСПИСАНИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРИЕМО-СДАТОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Бакулева М.А., К. Шульгин

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

Компания, использующая DevOps практики для повышения эффективности процессов разработки и эксплуатации программного обеспечения имеет множество конвейеров, состоящих из последовательности стендов разработки и тестирования (пайплайн\pipeline) для непрерывной интеграции ПО. Как правило, на один проект существует один пайплайн. Если проект большой, то в нем существует несколько команд.

В больших проектах через один пайплайн происходит внедрение патчей от нескольких команд, в результате чего приходится планировать расписание, когда какая команда производит приемосдаточных испытаний (ПСИ) – самый ответственный этап перед внедрением в эксплуатацию. В данной области ресурсами выступают:

пайплайн, принимающая сторона, представитель от безопасности, внедряющая сторона.

Для решения задач автоматизации планирования ПСИ предлагается разработать математическую модель на основе теории графов (рисунок 1)

Планирование расписания затрудняется ограниченностью ресурсов. Принимающая сторона и представитель безопасности не всегда свободны и должны планировать время проведения ПСИ, также необходимо учитывать, что другим командам проекта также необходимо проходить внедрение. При непрохождении ПСИ по каким либо причинам команде необходимо доработать код и вновь занять очередь на прохождение ПСИ.

На представленном рисунке:

-принимающая сторона – представитель от бизнеса, являющийся заказчиком доработки (1-2 человека)

-представитель от безопасности - проверяет доработку на безопасность (3-4 представителя на область).

-внедряющая сторона – ответственные люди из команды, отвечающие за разработку и внедрение кода (1-2 человека).

На основе разработанной модели предлагается провести алгоритмизацию ПСИ и проверить условие существования оптимального планирования ПСИ на основе теории трансверселей.

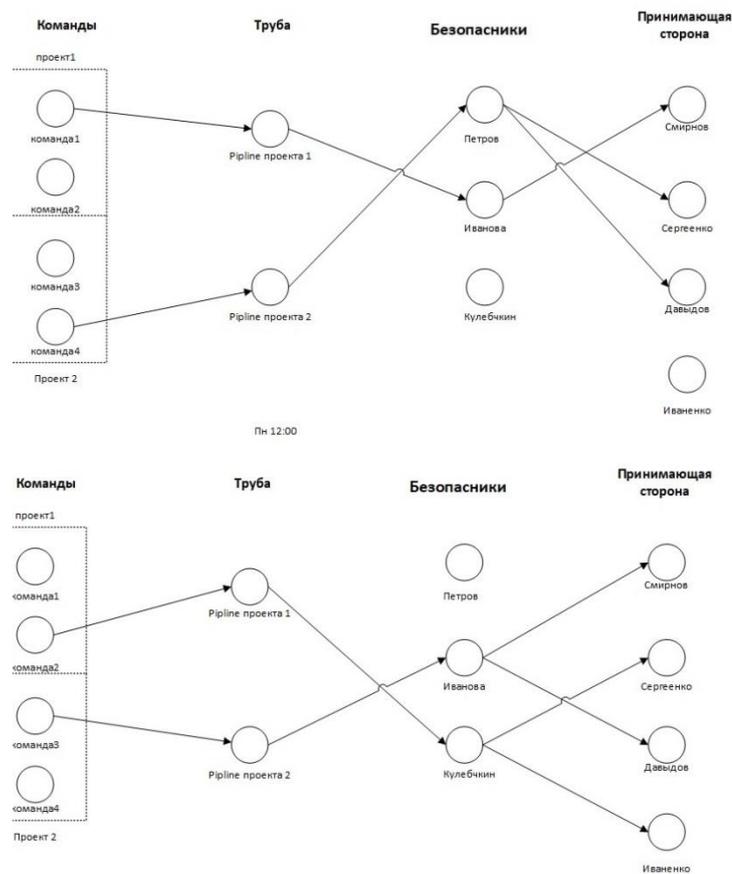


Рисунок 1. Графовая модель ПСИ

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (FSSN-2020-0003)" или "The work was performed as part of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (FSSN-2020-0003)".

Библиографический список

1. Комбинаторика Холл М. Мир. Москва, 1970
2. Бакулев А.В., Бакулева М.А., Авилкина С.В. Новые информационные технологии в формировании единого информационного пространства при изучении теории графов // Научно-практический журнал: Экономика, статистика и информатика, Вестник УМО. 2013. №4, С. 3-6.
3. Aleksandr Bakulev, Marina Bakuleva, Sergei Skvortsov, Maksim Kozlov, Tatiana Pyurova, Vladimir Hrukin. Modern approaches to the development parallel programs for modern multicore processors.. Proceedings of 6th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO), Bar, Montenegro, 2017, pp.38-4
4. Bakulev A.V., Bakuleva M.A., Avilkina S.B. Mathematical methods and algorithms of mobile parallel computing on the base of multi-core processors // European researcher. 2012. V. 33. № 11-1. P. 1826-1834.

Секция 6. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОЦЕССЫ

МОДЕЛЬ ИЗМЕНЕНИЯ ПЕРИОДА ОПРОСА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИГНАЛОВ

Ю.А. Булгаков, М.С. Мартанов

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

Рассмотрен вопрос реализации сигнала опроса с изменяемым периодом, который может быть применен в информационных системах для исследования спектрального состава последовательности отсчетов измерительных сигналов при вариабельности периода дискретизации.

Рассмотрим возможность реализации, воспользовавшись программным средством Mathcad.

Последовательность отсчетов измерительных сигналов с вариабельностью периода дискретизации можно представить сигналом с частотно-импульсной модуляцией [1].

$$M_{Topu} = if([to + k * To * 1 - ((To * \beta) / (2 * \pi))] * \sin[2\pi * FT * (k * To - ((To * \beta) / (2 * \pi)))] \leq i < [to + k * To * 1 - ((To * \beta) / (2 * \pi))] * \sin[2\pi * FT * (k * To - ((To * \beta) / (2 * \pi)))] + \tau, 1, 0) \quad (1)$$

где To – средний период дискретизации; FT – частота сигнала, влияющего на процесс изменения периода дискретизации; β – индекс частотной модуляции; $k=0, 1, 2, \dots$ – порядковые номера отсчетов; $i=0, 1, 2, \dots$ – порядковые номера точек машинного времени; to – начальный момент времени, может принимать значения от 0 до $To/2$, τ – длительность отсчета.

Блок-схема для реализации модели (1).

Результаты приведены в таблице 1.

	$\times 10^{-6}, \text{В}$			
	$Fc1 = 0,05 \text{ Гц}$		$Fc2 = 0,15 \text{ Гц}$	
	Теоретически е значения	Экспериментальн ые значения	Теоретически е значения	Экспериментальн ые значения
Fd	912,004	912,125	846,287	846,305
$Fd - Fc$	272,356	273,406	313,515	320,711
$Fd + Fc$	301,036	299,441	424,168	413,078
$Fd - 2Fc$	39,298	35,513	53,072	38,137
$Fd + 2Fc$	48,031	52,414	98,563	123,271

Таблица 1- Амплитуды спектральных составляющих сигналов опроса с изменяющимся периодом

Как следует из таблицы 1 различие между экспериментальными данными и теоретическими на частотах $Fd \pm Fc$ не превышает трех процентов.

Относительные изменения периода опроса $\delta To1$ и $\delta To2$, полученные при моделировании первого и второго варианта, равны соответственно 0.0298 и 0.116 относительных единиц. Точные значения относительного изменения периода опроса, которые использовались в качестве

исходных данных для построения модели сигнала с изменяемым периодом опроса, были соответственно равны 0.03 и 0.12 относительных единиц.

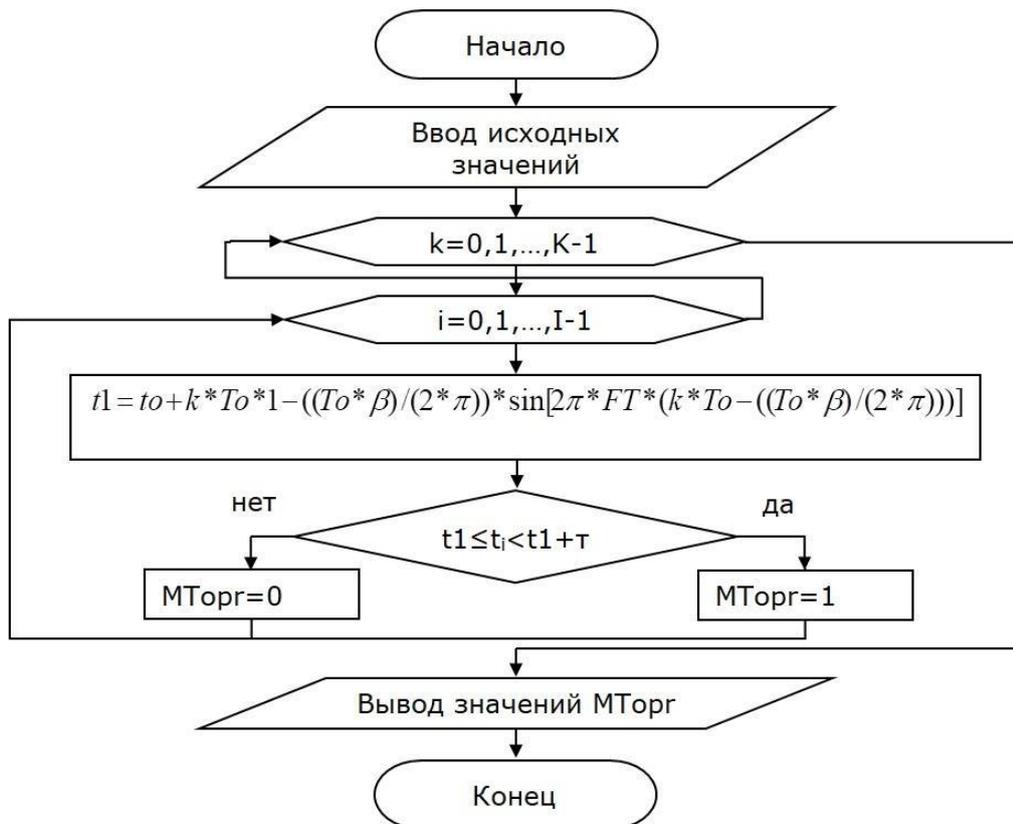


Рисунок 1 –Блок-схема алгоритма формирования переменного периода с использованием функций Бесселя [1].

Таким образом, из приведенных результатов следует, что предложенная модель сигналов опроса с изменяемым периодом работоспособна.

Библиографический список

1. Борисов Ю.П., Пенин П.И. Основы многоканальной передачи информации. – М.: «Связь», 1967. – 436 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧАТ-БОТА В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ SQL

Д.В. Аникеев, Е.М. Федотов

Научный руководитель — Маркин А.В.

канд. техн. наук, доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина

В настоящее время можно отметить тенденцию увеличения роли дистанционного обучения в процессе образования человека.

Система дистанционного обучения (СДО) является одним из инструментов, помогающих в реализации дистанционного обучения. На сегодняшний день по всему миру распространена LMS Moodle — модульная объектно-ориентированная, динамическая обучающая среда.

Добавление плагинов для LMS Moodle позволит удовлетворить потребность в удобном и быстром поиске информации среди большого объема учебных материалов в системе через общедоступный и более распространенный пользовательский интерфейс. В качестве сайта СДО, созданного на базе LMS Moodle, для подключения плагинов будет выступать сайт, используемый для организации учебного процесса на кафедре АСУ РГРТУ им. В.Ф.Уткина — «Информационный образовательный портал кафедры АСУ Рязанского государственного радиотехнического университета им. В.Ф.Уткина» [4].

Для непосредственного обращения пользователя из мессенджера (программы для обмена сообщениями), как более распространенного пользовательского интерфейса [1], за необходимыми данными из системы LMS Moodle целесообразно применение чат-бота. Чат-бот – это компьютерная программа, которая может отвечать человеку на привычном для него языке с помощью текста или голоса, взаимодействие с которой осуществляется через простой, интуитивно понятный интерфейс [3].

Рассмотрим добавление чат-бота в такие мессенджеры, как Вконтакте, Telegram и Discord. Данную операцию можно разбить на 3 этапа: регистрация чат-бота в выбранных мессенджерах, программирование его основной логики работы и подключение к объявленному в мессенджерах чат-боту функционала, реализованного в основной логике его работы.

Для регистрации чат-бота в Вконтакте следует вначале создать новое сообщество, затем перейти во вкладку «Управление», после чего выбираем раздел «Работа с API», где создаём ключ доступа и получаем уникальный токен, требуемый для связи с мессенджером Вконтакте.

Для регистрации чат-бота в Telegram потребуется в самом мессенджере обратиться к BotFather, который позволяет создавать новых чат-ботов в Telegram и управлять уже созданными. Затем следует ввести команду на создание нового чат-бота. После чего будут доступны ссылка на него и уникальный токен для доступа по API.

Для регистрации чат-бота в Discord необходимо перейти на официальный сайт Discord, где в разделе «Разработчикам» создать приложение. После чего необходимо в него добавить саму функцию бота. Затем формируется ссылка для добавления чат-бота в чат Discord, переходя по которой будет предложен выбор из доступных разработчику

серверов, где можно авторизовать данного чат-бота. После авторизации чат-бот будет добавлен на выбранный сервер, и появится доступ к его уникальному токену.

Программирование основной логики работы чат-бота сводится к написанию программы, где реализовывается обращение к файлу, хранящему возможные запросы пользователя и соответствующие им ответы и написанию кода, который приводит сообщение пользователя к единому виду, позволяющему сравнивать поступивший запрос с имеющимися вариантами из файла, затем находит по поступившему запросу совпадение с вариантом из файла и возвращает соответствующий ответ на запрос, в случае если соответствие не было найдено, возвращается сообщение, которое предлагает пользователю переформулировать свой запрос.

Подключение к объявленному чат-боту функционала, реализованного в основной логике его работы осуществляется при помощи полученных токенов и импортируемых библиотек для работы с каждым мессенджером. Для каждого мессенджера необходимо написать программу, в которой из пришедшего запроса пользователя требуется взять текст сообщения, затем следует найти соответствующий ответ на запрос, и в завершении с помощью встроенных методов из импортируемых библиотек необходимо отправить найденный ответ пользователю.

На данный момент разработан чат-бот по основам SQL, подключенный к мессенджерам Вконтакте, Telegram и Discord, обладающий описанным выше функционалом. В перспективе предполагается заменить файл с расширением .json на полноценную базу данных, добавить парсинг сайта СДО, который даст возможность автоматически пополнять базу данных образовательной информацией [2].

Библиографический список

1. Кузнецов В.В. Перспективы развития чат-ботов [Текст] / В.В. Кузнецов // Успехи современной науки. - 2016. - №12. - С. 16-19.
2. Лыгина Н.И., Пудич А.С. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРАВИЛЬНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ СРЕДСТВ ПАРСИНГА ИНФОРМАЦИИ НА ВЕБ-РЕСУРСАХ [Текст] / Н.И. Лыгина, А.С. Пудич // ИННОВАЦИОННАЯ НАУКА. - 2017. - № 3. - С. 59-67.
3. Токарева Ю.А., Аристова А.С., Безносюк Ю.С., Ведикер П.К., Воронович Н.Е. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧАТ-БОТОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ [Электронный ресурс] / Ю.А.Токарева, А.С.Аристова, Ю.С.Безносюк, П.К.Ведикер, Н.Е.Воронович — Режим доступа: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/82473/1/978-80-88327-04-2_017.pdf, свободный (дата обращения 26.10.2021).
4. Информационный образовательный портал кафедры АСУ Рязанского государственного радиотехнического университета им. В.Ф.Уткина [Электронный ресурс] / официальный сайт. — Рязань, 2009. — Режим доступа: <https://rgarty.ru/>, для доступа к информационным ресурсам требуется авторизация (дата обращения 30.10.2021). — Загл. с экрана.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ОТ УТЕЧКИ ПО КАНАЛУ ПЭМИН

А.А.Конкин, М.С. Никифоров

Научный руководитель - Б.В. Костров, профессор кафедры ЭВМ, д.т.н
**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В. Ф. Уткина**

При аттестации объектов информатизации (далее - ОИ) на соответствие требованиям безопасности информации зачастую возникает необходимость обеспечения защиты информации ограниченного распространения, обрабатываемой на ОИ от её утечки по техническим каналам утечки информации (далее - ТКУИ). Наиболее опасным для ОИ является канал побочных электромагнитных излучений и наводок (далее - ПЭМИН). Защита информации, обрабатываемой на ОИ, от утечки по каналу ПЭМИН, может осуществляться путем применения средств защиты информации (далее - СЗИ), среди которых выделяют 2 класса:

- 1) Пассивные СЗИ;
- 2) Активные СЗИ.

Принцип работы пассивных СЗИ от утечки по каналу ПЭМИН строится на полном или частичном подавлении или поглощении информативного сигнала, тем самым препятствуя его утечке по техническим каналам.

Принцип работы активных СЗИ от утечки по каналу ПЭМИН основан на излучении в пространство электромагнитного поля шума в диапазоне частот распространения информативного сигнала по каналу ПЭМИН и с уровнем, превышающим уровень информативного сигнала для невозможности его выделения на фоне шумов средства защиты.

Оба класса СЗИ имеют как достоинства, так и недостатки. Общий сравнительный анализ пассивных и активных средств защиты, а также их достоинств и недостатков приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительный анализ СЗИ

№ п/п	Сравниваемые характеристики	Пассивные средства защиты	Активные средства защиты
1	Стоимость средства защиты	От сотен рублей до десятков миллионов рублей	Несколько тысяч (десятков тысяч) рублей
2	Необходимость сертификации	Добровольная	Обязательная
3	Необходимость технического обслуживания	Для простейших не требуется, для сложных регулярное и ресурсоёмкое	Не требуется (либо незначительное)
4	Создание дополнительных помех по эфиру	Не создаёт	Создаёт
5	Соответствие требованиям СанПиН	Соответствует	Могут быть ограничения по времени использования, индивидуальной

			непереносимости и т.д.
6	Время реализации защиты	Требует значительных временных затрат, от доработки технических средств из состава объекта защиты до реализации мер методами капитального строительства.	Работает «из коробки», может работать практически сразу после установки на объект защиты.

Таким образом, выбор средства защиты должен осуществляться исходя из конкретной ситуации, при этом должны учитываться:

- особенности объекта защиты;
- его расположение относительно границы контролируемого периметра;
- диапазон защищаемых частот;
- мощность излучаемого объектом защиты сигнала.

На практике возможно применение комбинаций активных и пассивных средств защиты информации для достижения требуемого результата, например, использованием экранировки элементов ОИ достигается снижение ПЭМИН объекта до величин, позволяющих использовать недорогое САЗ для реализации требований по защите на границе контролируемого периметра.

Библиографический список

1. Д.А. Антипов «Анализ утечек информации на основе побочных электромагнитных излучений» [Электронный ресурс]
URL: <https://journal.tusur.ru/storage/117478/4-%D0%90%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BF%D0%BE%D0%B2.pdf?1535103905>;

2. А.А. Титов «Технические средства защиты информации»: Учебное пособие для студентов специальностей «Организация и технология защиты информации» и «Комплексная защита объектов информатизации». – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2010. – 194с;

3. В.А. Ворона, В.О. Костенко «Способы и средства защиты информации от утечки по техническим каналам» [Электронный ресурс]
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sposoby-i-sredstva-zaschity-informatsii-ot-utechki-po-tehnicheskim-kanalam/viewer>.

ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ ОТ УТЕЧКИ ПО КАНАЛУ ПЭМИН ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ПАССИВНЫХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

Е.В. Лынов, А.А. Конкин

Научные руководители - М.Б. Никифоров, доцент кафедры ЭВМ, к.т.н,
Б.В. Костров, профессор кафедры ЭВМ, д.т.н.

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Защита информации, обрабатываемой на объектах информатизации (далее - ОИ), аттестованных по требованиям безопасности информации, является вопросом, требующим постоянного и пристального внимания. Защита информации, обрабатываемой на ОИ от утечки по техническим каналам, может осуществляться путем применения одного из следующих с защиты информации:

- 1) Применение пассивных средств защиты информации (далее - СЗИ);
- 2) Применение средств активной защиты информации (далее - САЗ).

Применение пассивных СЗИ обеспечивает полное или частичное подавление или поглощение информативного сигнала, тем самым препятствуя его утечке по техническим каналам.

К пассивным СЗИ от утечки по техническим каналам можно отнести поглощающие материалы, экранирующие материалы, либо в целом экранированные помещения, камеры, сооружения.

При использовании СЗИ также следует учитывать возможные технические каналы утечки информации (далее - ТКУИ), в которых должна быть исключена утечка информации. Так, для защиты информации от утечки по каналу побочных электромагнитных излучений и наводок (далее - ПЭМИН) могут использоваться такие пассивные СЗИ, как:

- экранирующие материалы (сетки, краски, грунтовки, ткани);
- радиопоглощающие материалы;
- экранированные камеры.

Возможны ситуации, когда ПЭМИН ОИ в целом не столь велики, чтобы использовать для их подавления экранированные камеры, однако утечка информативного сигнала возможна за счет ПЭМИН портов, расположенных в элементах средств вычислительной техники (далее - СВТ) ОИ.

С целью исключения возможности утечки информации, обрабатываемой СВТ ОИ, могут применяться экранирующие заглушки разъемов стандартных портов, таких как USB-A, USB-B, mini-jack 3.5, LAN RJ45 и др.

В связи с введением новых требований ФСТЭК России от 01.12.2017 года выросла потребность приобретения организациями таких средств защиты информации.

Применение пассивных СЗИ является довольно эффективным методом защиты информации от утечки по каналу ПЭМИН, однако в зависимости от условий и поставленной задачи может оказаться очень дорогостоящим.

Библиографический список

1. Д.А. Скрипник «Общие вопросы технической защиты информации» [Электронный ресурс]
URL: <https://intuit.ru/studies/courses/2291/591/lecture/12704>;
2. Артамошин С.А. «Защита информации от утечки по каналу побочных электромагнитных излучений» [Электронный ресурс]
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zaschita-informatsii-ot-utechki-po-kanalu-pobochnyh-elektromagnitnyh-izluchений/viewer>;
3. Каторин Ю.Ф., Разумовский А.В., Спивак А.И. «Защита информации техническими средствами»: Учебное пособие / Под редакцией Ю.Ф. Каторина – СПб: НИУ ИТМО, 2012. – 416 с;
4. Скребнев А. «Пассивная защита от утечки информации по электромагнитным каналам» [Электронный ресурс]
URL: <http://www.itsec.ru/articles/passivnaya-zashchita-ot-utechki-informacii-po-elektromagnitnym-kanalam>;
5. Заключение ООО «НПП «СВК» по результатам лабораторных исследований. Оценка эффективности применения на типовом объекте вычислительной техники металлических экранирующих заглушек. Утверждено директором по защите информации ООО «НПП «СВК» 07.06.2018 г.

**ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ, ОБРАБАТЫВАЕМОЙ НА ОБЪЕКТАХ
ИНФОРМАТИЗАЦИИ, ОТ УТЕЧКИ ПО КАНАЛУ ПЭМИН
ПОСРЕДСТВОМ ПРИМЕНЕНИЯ АКТИВНЫХ СРЕДСТВ
ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ**

М.С. Никифоров, Е.В. Лынов

Научные руководители - Б.В. Костров, профессор кафедры ЭВМ,
д.т.н., М.Б. Никифоров, доцент кафедры ЭВМ, к.т.н,

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

В процессе работы с информацией ограниченного распространения обрабатываемой на объектах информатизации (далее - ОИ), аттестованных по требованиям безопасности информации, зачастую возникает необходимость защиты такой информации от утечки по техническим каналам (далее - ТКУИ). Одним из методов защиты информации от утечки по ТКУИ является применение средств активной защиты информации (далее - САЗ).

Необходимость применения САЗ от утечки по каналу побочных электромагнитных излучений и наводок (далее - ПЭМИН) определяется органом по аттестации, аккредитованного в системе сертификации средств защиты информации, при проведении аттестационных испытаний. Следует отметить, что на ОИ могут применяться СЗИ, имеющие сертификаты регуляторов в области защиты информации. Актуальная информация о сертифицированных СЗИ приведена в «Государственном реестре сертифицированных средств защиты информации», размещенном на официальном сайте

Федеральной службы по техническому и экспортному контролю Российской Федерации (<https://fstec.ru/>).

Принцип работы активных СЗИ от утечки по каналу ПЭМИН основан на излучении в пространство электромагнитного поля шума в диапазоне частот распространения информативного сигнала по каналу ПЭМИН и с уровнем, превышающим уровень информативного сигнала для затруднения его идентификации на фоне шумов средства активной защиты.

Как правило, применение таких СЗИ оказывается намного дешевле и практичнее в отличие от пассивных СЗИ. Однако выбор средства активной защиты, в конечном итоге, должен основываться на рекомендациях органа по аттестации объектов информатизации, после проведения им лабораторных исследований аттестуемого объекта информатизации.

Библиографический список

1. Акимов В.И., Семенов Н.С. «Пассивные и активные средства защиты информации» [Электронный ресурс]
URL: <http://www.bnti.ru/showart.asp?aid=547&lvl=04.03>;
2. Киреева Н.В., Семенов А.В. Утечка информации по каналам ПЭМИ и способы их защиты // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 8-4. – С. 499-504;
URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=10110>;
3. Каторин Ю.Ф., Разумовский А.В., Спивак А.И. «Защита информации техническими средствами»: Учебное пособие / Под редакцией Ю.Ф. Каторина – СПб: НИУ ИТМО, 2012. – 416 с.

SEO-ПРОДВИЖЕНИЕ КАК ОСНОВНОЙ МЕТОД ИНТЕРНЕТ-МАРКЕТИГА

Д.В.Тавлуй

Научный руководитель – Алексеев В.Ф.

канд. техн. наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

SEO возникло одновременно с рождением и развитием поисковых систем – в середине 1990-х годов. Алгоритмы работы поисковых машин были достаточно просты, они оценивали релевантность текста по ключевым словам в тегах и другим внутренним факторам. Из-за появления на первых позициях выдачи ресурсов, не удовлетворяющих запросам пользователей, поисковые системы пришли в упадок.

SEO (Search Engine Optimization) — это совокупность действий, которые позволяют оптимизировать сайт, повысить его ценность в глазах пользователей и поисковой системы, вывести в топ и повысить посещаемость.

Поисковые системы непрерывно стараются усовершенствовать качество поисковых итогов, следовательно, продвигать проект нужно

комплексно. Существуют два основных подвида: внутренняя и внешняя оптимизация. Внутренняя оптимизация – ряд мер, направленных на правку внутреннего контента сайта, для лучшей индексации поисковиками. Суть внешней оптимизации заключается в накоплении ссылочной массы, обретение ссылок с других Интернет-ресурсов на свой[1].

Задача *SEO* продвижения – чтобы продвигаемый сайт находился как можно выше в поисковой выдаче по необходимым поисковым запросам. Совокупность таких поисковых запросов еще называют семантическим ядром сайта или семантикой. Это является самым эффективным и востребованным[2].

Обычно пользователем просматриваются лишь первые несколько страниц. Поэтому необходимо, чтобы сайт попал в список первых десяти вкладок. Тогда приток посетителей резко увеличится, ведь человек, просматривающий страницы сайта – потенциальный клиент. В ходе процедуры проводится оптимизация поисковых запросов, в отдельных случаях их вносят, а в других убирают или меняют. Поисковая оптимизация сайта дает трафик на сайт из поисковиков. Такой трафик называют поисковым или органическим. Этот канал трафика, как и любой другой, обладает рядом преимуществ и недостатков[3].

К преимуществам *SEO* можно отнести то, что получаемый трафик из органического поиска в разы дешевле трафика из контекстной рекламы. При *SEO*-оптимизации сайта работа идет над улучшением всего проекта - дорабатывается структура, посадочные страницы, контент-маркетинг. Улучшается техническое состояние сайта. Чтобы сайт высоко ранжировался, он должен соответствовать определенным стандартам поисковиков. Работая над поисковым продвижением можно добиться, чтобы сайт быстро загружался с любого устройства, снизить количество ошибок, которые мешают оптимальной работе сайта. Улучшается взаимодействие с сайтом. Поисковые алгоритмы адаптируются и все больше учитывают при ранжировании удобство пользования сайтом[4].

К недостаткам можно отнести время появления результата. После оптимизации сайта поисковикам нужно время, чтобы его проиндексировать. Поисковые запросы со временем начинают ранжироваться все выше и выше, пока не дойдут до верхних позиций. Этот временной интервал всегда разный – в среднем от 2 до 6 месяцев. Также к минусам нужно отнести ограниченную актуальность поиска. Количество запросов в вашей тематике может быть совсем небольшим. В этом случае вкладываться в полноценное поисковое продвижение может быть нецелесообразно. На основе этого можно сделать вывод, что *SEO*-продвижение подойдет далеко не для каждого проекта.

Библиографический список

1. Эрик Энж. *SEO – искусство раскрутки сайтов* / Эрик Энж, Стефан Спенсер, Джесси Стрикчиола – БХВ-Петербург, 2017. – 816 с.
2. Филист, К. И. *Оптимизация запросов в поисковых системах: автореф. дисс. ... магистра информатики и вычислительной*

- техники:1-40 81 01 /К. И. Филист ; науч. рук. О. Н. Поддубная. – Минск: БГУИР, 2016 . – 6 с.
3. Слуднев, А.А Стратегия развития и продвижения интернет-магазина меховых изделий с помощью инновационных маркетинговых платформ / А. А.Слуднев. – Томск: Школа инженерного предпринимательства, 2018. – 33 с.
4. SEO-продвижение сайта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.i-media.ru/seo/searchengineoptimization/>. – Дата доступа: 20.10.2021.

ИНТЕРНЕТ-МАРКЕТИНГ КАК ЭФФЕКТИВНОЕ СРЕДСТВО ПРОДВИЖЕНИЯ

Д.В.Тавлуй

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

**Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники**

Развитие информационных технологий, появление и бурный рост электронной коммерции стали основой для появления нового направления в современной концепции маркетинга взаимодействия – интернет-маркетинг.

Интернет-маркетинг – это практика использования всех аспектов традиционного маркетинга в интернете, затрагивающая основные элементы маркетинг-микса: цена, продукт, место продаж и продвижение. Сегодня все инструменты маркетинга в сети объединяют, чтобы привести рекламодателя к запланированным целям: найти и привлечь пользователей, повысить узнаваемость бренда, увеличить продажи [1].

Преимущества, которые дает Интернет-маркетинг по сравнению с офф-лайн средствами, это использование возможностей глобализации рынка для широчайшего охвата целевой аудитории, возможность организации работы по взаимодействию с каждым клиентом и персонализация этого процесса, снижение транзакционных расходов благодаря своей доступности и всеобщности [2].

Интернет-маркетинг имеет ряд инструментов, основными являются реклама, *SEO*, *SMM*, управление репутацией в сети, рассылки и контент-маркетинг.

В интернете реклама бывает разных видов, контекстная, таргетированная, баннерная и так далее, но границы между ними почти незаметны, поэтому куда большее значение имеет не вид, а канал: поисковые системы, соцсети, мобильные приложения и другие. Поэтому для наибольшей эффективности требуется создавать рекламу, учитывая каналы ее распространения[3].

SEO-продвижение основывается на внутренней и внешней оптимизации, что включает большой комплекс работ: устранение технических ошибок, работа над структурой сайта, продвижение с учетом поисковых систем.

SMM (Socialmediamarketing) предназначен для работы в социальных сетях. Данный инструмент помогает сформировать лояльность аудитории, увеличить продажи, взаимодействовать с клиентами.

Управление репутацией в сети – это комплекс мероприятий по отслеживанию упоминаний бренда, мониторинг тона публикаций, работа с негативом и формирование положительного образа, работа с отзывами.

Рассылки – действенный инструмент интернет-маркетинга при правильном подходе. Необходимо уделять внимание названию, теме письма, времени отправки, проверке на отсутствие технических ошибок. Также необходимо следить за показателями рассылок, а именно доставляемость, процент открытий и дочитываний, количество обратных писем.

Контент-маркетинг способствует продвижению в сети с помощью публикаций, с помощью полезного и интересного контента можно конвертировать посетителей в покупателей. Данный инструмент рассчитан на долгосрочную перспективу.

Библиографический список

1. Миннивалеев, Ф.М. Интернет-маркетинг как современное средство коммуникации / Ф.М. Миннивалеев. – Казань : Институт экономики, управления и права, 2011. – 112 с.
2. Умудова, Т.Н. Эффективность применения интернет-маркетинга в коммерческой деятельности / Т.Н. Умудова. – Баку: 2018. – 14-15 с.
3. Сирвида-Льорентэ, С.А. Цели, инструменты и аналитика в интернет-маркетинге / С.А. Сирвида-Льорентэ. – Москва :2018. – 7 с.

УМНЫЙ ЧАТ-БОТ ДЛЯ СЕМАНТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ТЕКСТА СООБЩЕНИЙ В МЕССЕНДЖЕРАХ

А.В. Курганов

Научный руководитель – О.К. Головнин

к.т.н., доцент

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева

В современных мессенджерах ежедневно отправляется множество текстовых сообщений. Семантический анализ текста сообщений – нетривиальная задача, решение которой позволит реализовать эффективные информационные сервисы в экосистеме мессенджеропосредством имитации общения [1]. В работе предлагается чат-бот, использующий технологии искусственной нейронной сети для латентно-семантического анализа текстов сообщений [2].

Разработанный чат-бот позволяет в интерактивной форме развивать навыки семантического анализа текста на русском языке. Чат-бот реализован как кроссплатформенное мобильное приложение, взаимодействующее с сервером приложений, который, в свою очередь, взаимодействует с базой знаний. В качестве исходных данных для чат-бота представляется список сообщений, по которым производится анализ. Предварительно проводится три подготовительные операции:

удаление знаков препинания, приведение всех символов к нижнему регистру и удаление всех предлогов, приведение слов в начальную форму. Библиотека NLTK используется в чат-боте для приведения слов к начальной форме.

Чат-бот использует нейронную сеть типа LSTM на платформе для языка Python. Кроме этого, используется алгоритм преобразования слов в числовые последовательности с помощью класса Tokenizer фреймворка Keras. В процессе работы чат-бота составляется матрица 0 и 1, представляющих отсутствие или наличие слова в сообщении, выполняется сингулярное разложение полученной матрицы, формируется описание координат сообщений и слов в пространстве, осуществляется сравнение между собой координат сообщений и слов. Манипулирование матрицами в чат-боте осуществляются с помощью библиотек NumPy и SciPy.

Функционирование разработанного чат-бота протестировано на синтетических входных данных на русском языке. Тестирование показало, что применяемый стек технологий обеспечивает решение поставленной задачи.

Библиографический список

1. Головнин О.К., Комаров С.Г. Гибридная модель виртуального собеседника для систем имитации общения // Перспективные информационные технологии: труды Междунар. научно-технич. конф.; под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Самарский ун-т, 2021. – С. 606-609.
2. Латентно-семантический анализ и поиск на python [Электронный ресурс] / Хабр.– Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/197238/> – 25.10.2021 г. – Загл. с экрана.

ДЕГРАДАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОВОДЯЩЕЙ НИТИ МЕМРИСТОРА

В.С. Кочергин, Н.И. Штрауб, Д.В. Суняйкин
 Научный руководитель – Якимов А.В.
 д-р физ.-мат. наук, профессор
ННГУ им. Н.И. Лобачевского

С целью исследования деградационных процессов в проводящей нити (филаменте) мемристора использовался виртуальный мемристор, в котором для формирования одиночного филамента в тонкопленочном образце стабилизированного иттрием диоксида циркония применен зонд сканирующего атомно-силового микроскопа. Схема установки и порядок проведения измерений представлены в работах [1, 2].

Осциллограмма тока $I(t)$ в скане состояния низкого сопротивления (СНС) «1» показана на рис. 1. Этот ток явно нестационарен; сканы «2» – «6» демонстрируют аналогичное поведение. Осциллограмма последнего фрагмента из скана «1» (200-я запись) представлена на рис. 2. В данном фрагменте отчетливо видно присутствие случайного телеграфного процесса (СТП). В большинстве сканов СТП столь явно не проявляется.

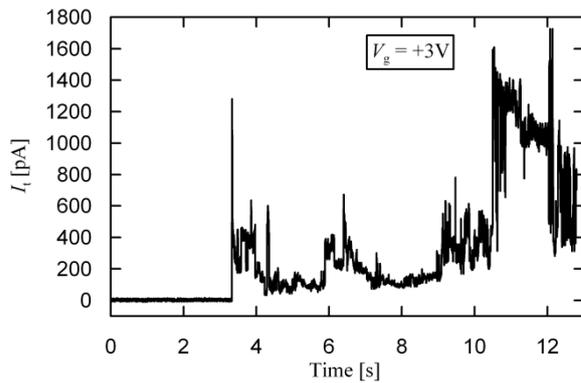


Рис. 1.

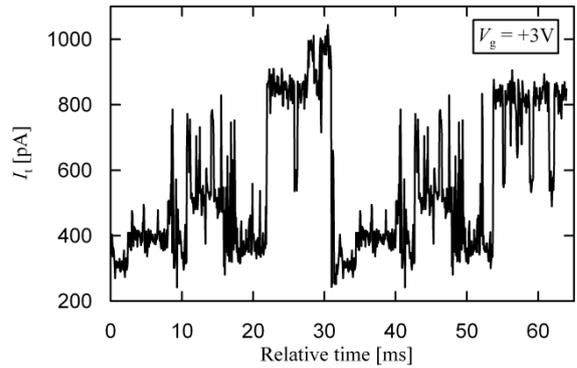


Рис. 2.

Оценки функции плотности вероятности (pdf) для сканов «1» – «6» в СНС представлены на рис. 3. Эти оценки усечены по горизонтальной оси для более четкого представления результатов. Явно видна нестационарность шума. Скан «1» характеризуется относительно широким разбросом тока и имеет негауссовскую форму pdf. С течением времени измерения pdf преобразуются. Последний скан «6» имеет pdf, близкую к закону Гаусса, аналогично скану «(0)» собственного шума экспериментальной установки.

Эти же сканы использованы для оценки спектров $S_i(f)$ флуктуаций тока. Номер $i=0$ – спектр шума экспериментальной установки, $i = [1, 6]$ – спектры тока из последовательно записанных сканов, см. рис. 4. Здесь видно присутствие квазигармонических помех; соответствующие компоненты удаляются при дальнейшей обработке.

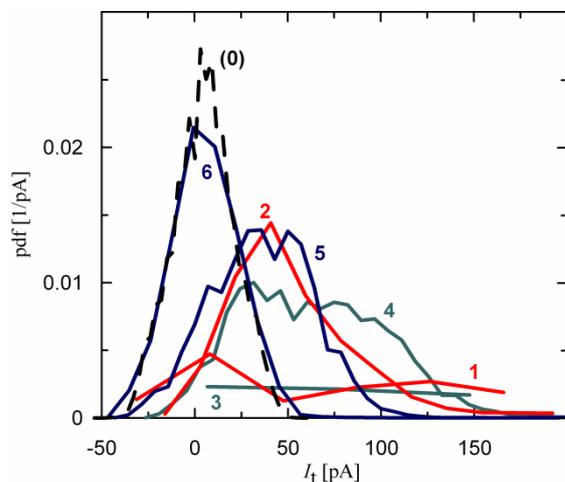


Рис. 3.

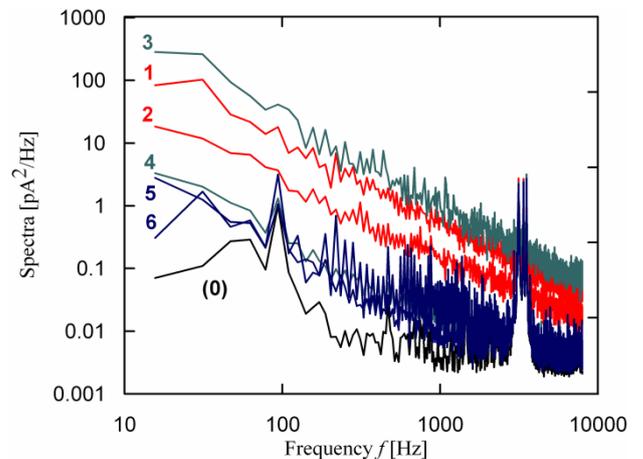


Рис. 4.

Использованный метод спектроскопии НЧ шума позволяет оценить структуру электронного тока через мемристор нанометрового размера, не уточняя механизма электронной проводимости. Подобный эффект деградации наблюдается также в образцах из нитрида кремния Si_3N_4 , исследованных в [3]. С уменьшением толщины проводящей нити уменьшается стабильность ее характеристик. Необходимо иметь в виду, что для увеличения скорости переключения мемристора требуется быстрая диффузия ионов кислорода, формирующих филамент, а для уменьшения деградации образца – наоборот.

Настоящая работа поддержана Правительством РФ, договор № 074-02-2018-330 (2). Измерения проводились на оборудовании Научно-образовательного центра физики твердотельных наноструктур ННГУ.

Библиографический список

1. Yakimov A.V., Filatov D.O., Gorshkov O.N., et al // AppliedPhysicsLetters. 2019. V. 114. P. 253506. <https://doi.org/10.1063/1.5098066>.
2. Yakimov A.V., Filatov D.O., Gorshkov O.N., Klyuev A.V., Shtraub N.I., Kochergin V.S. and Spagnolo B. // Chaos, Solitons and Fractals. 2021. V. 148. P. 111014. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2021.111014>.
3. Суняйкин Д.В., Якимов А.В., Ключев А.В., и др. //Тр. XXIV научн. конф. по радиофизике. – 2020. – С. 450. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44376285>.

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ АБСОЛЮТНОГО ДАВЛЕНИЯ**

Е.С. Иванова

Научный руководитель – Шевяков А.Г.

к-ттехн. наук, доцент

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

В докладе рассматривается практическая применимость и целесообразность разработки программного обеспечения для преобразователей абсолютного давления.

В технологических процессах, где важен показатель давления, а произвести измерения вручную по какой-либо причине не представляется возможным, применяется датчик абсолютного давления. Использование датчика абсолютного давления позволяет непрерывно отслеживать показания, что делает возможными своевременное вмешательство и коррекцию работы автоматических систем. Преобразователи абсолютного давления находят широкое применение во многих отраслях, например, в энергетике, газовой и нефтяной промышленности, гидравлических системах.

Отличительной особенностью датчиков абсолютного давления является то, что в качестве опорной величины берется абсолютный ноль давления (вакуум), что делает показатели преобразователей данного типа наиболее точными. Следовательно, они применяются в случаях, когда требуется исключить влияние атмосферы на измерения.

На сегодняшний день в большинстве случаев в качестве первичных преобразователей (ПП) выступают тензометрические ПП, принцип действия которых основан на явлении тензоэффекта (изменение электрического сопротивления под действием деформации)[1]. Основа тензодатчика представляет собой упругий элемент, на котором зафиксирован тензорезистор. Наиболее перспективными являются полупроводниковые тензопреобразователи. Они обладают более высокой тензочувствительностью по сравнению с металлическими тензорезисторами. Сегодня большую популярность завоевывает

технология «Кремний на сапфире», где чувствительным элементом тензопреобразователей является сапфировая мембрана с монокристаллическими кремниевыми тензорезисторами[2] (рисунок 1). К достоинствам этой технологии можно отнести высокую чувствительность, широкий диапазон рабочих давлений и температур.

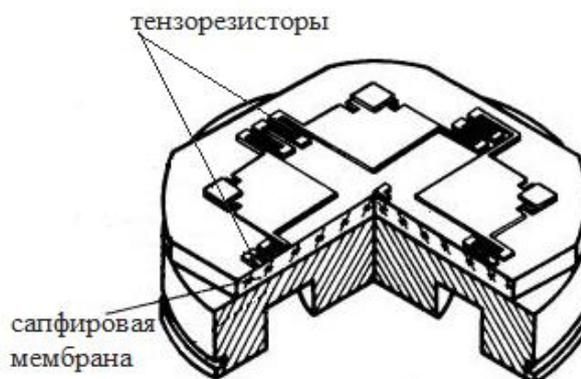


Рисунок 1 – Конструкция чувствительного элемента

В основе конструкции датчика абсолютного давления лежит сенсор. С одной стороны сенсора расположена вакуумная камера, из которой на этапе изготовления датчика был откачан воздух. С другой стороны на сенсор воздействует давление газа или жидкости, под воздействием которого изменяется сопротивление тензорезистора. С помощью аналого-цифрового преобразователя (АЦП) выполняются замеры напряжения с выхода $U_{\text{вых}}$ и напряжения питания тензомоста $U_{\text{пит}}$. Зная ток питания $U_{\text{пит}}$ и напряжение на выходе $U_{\text{вых}}$, можно рассчитать сопротивление моста. Значение же давления будет вычислено как функция от двух переменных (напряжения на выходе тензомоста $U_{\text{вых}}$ и его сопротивления R). Выдача результатов измерений может быть выдана пользователю согласно протоколу обмена с использованием CAN интерфейса или RS-485.

Таким образом, в рамках разработки требуется спроектировать программное обеспечение для преобразователей абсолютного давления, а также обеспечить взаимодействие с системой верхнего уровня.

Для реализации обмена между устройством и системой верхнего уровня был выбран CAN интерфейс, так как RS-485 не предоставляет возможность работы в мультимастерном режиме. Также хочется отметить, что интерфейс CAN обеспечивает большую надежность передачи данных за счет наличия аппаратного контроля целостности кадра.

Архитектура устройства основана на сочетании двух отечественных микроконтроллеров компании Milandr: 1986BE4U и 1986BE92U. Первый из них выступает в качестве измерительного, второй – в качестве коммуникационного. Достоинством микроконтроллера 1986BE4U является наличие 8 каналов 24-битных независимых сигма-дельта АЦП, с помощью которых выполняются замеры напряжений. После обработки полученные данные в соответствии с утвержденным протоколом обмена направляются на коммуникационный микроконтроллер. В силу того, что выбранный измерительный микроконтроллер не имеет контроллера CAN интерфейса, следовательно, это делает невозможным прямой обмен

результатами измерений с компьютером. Для решения этой проблемы и было введено коммуникационное звено.

При разработке протокола обмена следует реализовать не только команды на получение результатов измерений основных параметров (давление, сопротивление моста, код АЦП с выхода моста, температура), но и учесть возможность записи параметров и градуировочных настроек с последующим сохранением их во Flash-память микроконтроллера. Полезным также будет наличие команд перезагрузки микроконтроллера, стирания и записи Flash-памяти, благодаря чему появляется возможность перепрошивки датчика без вскрытия его корпуса.

В качестве среды разработки программного обеспечения была выбрана *KeiluVision*, имеющая большую базу микроконтроллеров и встроенную операционную систему реального времени.

Библиографический список

1. Назаров В.И. Теплотехнические измерения и приборы: учеб.пособие. – Минск: Вышэйшая школа, 2017. – 280 с.
2. Микротензор. URL: http://microtensor.ru/website/doc/catalog_0619.pdf (дата обращения: 25.10.2021).

ОСОБЕННОСТИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В СФЕРЕ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ

А.А. Крошила

Научный руководитель – Громов А.Ю.

канд. техн. наук, доцент

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

Отечественный и зарубежный опыт моделирования бизнес-процессов в сфере производства программного обеспечения (ПО) позволяет выработать ряд стандартов, подходов и методов для организации процесса, направленного в первую очередь на высокое качество конечного продукта.

Выделяют четыре категории ПО: заказное, инвестиционное, встроенное и игровое. Каждая из представленных категорий имеет свои особенности, которые учитываются при моделировании соответствующих бизнес-процессов[2], что позволяет оптимизировать ресурсы в визуальном виде и проводить имитационные исследования на этапе подготовки проекта. Далее представлены бизнес-процессы, построенные в соответствии с разными типами ПО.

Заказное ПО предназначено для внутреннего или внешнего заказчика. Эксклюзивные права на разработанную систему получает заказчик, и работа над развитием системы в дальнейшем может быть передана другому исполнителю. Особенность такого ПО - высокие требования к функциональности (рис. 1).

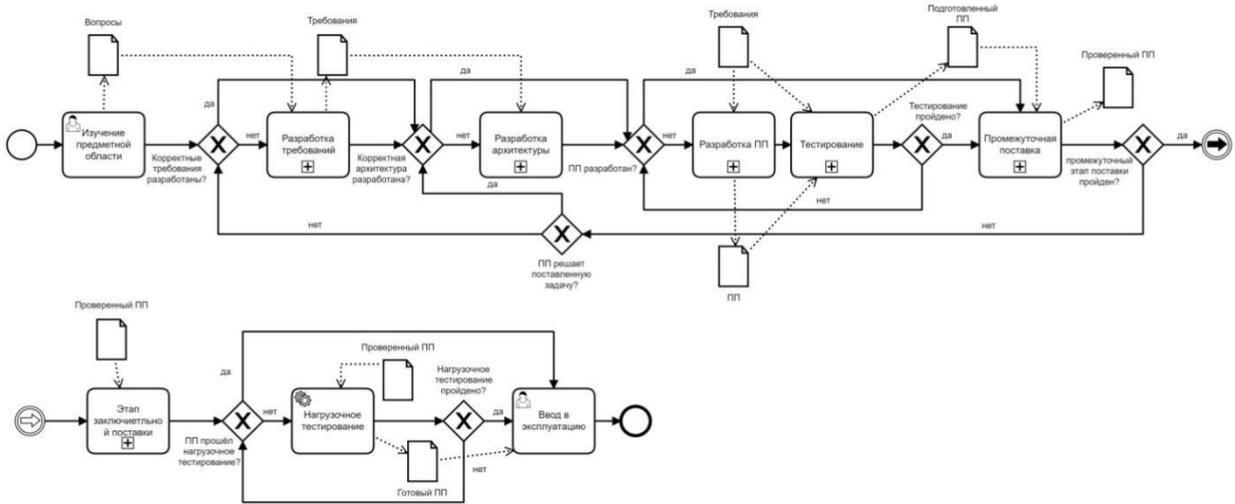


Рисунок 1 - Бизнес-процесс разработки заказного ПО

Работа над инвестиционным ПО ведётся исполнителем на деньги внутреннего или внешнего инвестора. Права на код системы остаётся у исполнителя, что стимулирует непрерывную работу по улучшению своего продукта и последовательный выпуск версий с более развитой функциональностью (рис. 2-3).

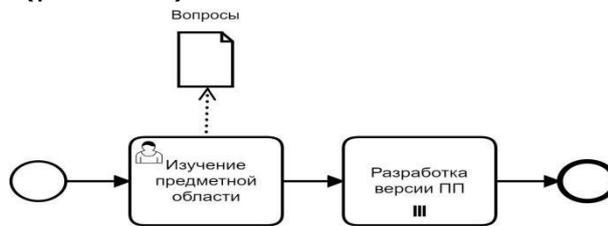


Рисунок 2 - Бизнес-процесс разработки инвестиционного ПО

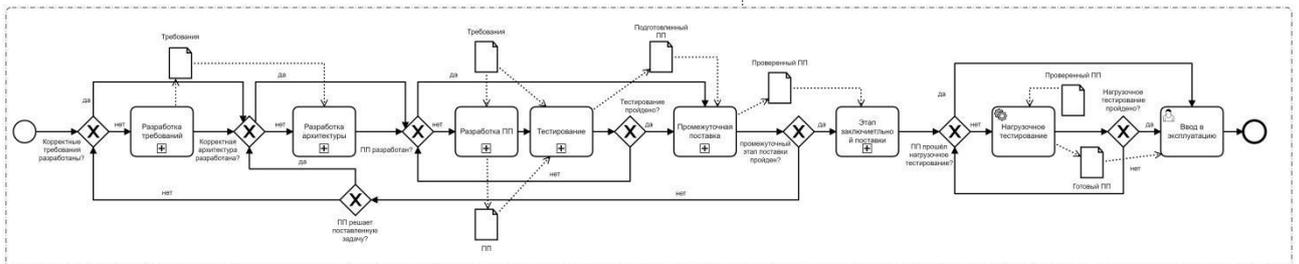


Рисунок 3 - Бизнес-процесс «Разработка версии ПО» в разработке инвестиционного ПО

Игровое ПО также практически не содержит фазы сопровождения (рис. 4), поскольку игра интересна пользователю либо пока он не прошёл последний уровень, либо пока в приложении не произошла фатальная ошибка. Это значит, что вторую версию игры он не будет покупать или даже бесплатно загружать только ради исправлений нескольких ошибок.

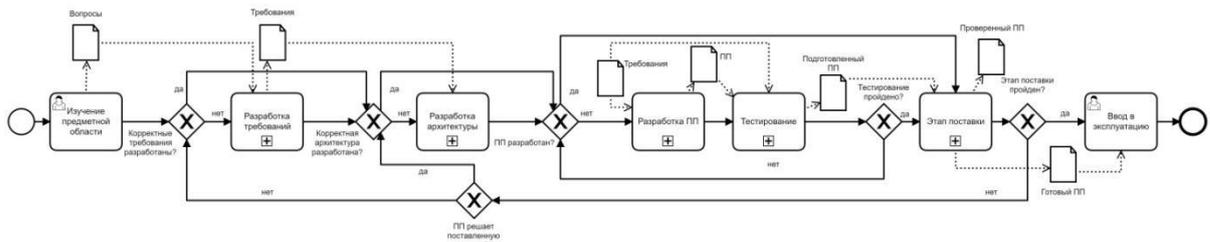


Рисунок 4 - Бизнес-процесс разработки игрового ПО
Встроенное ПО поставляется вместе с аппаратной частью, в связи с чем не подлежит сопровождению (рис. 5).

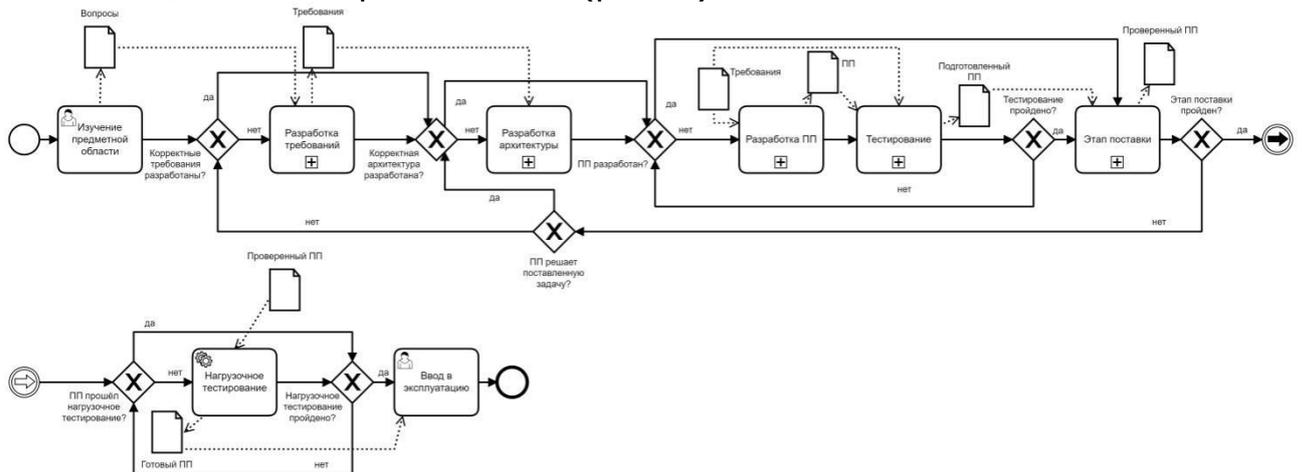


Рисунок 5 - Бизнес-процесс разработки встроенного ПО

Как видно из приведенных примеров, каждый тип разработки имеет свои особенности, которые могут быть учтены, благодаря универсальным методам процессного моделирования.

Библиографический список

1. Глухова Т.В. Способы и средства моделирования бизнес-процессов предприятия //Мир науки и образования. 2018. № 3(15) – С. 1-10.
2. Технология разработки программного обеспечения / сост. И.И. Савенко. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 67 с.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ ИТ-СПЕЦИАЛИСТОВ

Ю.Б. Щенёва, А.Н. Пылькин

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

В докладе рассматриваются особенности проектирования базы данных для информационной системы цифровой технологии обучения ИТ-специалистов в ВУЗе. Проводится описание основных этапов проектирования, определяются основные характеристики моделей данных, построенных на каждой фазе проекта.

Автоматизированные информационные системы применяются во многих сферах человеческой деятельности. Это объясняется тем, что с

помощью автоматизации процессов можно добиться получения быстрых и точных результатов. Постоянное развитие и модернизация автоматизированных систем позволяет снизить долю вмешательства человека в их функционирование до необходимого минимума. Стремительные темпы развития таких систем позволяют адаптировать типовое программное обеспечение и интегрировать его в существующие информационные системы.

Каждая информационная система в зависимости от ее назначения имеет дело с той или иной частью реального мира, которую принято называть предметной областью системы. Выявление предметной области – это необходимый начальный этап разработки любой информационной системы. Именно на этом этапе определяются информационные потребности всей совокупности пользователей будущей системы, которые, в свою очередь, определяют содержание базы данных и предоставляемые функции.

При создании информационных систем необходимо придерживаться следующих этапов: планирование проектирования базы данных, проектирование базы данных, разработка компонент приложения информационной системы, тестирование приложения информационной системы.

На этапе планирования проектирования базы данных необходимо определить требования к будущей системе, выполнить анализ предметной области, определить задачи (функции) приложения.

Процесс проектирования базы данных может быть разбит на три этапа: проектирование концептуальной модели данных, проектирование логической модели данных, проектирование физической модели данных.

Модель данных определяет правила, в соответствии с которыми структурируются данные [1].

На этапе концептуального проектирования базы данных выявляются информационные потребности пользователей, анализируется предметная область, определяются сущности и связи между ними, а также свойства сущностей и связей. На данном этапе происходит анализ будущих прикладных программ. Построение информационной модели данных (диаграммы объектов–связей) завершает данный этап проектирования.

Фаза логического проектирования предполагает преобразование концептуальной модели данных в логическую модель, в результате которого будет определена схема реляционной модели данных, и проверку полученной модели с помощью концепций последовательной нормализации. На этапе логического проектирования происходит выявление и описание ограничений целостности данных. Они формулируются в соответствии со свойствами предметной области в форме предикатов, которые для одних множеств данных имеют значение истина, для других – ложь [1].

На третьем этапе проектирования получают физическую модель данных в соответствии с логической и выбранной реляционной СУБД. Здесь используются понятия системы управления базой данных, выбранной для реализации. В частности, речь идет об именах полей таблиц, типах данных и размерах полей. На данном этапе определяются

первичные, альтернативные и внешние ключи, реализуются ограничения целостности данных и строится схема связей.

Завершающий шаг физического проектирования подразумевает разработку комплекса средств, которые позволят пользователю реализовать возможность использования БД, в соответствии с реальными ситуациями и возможность решения задач, которые были сформулированы на этапе проектирования БД. Если эти задачи при тестировании успешно реализуются, то можно говорить о полезности созданной БД, ее эффективности от внедрения в организационный процесс.

Разработка компонент приложения и тестирование приложения – это отдельная фаза жизненного цикла информационной системы, она практически никогда не может быть завершена, пока предметная область существует [3].

Подводя итог вышесказанному, можно заключить следующее: при создании проекта базы данных, лежащей в основе информационной системы, необходимо придерживаться основных этапов проектирования. Для того чтобы будущая информационная система могла выполнять свое основное назначение – отображать текущие данные о предметной области по запросу пользователя, необходимо структурировать и организовать данные в соответствии с моделью предметной области. Кроме того, в проект должны быть включены программные средства, реализующие требования пользователя.

Библиографический список

1. Макаров Н.П. Проектирование баз данных. / Н.П. Макаров, А.Н. Пылькин, А.В. Суснина, Н.И. Цуканова. – М.: Академия информатизации образования, 2012. – 145 с.

2. Илющечкин В.М. Основы использования и проектирования баз данных. Учебник. – М.: Юрайт, 2018. – 213 с.

3. Основы проектирования баз данных: учеб. пособие / О.Л. Голицына, Т.Л. Партыка, И.И. Попов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Инфра-М, 2018. – 416 с.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В РАСПОЗНАВАНИИ ЖЕСТОВ

А. В. Ефремов, Д.В. Ожигина

Научный руководитель – М.Б. Никифоров, доцент кафедры ЭВМ, к.т.н

Результаты приведены в таблице 1.

	$\times 10^{-6}, В$			
	$F_{c1} = 0,05 \text{ Гц}$		$F_{c2} = 0,15 \text{ Гц}$	
	Теоретически е значения	Экспериментальн ые значения	Теоретически е значения	Экспериментальн ые значения
F_d	912,004	912,125	846,287	846,305
$F_d - F_c$	272,356	273,406	313,515	320,711
$F_d + F_c$	301,036	299,441	424,168	413,078
$F_d - 2F_c$	39,298	35,513	53,072	38,137
$F_d + 2F_c$	48,031	52,414	98,563	123,271

Таблица 1- Амплитуды спектральных составляющих сигналов опроса с изменяющимся

Бесконтактное управление техническими системами является актуальной задачей, как с научной, так и с прикладной точек зрения. Подобный подход уже широко используется в современных аудио и видео системах. В основе таких управляющих систем лежат методы распознавания жестов руки оператора. Однако применение бесконтактного управления в системах специального назначения ограничено из-за недостаточно высокой точности распознавания.

Почти все существующие реализации методов распознавания уверенно работают, когда рука находится на однородном фоне. Но в реальности такой случай использования подобных реализаций маловероятен. Вероятность правильного распознавания резко снижается на сложном фоне, когда рука на изображении пересекает лицо или элементы тела с открытой кожей.

Аппаратная реализация накладывает дополнительные ограничения на алгоритмы. В системах специального назначения это должны быть компактные устройства на кристалле (SoC) с малым потреблением, габаритами и ценой, а, следовательно, и с малой вычислительной мощностью. Учитывая сказанное, следует признать актуальным решением задачи по повышению эффективности алгоритмов и методов распознавания жестов.

В работе рассматриваются два подхода к решению задачи распознавания динамических жестов руки - аналитический и нейросетевой. Отмечается, что использование приемов искусственного интеллекта может повысить достоверность распознавания жестов в сложных условиях видеонаблюдения. Однако применение нейросетевых алгоритмов не может показать высокую производительность на одноплатных компьютерах, если они не имеют NPU или производительного GPU модуля.

Библиографический список

1. Обработка изображений в авиационных системах технического зрения. Под. ред. Костяшкина Л.Н. и Никифорова М.Б./М.: ФИЗМАТЛИТ. 2018. - 235 с.
2. Нагапетян В., Толмачев И.Л. Бесконтактное управление роботизированной рукой с помощью жестов человека, Вестник РУДН, 2014. №2, С. 157–163.
3. Сатыбалдина Д. Ж., Овечкин Г. В., Калымова К. А. Система распознавания статических жестов рук с использованием камеры глубины // Вестник РГРТУ. 2020. № 72 . С. 93-105.
4. S. Mitra and T. Acharya, "Gesture recognition: A survey," IEEE Trans. Syst. Man Cybernetics, part C, vol.37,no.3,pp. 311–324, 2007.

Секция 7. ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

СЛЕЖЕНИЕ ЗА ОБЪЕКТАМИ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМА TLD

Д.А. Борисенко, С.Е. Корепанов

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

В настоящее время во многих социальных и производственных областях человеческой деятельности получили распространение различные системы, ориентированные на видеонаблюдение как статических, так и динамических объектов. Они находят широкое применение в сферах обеспечения общественной безопасности, безопасности дорожного движения, мониторинга поверхности земли с воздуха. Список направлений для применения алгоритмов слежения постоянно расширяется, что приводит к необходимости разработки новых и модификации ранее разработанных методов и алгоритмов.

В докладе предлагается рассмотреть алгоритм TLD для решения задачи слежения за объектами в последовательности изображений, основанный на совместном использовании трёх глобальных модулей: Tracking, Learning, Detection [1]. Модуль Tracking осуществляет слежение за объектом от кадра к кадру на основе оценки оптического потока. Затем его корректирует модуль Detection, который локализует все появления объекта. Модуль Learning оценивает ошибки модуля Detection и обновляет его, чтобы избежать их в будущем. Также в системе имеется дополнительный модуль Integrator, который объединяет ограничивающую рамку модуля Tracking и ограничивающую рамку модуля Detection в единую прямоугольную рамку (прямоугольный патч).

Для оценки работы алгоритма TLD использовалась оценочная метрика IoU–IntersectionoverUnion. Она позволяет оценить точность детектора объектов на заданном наборе данных [2]. Для её вычисления используется отношение площади пересечения между прогнозируемой ограничивающей рамкой и эталонной ограничивающей рамкой к площади объединения обеих рамок.

Проведенные исследования алгоритма показали высокую устойчивость к частичному заслонению объекта слежения, а также к изменениям масштаба, поворота и ракурса объекта.

Алгоритм TLD относится к группе комбинированных методов, которые позволяют объединить достоинства разных методов. Среди недостатков алгоритма можно отметить неустойчивость к продолжительному заслонению объекта интереса.

Библиографический список

1. Kalal Z., Mikolajczyk K., Matas J. Tracking-learning-detection // IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence. – 2011. – Т. 34. – №. 7. – С. 1409-1422.
2. Intersection over Union (IoU) for object detection // pyimagesearch URL: <https://www.pyimagesearch.com/2016/11/07/intersection-over-union-iou-for-object-detection/> (дата обращения: 20.07.2021).

АЛГОРИТМ ЛОКАЛИЗАЦИИ И РАСПОЗНАВАНИЯ НОМЕРОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ

А.В. Яковлев

Научный руководитель – Муравьев В.С., канд. техн. наук

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

Алгоритмы локализации и распознавания номеров транспортных средств используются в работе автомобильных парковок, в системах контроля доступа, в работе дорожно-патрульной службы, таможни и т. д. Подобные системы позволяют контролировать наличие автомобилей в зоне обслуживания, время его обслуживания, проводить идентификацию автомобиля порегистрационному номеру и т.д. Данная задача разделяется на две подзадачи: локализацию автомобильного номера и его последующее распознавание.

Из всех алгоритмов, решающих данные подзадачи, наибольший интерес представляют нейросетевые алгоритмы, так как в них определение наиболее подходящих признаков происходит адаптивно, в зависимости от данных и настроек обучения. Это позволяет улучшить точность работы в сложных условиях наблюдения по сравнению с другими подходами.

Среди подходов, выполняющих предварительную локализацию номера, наибольшую скорость работы имеют алгоритмы на основе архитектуры нейронной сети (НС) YOLO [1]. В данной работе используется третья версия НС в двух вариантах реализации: полная версия «YOLOv3» и облегченная версия «YOLOv3-tiny».

Для распознавания локализованного номера может применяться программная библиотека Tesseract [2], реализующая алгоритм на основе НС. Однако из-за действия шума, смаза, дисторсии и других искажений изображений приводит к недостаточно высокой точности работы алгоритма на реальных выборках номеров.

Для решения задачи распознавания была предложена архитектура нейронной сети (для удобства обозначаемая «our_net»), принимающая на вход цветное изображение номерного знака автомобиля размером 50 пикселей по высоте и 200 по ширине. Описание архитектуры НС «our_net» представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Описание архитектуры НС «our_net»

Название слоя (тип слоя)	Размерность слоя
input (InputLayer)	[200, 50, 3]
conv1 (Conv2D)	[200, 50, 32]
pool1 (MaxPooling2D)	[100, 25, 32]
conv2 (Conv2D)	[100, 25, 64]
pool2 (MaxPooling2D)	[50, 12, 64]
reshape (Reshape)	[50, 768]
dense1 (Dense)	[50, 64]
dropout (Dropout)	[50, 64]
bidirectional1 (Bidirectional LSTM)	[50, 256]
bidirectional2 (Bidirectional LSTM)	[50, 128]
output (Dense)	[50, 24]

Основу данной сети составляют свёрточные слои, использование слоёв LSTM (long short-term memory) [3] позволяет учесть взаимосвязи символов

в одном номере. Выход НС декодируется, в результате чего формируется строка из 9 символов.

Для проведения экспериментов было создано программное обеспечение на языке Python, реализующее функции обучения и тестирования НС «YOLOv3», «YOLOv3-tiny» и «our_net». Обучение НС «our_net» производилось на наборе данных, который был разделён на обучающую выборку – 37801 изображений номера и тестовую – 2845 изображений. Обучение длилось 100 эпох с плавно уменьшающимся шагом обучения от 0,0001 до 0. В качестве метода обучения использовался Adam.

Для оценки качества работы НС «our_net» применялось отношение количества правильно распознанных символов к их общему количеству R (в процентах) и время обработки одного изображения t (в секундах). По результатам тестирования были получены значения $R=95,9\%$ и $t=0,038$ с.

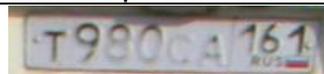
Для обучения нейронных сетей YOLOv3 и YOLOv3-tiny, выполняющих локализацию номеров, набор изображений был разделён на три части: обучающая выборка – 4151 примеров, проверочная выборка – 889 примеров, а тестовая выборка содержала 2669 примеров. Число эпох обучения – 100. При тестировании точности локализации использовались следующие метрики: ошибка первого рода L_1 (объект не найден там, где он есть), L_2 ошибка второго рода (объект найден там, где его нет), медианное значение метрики IoU_{med} (Intersection over Union, отношение площади пересечения к площади объединения) и среднее время обработки изображения t_{cp} . Результаты точности локализации номеров представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты точности локализации номеров

	$L_1, \%$	$L_2, \%$	$IoU_{med}, \%$	$t_{cp}, \text{с}$
YOLOv3	1,11	0,33	99,78	0,13
YOLOv3-tiny	2,12	0,22	99,81	0,09

Измерение времени работы всех НС производилось на видеокарте Nvidia GeForce 1660Ti. Пример распознавания номеров приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Пример распознавания номеров

Изображение			
Распознанные символы	A062CT750	T990CA161	B072HB32-

Проведенные исследования рассмотренного алгоритма показали высокие показатели точности локализации и распознавания автомобильных номеров при высокой скорости работы.

Библиографический список

1. Сайт YOLO: Real-Time Object Detection [Электронный ресурс], URL: <https://pjreddie.com/darknet/yolo>, дата просмотра: 26.10.2021

2. Сайт программной библиотеки Tesseract-OCR [Электронный ресурс], URL: <https://tesseract-ocr.github.io>, дата просмотра: 26.10.2021.
3. Hochreiter S., Schmidhuber J. Long short-term memory //Neural computation. – 1997. – Т.9. – №8. – С.1735-1780.

АЛГОРИТМ СОПОСТАВЛЕНИЯ КООРДИНАТ ТОЧКИ С ГЕОЗОНОЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ТРАССИРОВКИ ЛУЧЕЙ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ПЛАНИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ МАРШРУТОВ

К.Ю. Коноплич

Научный руководитель – Тонкович И.Н.

канд. хим. наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики радиоэлектроники

Модуль управления грузоперевозками в ERP-системе MicrosoftDynamicsAx использует геозоны для определения, к какому участку относится пункт назначения. Геозона представляет собой ограниченный участок на географической карте, который может быть построен произвольно. Тем самым, есть возможность осуществлять грузоперевозки в пределах одной геозоны по нескольким точкам. Это позволяет разделить площадь на карте на ограниченные участки и отслеживать перемещение по ним. Геозоны доставки позволяют объединять логистические узлы в группы. Маршрутизация транспорта по геозонам упрощает расчет данных.

Для того, чтобы определить принадлежность точки геозоне, необходимо знать набор точек, образующих многоугольник геозоны, и точку, которая проверяется на принадлежность. Ограничений на количество вершин многоугольника нет, но он должен быть замкнутым.

Существует несколько методов для определения принадлежности точки многоугольнику:

- метод трассировки лучей;
- метод ближней точки и ее нормали;
- метод индекса точки относительно многоугольника.

Будем использовать метод трассировки лучей. Этот метод считается самым простым и является наиболее популярным в мире компьютерной графики и игр.

Алгоритм сопоставления координат точки с геозоной на основе метода трассировки лучей можно описать следующим образом (рисунок 1):

- задаются координаты точки, для которой будет происходить проверка (в случае транспортировки этой точкой может быть склад);
- выполняется чтение из справочника всех существующих геозон, заданных ранее;
- из тестируемой точки выпускается луч либо в заранее заданном, либо в произвольном направлении;
- считается количество пересечений с геозоной;
- если количество пересечений четное, то точка находится снаружи геозоны, и алгоритм переходит к проверке следующей геозоны;
- если количество пересечений нечетное, это значит, что точка внутри геозоны, и данная точка записывается в эту геозону.

В итоге метод трассировки лучей сводится к некоторому количеству пересечений отрезка (границ многоугольника) и луча, то есть пересечения двух прямых и тестирования полученной точки на принадлежность лучу и отрезку. Недостатком этого метода является случай, когда луч пересекает вершину многоугольника или ребро, которое частично совпадает с лучом.

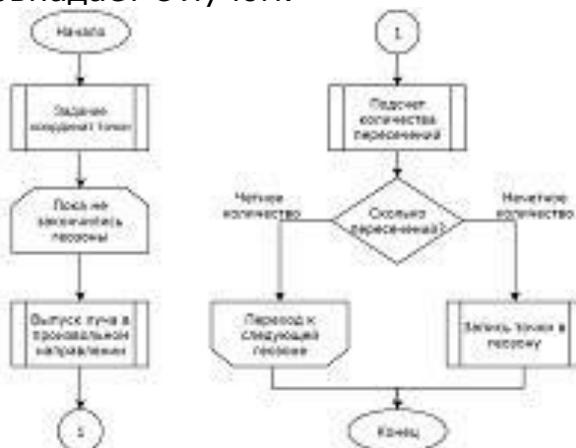


Рисунок 1 – Алгоритм сопоставления координат точки с геозоной на основе метода трассировки лучей

Геозона состоит из множества отрезков, соединенных друг с другом. Уравнение каждого отрезка определяется формулой:

$$f(t)=a+t*(b-a),$$

где a – координаты начала отрезка;

b – координаты конца отрезка.

Если луч пересекает отрезок, то t должно быть задано в интервале $[0, 1]$. Если луч пересекает вершину, то $t = 0$ или $t = 1$. В компьютерной алгебре результат не всегда будет целым числом, например, $t = 1e-10$. Так как пересечение двух прямых включает в себя процедуру деления, вероятность получения такого результата существует. Но в ситуации, когда с одним ребром параметр $t = -1e-20$, а с другим ребром $t = 1e-20$ пересечениями это не считается. Такое может произойти, если многоугольник самопересекается. Тогда луч проходит мимо и результат окажется неправильным [1].

Таким образом, предлагаем в бизнес-логике модифицируемого модуля использовать метод трассировки лучей, так как данный метод является самым быстрым и оптимальным по времени выполнения. Многоугольник геозоны не может пересекать самого себя, поэтому часть недостатков метода трассировки лучей не скажется на расчетах.

Метод трассировки лучей существенно повышает производительность системы, так как в справочнике геозон может храниться большое число геозон, расположенных на различных участках карты. Приведенный алгоритм помогает сгруппировать производству свои склады и разделить их по территориальному признаку. В зависимости от сложности

маршрута, груз может пересекать несколько геозон, что в конечном итоге повлияет на итоговую стоимость доставки.

Библиографический список

1. Методы определения принадлежности точки многоугольнику [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/301102/>. – Дата доступа: 20.10.2021.

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ЗАТРАТ НА ДОСТАВКУ ГРУЗА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ПЛАНИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ МАРШРУТОВ

К.Ю. Коноплич

Научный руководитель – Тонкович И.Н.

канд. хим. наук, доцент

**Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники**

Модуль управления транспортировками в ERP-системе MicrosoftDynamics Ax позволяет рассчитать транспортные затраты по маршруту, который был создан как оптимальный. Расчет затрат выполняется по стандартным настройкам тарифов услуг перевозчиков.

Маршрут может состоять из нескольких точек, поэтому из него выделяют сегменты, чтобы была возможность выбрать способ доставки для каждого сегмента в отдельности. Например, груз должен быть доставлен в Северную Америку из Восточной Европы через Западную. Тогда в зависимости от срочности и бюджета можно выбирать виды транспорта.

В системе хранятся справочники способов доставки и транспортных средств. Эти справочники содержат информацию о тарифах и параметрах транспортных средств, описание доставки. При расчете стоимости доставки груза предлагаются все доступные варианты доставки. Исходя из тарифов у итоговых маршрутов будут различаться их стоимость. Тогда пользователь имеет возможность самостоятельно выбрать способ доставки исходя из цены, сроков или доступности.

При определении транспортных затрат перевозок на различное расстояние используют следующую зависимость:

$$C = a + b * x * d,$$

где C – затраты по перевозке на расстояние;

a – затраты на начально-конечные операции в расчете на 1 тонну груза;

b – затраты по перевозке в расчете на 1 тонно-километр;

d – дальность перевозки.

Алгоритм расчета затрат на доставку груза можно представить в виде следующей последовательности:

– из загрузки выбирается маршрут, для которого будет выполняться расчет;

– из маршрута выделяют все сегменты;

- выполняется чтение из справочника всех существующих способов оценки;
- для каждого сегмента в отдельности производится подсчет стоимости, используя все способы оценки;
- выводятся все данные по стоимости сегментов и маршрута в целом;
- выбирается устраивающий пользователя способ доставки;
- исходя из способа доставки, добавляется стоимость маршруту.

Таким образом, имеется возможность выбрать тот маршрут, который подходит клиенту. Он необязательно будет самым оптимальным. Но, например, из-за цены клиент выберет маршрут менее оптимальный, но более подходящий ему по финансовым средствам.

ОБЗОР РАЗНОВИДНОСТЕЙ МЕТОДА УПРАВЛЕНИЯ С ПРОГНОЗИРУЮЩИМИ МОДЕЛЯМИ ВОЗДУШНЫМ МАНИПУЛЯТОРОМ

А. А. Исаев

Научный руководитель – А. И. Бобиков,

к. т. н., доцент

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

Широкое применение в области управления воздушными манипуляторами [1, 2] получил метод управления с прогнозирующими моделями (Model Predictive Control, MPC) [9]. MPC использует модели для прогнозирования будущего поведения управляемых переменных. На основе прогноза регулятор рассчитывает управляющие воздействия, решая задачи оптимизации в масштабе реального времени. В этом случае регулятор пытается минимизировать ошибку между предсказанным и фактическим значением по горизонту управления, т.е. реализуется первое управляющее действие. В основе работы контроллеров MPC лежат динамические модели процесса, чаще всего линейные эмпирические модели, полученные путем идентификации системы [4].

Поведение системы MPC может быть весьма сложным, поскольку управляющее воздействие определяется как результат решения задачи оптимизации [3] в масштабе реального времени. Задача управления построена на основе модели и измерений параметров процесса. Измерения параметров процесса создают обратные связи в структуре MPC. Как правило, различные виды MPC предлагают различные подходы к решению следующих задач:

- модели «ввода - вывода»;
- прогнозирования неисправностей;
- целевой функции;
- измерения;
- ограничений;
- периода дискретизации (как часто решается задача оптимизации).

Независимо от конкретного выбора вышеуказанных элементов, их объединяет задача оптимизации в режиме реального времени.

Ниже представлены различные виды управления с предсказанием.

Нелинейное MPC (Nonlinear MPC, NMPC) представляет собой вариант управления с предсказанием, характеризующийся использованием нелинейных моделей. Метод NMPC, как и линейный MPC, требует итеративного решения задач оптимального управления на конечном горизонте прогнозирования. Однако эта задача не всегда является выпуклой. Это создает ряд проблем как для устойчивости NMPC, так и для численного решения. [5]

Явное MPC (Explicit MPC (EMPC)) – данный метод позволяет быстрее вычислять закон управления за счет использования методики параметрического программирования, где решение задачи управления с предсказанием, сформулированной как задача оптимизации, предварительно (заранее) вычисляется автономно [6, 7]. Автономное решение принимает вид кусочно-аффинной функции (PWA), поэтому регулятор EMPC содержит коэффициенты PWA для каждого подмножества пространства состояний, где PWA постоянна. Каждая область представляет геометрически выпуклый многогранник [7]. Серьезным недостатком EMPC является экспоненциальный рост общего числа областей управления относительно некоторых ключевых параметров управляемой системы, например, количества состояний, что резко увеличивает требования к памяти регулятора.

Адаптивное (Робастное) MPC (Adaptive (Robust) MPC) – данный метод используется для компенсации неопределенных нелинейных характеристик, неучтенной динамики реального объекта управления, так как позволяет в процессе работы системы управления корректировать предсказанную модель объекта [8]. Для реализации адаптивного MPC необходимо спроектировать традиционный MPC-регулятор для нулевых начальных условий работы системы управления, а затем обновить модель объекта. После адаптации модель объекта управления остается постоянной в течение всего горизонта прогнозирования.

Библиографический список

1. Исаев А.А. Робастное управление ориентацией квадрантора. - Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXIV Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. – Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина. 2019. - 180 с.

2. Исаев А.А. Математическая модель квадрокоптер-робот-манипулятор. - Материалы VI научно-технической конференции магистрантов Рязанского государственного радиотехнического университета. – Рязань: РГРТУ, 2020. -404 с.

3. Бобиков А. И. Субоптимальные нелинейные системы управления: метод расширенной линеаризации. Рязань: РГРТУ, 2015.

1. Bemporad, A. Robust model predictive control: A survey / A. Bemporad, M. Morari, In A. Garulli, A. Tesi, and A. Vicino (eds.) // Robustness in Identification and Control, volume of Lecture Notes in Control and Information Sciences Springer-Verlag. -1999, p.207- 26.

2. Emre Yilmaz. Modeling and Nonlinear Adaptive Control of an Aerial Manipulation System. - Stambul: Sabanci University, 2019.

3. Bemporad, Alberto; Morari, Manfred; Dua, Vivek; Pistikopoulos, Efstratios N. "The explicit linear quadratic regulator for constrained systems". Automatica. 38 (1): 3–20. doi:10.1016/s0005-1098(01)00174-1, 2002.

4. Klaučo, Martin; Kalúz, Martin; Kvasnica, Michal. "Real-time implementation of an explicit MPC-based reference governor for control of a magnetic levitation system". Control Engineering Practice. 60: 99–105. doi:10.1016/j.conengprac.2017.01.001, 2017.

5. Ben-Tal and Nemirovski. Lectures on modern convex optimization / Ben-Tal and Nemirovski. - Philadelphia, 2001, p. 302 с.

6. Sebastian Chavez-Ferrer Marcos, Dr. Carlos Ocampo Martinez, Controlling a Quadrotor with a Robotic Arm using Nonlinear Model Predictive Control, Institut de Robotica i Informatica Industrial (CSIC-UPC), 2015.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ВЫДЕЛЕНИЯ МАЛОРАЗМЕРНОГО ОБЪЕКТА НА ИЗОБРАЖЕНИИ В СИСТЕМАХ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

П. А. Макаркин

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

В докладе рассматривается ряд вопросов, связанных с выделением малоразмерного объекта на изображении в системах технического зрения, в частности, сложности при подавлении фона при высоком уровне фоновых образований. В некоторых источниках [5] высокий уровень фоновых образований (облака) принимают как естественную помеху. Модель с датчика, регистрирующего изображение можно описать следующим выражением:

$$\mathbf{D} = \mathbf{B} + \mathbf{T} + \mathbf{N}_{noise}, \quad (1)$$

где \mathbf{B} – матрица, описывающая фоновые образования на кадре изображения, \mathbf{T} – матрица, описывающая расположение объекта на изображении. Будем считать, что объект наблюдения считается точечным если его размеры от 5×5 до 9×9 пикселей, при размере изображения $i = 1:N, j = 1:N$ пикселей, \mathbf{N}_{noise} – матрица, описывающая постоянный уровень шума.

При анализе современных алгоритмов выделения малоразмерных объектов на изображении можно выделить два основных подхода: алгоритмы, вычисляющие оценку фона по нескольким кадрам – последовательные алгоритмы и алгоритмы, которые вычисляют оценку фона по одному кадру текущего изображения – однокадровые алгоритмы.

В работах [1, 2] для удаления фона используется операция оценки дисперсии фона. В случае установки системы технического зрения на подвижном объекте подавление фона осуществляется за счет нахождения особых точек и последующего вычисления смещения точек на последовательности кадров.

В алгоритме локальной энтропии [3, 4] для выделения малоразмерного объекта вычисляется энтропия изображения в локальной области, при этом выделение и подавление фона осуществляется за счет уровня энтропии. Преимуществом данного алгоритма является оценка фона по текущему кадру изображения.

В работе [5, 6] рассмотрен подход к оценке фона изображения по одному кадру на основе представления исходного изображения в виде «суб-матрицы» и последующего вычисления сингулярного разложения. Недостатком данного алгоритма является большое число вычислительных операций, т.к. основную их часть занимают вычисление сингулярного разложения и умножение матриц.

В результате моделирования в среде Matlab данных алгоритмов и сравнения результатов вычислений при их использовании можно сделать следующие выводы:

Алгоритмы [1, 2] применяются в системах технического зрения, в которых информация от кадра к кадру изображения меняется незначительно, в противном случае будет большая ошибка при подавлении фоновых образований.

Алгоритмы локальной энтропии в [3, 4] по сравнению с алгоритмами [4, 5] имеют коэффициент подавления фона на 2-3 дБ меньше, но при этом вычислительная эффективность выше на 40-50%.

Библиографический список

1 Алпатов Б. А. Алгоритм обнаружения и выделения движущегося фрагмента изображения // Техника средств связи. Серия Техника телевидения. – 1991. – №2. – С.72–76.

2 Алпатов Б. А., Бабаян П. В. Выделение движущихся объектов в условиях геометрических искажений изображений // Цифровая обработка сигналов. – 2004. – №4. – С.9–14.

3 He Deng, Xianping Sun, Maili Liu, Chaohui Ye, and Xin Zhou. Small Infrared Target Detection Based on Weighted Local Difference Measure // IEEE Transactions on geoscience and remote sensing. – 2016. – №54. – С.4204–4214.

4 He Deng, Xianping Sun, Maili Liu, Chaohui Ye, and Xin Zhou. Infrared Small-Target Detection Using Multiscale Gray Difference Weighted Image Entropy // IEEE Transactions on aerospace and electronic systems. – 2016. – №1. – С.60–72.

5 Xiangyue Zhang, Qinghai Ding, Haibo Luo, Bin Hui, Zheng Chang, Junchao Zhang. Infrared small target detection based on an image-patch tensor model // Infrared Physics & Technology. – 2019. – №3. – С.55–63.

6 Yimian Dai, Yiquan Wu, Yu Song. Infrared small target and background separation via column-wise weighted robust principal component analysis // Infrared Physics & Technology. – 2016. – №6. – С.421–430.

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ-АССИСТЕНТА ВОДИТЕЛЯ ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ И СОПРОВОЖДЕНИЯ ПЕШЕХОДОВ ПО ВИДЕОПОТОКУ

Ярмов Р.В.

Научный руководитель – Головнин О.К.

канд. техн. наук, доцент

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

Сокращение количество происходящих дорожно-транспортных происшествий, связанных с участием пешеходов, можно добиться за счет реализации средств помощи водителю, анализирующих видеопоток с целью прогнозирования рисков наступления аварийных ситуаций [1].

Разрабатывается мобильное приложение-ассистент для помощи водителю во время управления автотранспортным средством, позволяющее предупреждать о возникновении опасных ситуаций на проезжей части, связанных с неожиданным появлением пешеходов. Мобильное приложение-ассистент интегрирует достигнутые ранее результаты по распознаванию дорожных знаков и светофоров [2]. Обработка видеозаписи с мобильного устройства осуществляется в режиме онлайн: при обнаружении объекта, который классифицируется как пешеход, отслеживается и сопровождается его передвижение. Разрабатываемый ассистент, в зависимости от расстояния и расположения пешехода, подсчитывает вероятность столкновения и, если она выше порогового значения, предупреждает водителя визуальным и звуковым сигналом. При этом осуществляется расчет времени, необходимого и достаточного для реагирования и маневрирования во избежание возможного столкновения с пешеходом. Мобильное приложение-ассистент разрабатывается на языках программирования Java и Python. Используется библиотека TensorFlow для обнаружения пешеходов и подсчета вероятностей столкновения и фреймворк OpenCV для определения расстояния до пешехода [3, 4].

Ожидается, что разрабатываемый ассистент позволит сократить риски, связанные со столкновением с пешеходами во время управления автотранспортным средством.

Библиографический список

1. Lwowski J. et al. Pedestrian detection system for smart communities using deep convolutional neural networks // 2017 12th System of Systems Engineering Conference. – IEEE, 2017. – P. 1-6.
2. Ярмов Р.В., Головнин О.К. Автоматизированная система детектирования технических средств организации дорожного движения и определения их характеристик на основе анализа видеопотока // XVI Королёвские чтения: труды конф. – Самара: Изд-во Самарского ун-та, 2021. – Т. 1. – С. 507.
3. Головнин О.К., Рыбников Д.В. Анализ алгоритмов выявления и сопоставления особых точек на изображениях с использованием OpenCV-Python // Информационные технологии и нанотехнологии: труды конф. – Самара: Изд-во Самарского ун-та, 2021. – С. 23072.

4. Наздрюхин А.С., Храмцов И.Н., Тушев А.Н. Извлечение особых точек изображения для сопровождения пешеходов в реальном времени //Южно-Сибирский научный вестник. – 2020. – №1. – С. 9-14.

СОЗДАНИЕ ОДНОСТРАНИЧНЫХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ФОРМ С REACT

А.С. Большаков

Научный руководитель – Хрюкин В.И.

к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина

React.js – самая популярная интерфейсная библиотека JavaScript для создания веб-приложений. Это библиотека с открытым исходным кодом, которая используется для создания пользовательских интерфейсов специально для одностраничных приложений. Он используется для обработки уровня представления для веб-приложений и мобильных приложений. React также позволяет нам создавать повторно используемые компоненты пользовательского интерфейса. React был впервые создан Джорданом Уолком, инженером-программистом, работающим в Facebook. Впервые React был запущен в ленте новостей Facebook в 2011 году и на Instagram.com в 2012 году.

React сохраняет в памяти облегченное представление «реальной» модели DOM, известное как «виртуальная» модель DOM (VDOM). Манипулирование реальной DOM намного медленнее, чем управление VDOM, потому что на экране ничего не отображается. Когда состояние объекта изменяется, VDOM изменяет только этот объект в реальной модели DOM, а не обновляет все объекты.

Компоненты – это строительные блоки любого приложения React, и одно приложение обычно состоит из нескольких компонентов. Компонент – это, по сути, часть пользовательского интерфейса. React разбивает пользовательский интерфейс на независимые, повторно используемые части, которые можно обрабатывать отдельно.

Состояние – это встроенный объект React, который используется для хранения данных или информации о компоненте. Состояние компонента может меняться со временем; всякий раз, когда он изменяется, компонент повторно отрисовывается. Изменение состояния может происходить в ответ на действия пользователя или события, сгенерированные системой, и эти изменения определяют поведение компонента и то, как он будет отображаться.

Обработка форм является неотъемлемой частью большинства веб-контента. Они служат основным средством взаимодействия пользователя с вашим приложением. При помощи React, создание форм будет являться гибкой и простой задачей. Структура формы аналогична структуре обычных HTML форм. Однако каждый элемент ввода получает свой собственный компонент и собственное состояние, которое может измениться как со стороны пользователя, так и со стороны приложения для автозаполнения. Состояние дает лучший контроль над элементом управления форм и всеми его данными.

Библиографический список

1. React – JavaScriptбиблиотека: сайт. – URL: <https://ru.reactjs.org/>_(дата обращения: 29.10.2021). – Текст: электронный.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ИСКАЖЕННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

А. Е. Латахин

Научный руководитель – Каширин И.Ю.

д-р техн. наук, профессор

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

В докладе рассматриваются методы фильтрации, решающие задачу по обработке искаженных изображений. Статья может быть полезна тем, кто интересуется восстановлением размытых, несфокусированных изображений.

1. Фильтр Винера

Для обработки изображений, необходимо сократить уровень шумов на исходном изображении, для этого используется фильтр Винера. Аддитивный белый шум не зависит от размещения пикселя, так как процесс является случайным. Поэтому данный алгоритм пытается уменьшить ошибку между исходным изображением и обработанным. Главная идея фильтра в том, что он используется нижнюю и верхнюю частоту среза, для области с низкой детализацией и сохранения деталей объектов с высокими несоответствиями.

Для реализации фильтра Винера используется фильтр выбора областей и аддитивный белый средне-нулевой шум, обобщенный в двумерную попиксельную фильтрацию. Алгоритм представляет собой результат преобразования, в котором из изображения с шумом наследуется пиксель в обработанное изображение. В результате, фильтр Винера не имеет сингулярности и меньше подвержен помехам, так как использует для обработки информацию о шуме и спектральных характеристиках. К недостаткам можно отнести наличие краевых эффектов после обработки изображения.

2. Фильтрация по Тихонову или Тихоновская регуляризация

Регуляризационный фильтр Тихонова используется для обработки, восстановления изображений, в которых присутствует минимальное количество информации о происхождении искажения. Используя этот фильтр, среднеквадратическая ошибка сводится к минимуму.

При решении задачи используется следующий алгоритм:

1) Анализ исходного изображения.

Происходит чтение изображения, выделяется ограниченная область. Затем происходит вырез этой области, и к ней применяется необходимая функция.

2) Симулирование искажения изображения.

Происходит симуляция шума или размытия над исходным изображением. С помощью функции, на изображении формируется размытость или шум в результате свертки исходного изображения

3) Процесс восстановления изображения.

Для восстановления изображения при имеющемся шуме или размытости необходимо провести анализ шума. Для него основополагающим является параметр.

4) Операция сглаживания шума.

5) Применение коэффициента Лагранжа.

Множитель Лагранжа используется для восстановления изображения, имеющего шум или размытость. При этом можно игнорировать параметр уровня шума.

6) Применение дифференциальной коррекции.

3. Метод Люси-Ричардсона

Для обработки изображений существует метод, предложенный Ричардсоном и Люси, под названием «метод Люси - Ричардсона». Он позволяет получить результат лучше, чем другие рассмотренные методы, так как является нелинейным и итерационным.

Главной идеей метода является применение наибольшего правдоподобия. В связи с этим, в обработанном изображении происходит усиление шума, так как применяется также распределение Пуассона.

Метод применяется для обработки фотографий космоса. У него высокая вычислительная сложность. Для обработки изображения средних размеров необходимо несколько часов, дней.

4. Слепая деконволюция

Метод слепой деконволюции выполняет восстановление исходного изображения без информации о размытии.

Применение данного метода наблюдаются в микроскопии, медицинской оптике, в отслеживании цели в движении.

При работе с реальными изображениями неизвестным остается функция смаза, также недостаточно информации о изображении. Поэтому модель искажения в данном подходе является линейной, следовательно, её называют слепой деконволюцией. Для решения задачи данным методом необходимо найти исходное изображение и функцию импульсного отклика.

Методы слепого восстановления основаны на итерациях, которые по очереди выполняют оптимизацию ядра смаза и скрытого изображения. Нахождение ядра смаза происходит с помощью вычислений искомого изображения и исходного необработанного изображения. Затем ядро применяется для вычисления нового искомого изображения с использованием неслепой деконволюции. На следующей итерации используется изображение, полученное в предыдущей итерации.

Оптимизация необходима для вычисления ядра, которая должна иметь матрицы и вектора. Также для использования неслепой деконволюции нужны методы с улучшенной оптимизацией.

Библиографический список

1. Апальков И.В., Хрящев В.В. Удаление шума из изображений на основе нелинейных алгоритмов с использованием ранговой статистики. — Ярославский государственный университет, 2007.

2. Василенко Г.И., Тараторин А.М. Восстановление изображений. – М.: Радио и связь, 1986. – 304 с.
3. Бейтс Р., Мак-Доннелл М. Восстановление и реконструкция изображений. Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 336 с.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭКСПОЗИЦИЕЙ В ВИДЕОКАМЕРАХ

О.Н. Буркина

Научный руководитель – Бабаян П.В., к-ттехн. наук, доцент

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

В современном обществе технологии видеонаблюдения используются во многих областях, начиная от охраны собственности и заканчивая контролем производственных процессов. Во всех сферах качество изображения является наиболее важной характеристикой, на которую влияет множество факторов, к примеру, характеристики сенсора и степень сжатия изображения. Одним из важнейших параметров видеокамер является время экспозиции, которое необходимо адаптивно подстраивать к уровню освещенности. Способность автоматически адаптироваться к изменениям освещения в сцене крайне важно для сохранения постоянного качества изображения, и, исходя из этого, создание и исследование системы управления экспозицией имеют первостепенное значение при возникновении потребностей в разработке новых и более совершенных камер.

Основная цель исследования состоит в том, чтобы описать, проанализировать и предложить улучшения существующих систем автоматического управления экспозицией в видеокамерах, которые используются для обнаружения и распознавания объектов. Поскольку датчик изображения имеет ограниченный динамический диапазон по сравнению с реальной сценой, необходимо автоматически управлять уровнем экспозиции и, таким образом, адаптироваться к количеству света на фоточувствительной матрице.

Существует три основных способа управления чувствительностью камеры: управление временем экспозиции камеры, изменение коэффициента аналогового усиления регистрируемого камерой сигнала и регулирование размера диафрагмы объектива в контуре автоматического управления. Каждый из этих подходов по-своему влияет на свойства формируемых камерой изображений и имеет свои преимущества и ограничения применимости.

Современные промышленные камеры почти всегда имеют встроенные алгоритмы автоподстройки экспозиции. Как правило, их цель – поддерживать постоянную среднюю яркость в заданной области кадра. Для работы современных коммерческих систем распознавания на основе анализа видеoinформации, однако, использование стандартных алгоритмов автоподстройки зачастую неприемлемо. Во-первых, эти алгоритмы не обеспечивают функциональность управления размером диафрагмы. Системы же всепогодного круглосуточного распознавания требуют управления диафрагмой, поскольку освещенность сцены даже при условии наличия ночного освещения меняется более чем на три

десятичных порядка [2] и не может быть скомпенсирована двумя другими указанными выше способами. Во-вторых, алгоритмы стабилизации уровня яркости на основе поддержания постоянного среднего значения не всегда работоспособны. В работе [3] показано, что при распознавании протяженных быстро движущихся объектов требуется применять другие подходы к подстройке уровня яркости.

Известны алгоритмы подстройки времени экспозиции на основе анализа гистограммы изображения [4], выделения градиентов [5]. Новейшие подходы используют нейронные сети для анализа качества формируемого изображения [6].

Таким образом, можно сделать вывод, что разработка систем автоматического управления экспозицией в видеокамерах до настоящего времени является актуальным вопросом, который требует дальнейших исследований.

Библиографический список

1. Hyden H., Wilhelmsson P. Automatic exposure control in network video cameras // MSc Theses. 2011.– 57 p.
2. Schlyter P. Radiometry and photometry in astronomy. 2009. URL: stjarnhimlen.se/comp/radfaq.html (accessed: 30.10.2021).
3. Гладков А. П., Кузнецова Е. Г., Гладиллин С. А., Грачева М. А. Адаптивная стабилизация яркости изображения в технической системе распознавания крупных движущихся объектов // Сенсорные системы.– 2017. – Т.31(№3). – С. 247-260.
4. Schulz S., Grimm M., Grigat R. R. Using brightness histogram to perform optimum auto exposure // WSEAS Transactions on Systems and Control. – 2007. – Т. 2. – №. 2. – С. 93.
5. Shim I. et al. Gradient-based camera exposure control for outdoor mobile platforms // IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology. – 2018. – Т. 29. – №. 6. – С. 1569-1583.
6. Onzon E., Mannan F., Heide F. Neural Auto-Exposure for High-Dynamic Range Object Detection // Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – 2021. – С. 7710-7720.

ВЫБОР СТРАТЕГИИ ФОРМИРОВАНИЯ ПАНОРАМНОГО ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОЛИЧЕСТВА ПЕРСОНАЛЬНЫХ ОБЛАСТЕЙ ИНТЕРЕСА ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

И.А. Кудинов, М.Б. Никифоров

Научный руководитель – Никифоров М.Б.

канд. техн. наук, доцент

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

Современной тенденцией развития технического зрения является использование систем с распределенной апертурой (РА) для получения широкого поля зрения высокого разрешения. Для формирования единого панорамного изображения (ПИ) в качестве датчиков применяются разнесённые в пространстве камеры. Сформированное ПИ обеспечивает одновременную независимую работу нескольких операторов, каждого со своей персональной областью интереса (ПОИ).

С увеличением количества ПОИ пропорционально растёт сложность вычислений и важным аспектом является выбор стратегии формирования ПИ для рационального использования доступных вычислительных ресурсов.

Существуют по меньшей мере две таких стратегии:

- 1) вычисление целого панорамного кадра $360^\circ \times 180^\circ$, полученного одновременно со всех камер, и выбор из него ПОИ пользователей
- 2) вычисление ПОИ независимо для каждого пользователя.

Целью данной работы является обоснование выбора одной из двух возможных стратегий формирования ПОИ на ПИ. В качестве критерия выбора стратегии принят критерий минимума элементарных вычислительных операций (ЭВО), необходимых для формирования ПОИ.

Стратегия 1: алгоритм формирования ПОИ всех пользователей из общей панорамы.

Согласно первой стратегии изначально необходимо сформировать общий панорамный кадр. Алгоритмы формирования панорамы на поверхности виртуальной сферы из информации нескольких камер подробно рассмотрены в работах [1-3]. Из [1] можно показать, что для формирования ПОИ согласно рассматриваемой стратегии и билинейной интерполяции согласно [3] требуется следующее количество ЭВО:

$$\text{ЭВО}_1 = [(16 + 3N_c)WN + 31N_{\text{ПОИ}}wh]\text{ЭВО}_X + + 2[(7 + N_c)WN + 13N_{\text{ПОИ}}wh]\text{ЭВО}_+ + 2N_{\text{ПОИ}}wh\text{ЭВО}_{\text{Trig}}, \quad (1)$$

где ЭВО_X, ЭВО₊ и ЭВО_{Trig} обозначают соответственно количество операций умножения, сложения и вызова обратных тригонометрических функций $\arcsin(x)$ и $\text{atan2}(y, x)$, N_c количество камер, $N_{\text{ПОИ}}$ количество ПОИ, W и H – соответственно ширина и высота кадра общей панорамы в пикселях.

Основными недостатками описанной стратегии являются:

- большой объем расчетов по формированию общего кадра панорамы;
- уменьшение разрешения, поскольку как при проецировании изображений с камер на поверхность виртуальной единичной сферы, так и при повторном проецировании с виртуальной сферы на ПОИ координаты пикселей дробные, и, следовательно, необходимо интерполировать значения яркости.

Стратегия 2: алгоритм прямого формирования ПОИ для каждого пользователя.

В [2] предлагается другая методика, при которой проецирование на ПОИ осуществляется непосредственно с плоскостей изображения камеры. Для формирования ПОИ по второй стратегии и билинейной интерполяции по [4] требуется следующее количество ЭВО:

$$\text{ЭВО2} = [(16 + 3N_c)WH + 31N_{\text{ПОИ}} wh] \text{ЭВОX} + 2[(7 + N_c)WH + 13N_{\text{ПОИ}} wh] \text{ЭВОY} + 2N_{\text{ПОИ}} wh \text{ЭВОTrig.} \quad (2)$$

Приближенные равенства для (1) и (2):

$$\text{ЭВО1} \approx (5N_c + 30)WH + 58N_{\text{ПОИ}} wh \quad \text{ЭВО2} \approx (5N_c + 73)N_{\text{ПОИ}} wh \quad (3) \quad (4)$$

Выражения (3) и (4) для заданной конфигурации системы технического зрения (количество камер N_c , количество пользователей $N_{\text{ПОИ}}$, размер полного панорамного кадра $W \times H$ и размер ПОИ $w \times h$) позволяют определить, какую из стратегий рациональнее использовать по критерию минимума ЭВО.

Пример выбора стратегии: пусть панорамная система состоит из $N_c = 10$ видеокамер, которые позволяют формировать сектор панорамы размером $W \times H = 3600 \times 2400$ пикселей (при разрешении 20 пикселей на градус такого сектора соответствует угловым размерам поля зрения $180^\circ \times 120^\circ$), а ПОИ с размером $w \times h = 1024 \times 768$ пикселей (поле зрения $51^\circ \times 38^\circ$). Тогда графики зависимостей количества ЭВО ($N_{\text{ЭВО}}$) для стратегий 1 ($N_{\text{ЭВО1}}$) и 2 ($N_{\text{ЭВО2}}$) будут иметь вид, показанный на рисунке.

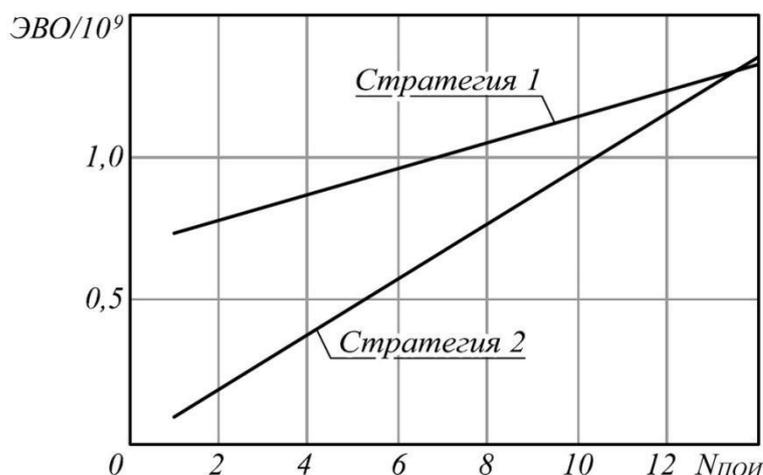


Рис. Зависимость выбора стратегии от числа ПОИ

Библиографический список

1. Кудинов И.А., Павлов О.В., Холопов И.С., Храмов М.Ю. Real-time multispectral videopanorama construction // CEUR Workshop Proceedings. Vol. 2210. Image Processing and Earth Remote Sensing. Information Technology and Nanotechnology 2018. 2018. P. 1-5.
2. Кудинов И.А., Никифоров М.Б., Холопов И.С. Camera and auxiliary sensor calibration for a multispectral panoramic vision system with a distributed aperture // Journal of Physics: Conference Series. Vol. 1368 2019. №1368. P. 1-11.
3. J. Li, J. Su, and X. Zeng. A solution method for image distortion correction model based on bilinear interpolation // Computer Optics, vol. 43, no. 1, pp. 99–104, 2019.

Секция 8. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ВЫЯВЛЕНИЕ ЛЕСОВ НА КОСМИЧЕСКИХ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ПОМОЩЬЮ ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ

В.А. Ушенкин, А.В. Соловьев

Научные руководители – Еремеев В.В.,

д-р техн. наук, профессор;

Пылькин А.Н.,

д-р техн. наук, профессор

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

Доклад посвящен проблеме мониторинга лесного покрова земной поверхности. Рассматривается возможность обнаружения участков земной поверхности слесным покровом на мультиполяризационных радиолокационных изображениях (РЛИ) с помощью классификации с обучением.

Производится выделение участков земной поверхности с наличием лесного покрова по признакам, вычисляемым из поляриметрических матриц ковариации и когерентности, и результатам поляриметрических декомпозиций Фримана-Дурдена и «Н/А/а» (Клода-Потье) [1–3]. Перечисляются 11 поляриметрических признаков, на основании которых возможен анализ участка радиолокационного снимка на предмет наличия лесного покрова.

Предлагается алгоритм вычисления вероятности наличия лесного покрова на фрагменте изображения путем сопоставления поляриметрических признаков этого фрагмента с математическим ожиданием и среднеквадратичным отклонением эталонных данных по каждому признаку, рассчитанных в ходе обучения, с применением правил нечеткой логики.

Приводятся примеры обнаружения высотной растительности на мультиполяризационном наборе РЛИ рассматриваемым способом. Выполняется сравнение полученных результатов с заранее известными данными из открытых источников о наличии лесного покрова. Исследование показало высокое качество выявления высотной растительности на мультиполяризационных радиолокационных изображениях. На данный момент основными недостатками исследуемого способа являются недостаточно низкая вероятность ложного определения пикселя изображения как леса и недостаточно высокая детальность получаемых карт лесного покрова. Целесообразны дальнейшие исследования, направленные на устранение упомянутых недостатков. Для снижения вероятности ложного определения можно рассмотреть возможность расширения списка анализируемых признаков, в частности, дополнив его текстурными признаками. Для повышения детальности карт лесного покрова можно рассмотреть возможность адаптивной фильтрации спекл-шума при расчете значений признаков.

Библиографический список

1. Егошкин Н.А., Еремеев В.В., Москвитин А.Э., Ушенкин В.А. Обработка информации от современных космических систем радиолокационного наблюдения Земли – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2019. – 320 с.
2. Современные технологии обработки данных дистанционного зондирования Земли / Под ред. В.В. Еремеева. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015. – 460 с.
3. Соловьев А.В., Ушенкин В.А. Анализ пригодности поляриметрических декомпозиций космических радиолокационных изображений для обнаружения высотной растительности // Сборник трудов IV Международного научно-технического форума: в 10 т. Том. 6. – Рязань: Book Jet, 2021. – С. 5-10.

**ОБНАРУЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ
С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА REGIONPROPOSALNETWORK**

К.А. Верхов

Научный руководитель – Тонкович И.Н.

канд. хим. наук, доцент

**Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники**

Обнаружение объектов – это компьютерная технология, которая относится к компьютерному зрению и цифровой обработке изображений. Ее задача – обнаружение на цифровом изображении или видео объектов определенного вида (живые существа, машины, здания). Для каждого вида объектов существует набор специфических особенностей, с помощью которых можно классифицировать объект. Эти же специфические особенности используются и для обнаружения объектов[1].

Задача распознавания объектов на изображении часто решается с помощью метода RegionProposalNetwork, основанным на глубоком обучении. Данный метод базируется на сверточных нейронных сетях, основной идеей которых является чередование сверточных и субдискретизирующих слоев, а также наличие операции свертки, в процессе которой на матрицу свертки поэлементно умножается каждый фрагмент изображения, суммируется и записывается в соответствующую позицию в выходном изображении[1].

RegionProposalNetwork состоит из классификатора и регрессора. Классификатор определяет вероятность присутствия искомого объекта в предложенном регионе. Регрессор уточняет координаты региона на изображении. Для генерации самих регионов используются якорные точки. Якорная точка – это любая точка, которая присутствует в карте признаков. Для каждой из этих точек RegionProposalNetwork создает несколько регионов разных размеров. В дальнейшем останутся только регионы, подходящие для расположенного там объекта.

Рассмотрим принцип работы данного метода. Вначале сверточная нейронная сеть обрабатывает изображение и выделяет из него карту

признаков, с помощью которой в дальнейшем будет происходить классификация объектов на изображении. Далее на основе карты признаков генерируются на изображении прямоугольные рамки (регионы), внутри которых предположительно находятся объекты. Затем еще одна сверточная нейронная сеть классифицирует с помощью карты признаков объекты внутри регионов.

Метод нашел широкое применение в системах управления беспилотными автомобилями по обнаружению пешеходов, системах охранного наблюдения и системах обнаружения лиц.

Библиографический список

1. Верхов, К.А. Методы обнаружения объектов на изображении / К. А. Верхов // Электронные системы и технологии: сборник материалов 57-й научной конференция аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», Минск, 19–23 апреля 2021 г. / редкол.: Д.В. Лихачевский [и др.]. – Минск: БГУИР, 2021. – С. 538-540.

АЛГОРИТМ ВИОЛЫ-ДЖОНСА В РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ПОИСКА ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ

К.А. Верхов

Научный руководитель – Тонкович И.Н.

канд. хим. наук, доцент

**Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники**

Обнаружение объектов на изображении является актуальной задачей в компьютерном зрении. Например, с развитием технологий умных городов, требуется наличие быстрых и эффективных систем для распознавания объектов, чтобы минимизировать требования к аппаратному обеспечению данных технологий, а также повысить точность результатов их работы[1].

Одним из алгоритмов обнаружения объекта на изображении является алгоритм Виолы-Джонса. Данный алгоритм основан на машинном обучении и использует признаки Хаара для обнаружения объектов. В работе алгоритма можно выделить следующие этапы:

- конвертация исходного изображения в черно-белое;
- разделение изображения на равные участки;
- поиск признаков внутри участков;
- построение интегрального изображения;
- обнаружение и классификация объекта.

Конвертация исходного изображения в черно-белое требуется для упрощения обработки данных.

Признаки, которые алгоритм ищет, похожи на признаки Хаара. Эти признаки представляют собой набор черно-белых прямоугольников, каждый из которых отображает определенную особенность искомого объекта.

Построение интегрального изображения необходимо для того, чтобы из всех найденных признаков выделить только необходимые для искомого объекта. Интегральное изображение представляет собой изображение, в котором каждый участок изображения является суммой всех участков выше и левее него. Это упрощает вычисления при поиске необходимых признаков.

Обучение алгоритма происходит на тренировочном наборе данных. В данный набор входят изображения как содержащие искомый объект, так и без него. Алгоритм устанавливает минимальное значение сходства, при котором можно утверждать, что на изображении присутствует искомый объект; а также учится различать искомые объекты от объектов со схожими признаками.

На текущий момент алгоритм теряет свою актуальность, нопродолжает успешно использоваться в системах обнаружения лиц на изображениях и видео.

Библиографический список

1. Верхов, К.А. Обнаружение объектов на изображении с использованием машинного обучения/ К.А. Верхов // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXV Юбилейной Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов; Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2020 – С. 226-227.

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА СЛОЖНООРГАНИЗОВАННОЙ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

О.К. Головнин

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

В условиях продолжающегося развития сложноорганизованных интеллектуальных транспортно-логистических систем гетерогенность и многочисленность используемых в них аппаратных и программных решений, выступающих источниками первичных данных при решении практических задач, определяет большой объем обрабатываемых данных, как правило, имеющих пространственную привязку и отображаемых с использованием геоинформационной системы [1].

В работе предложена многослойная геоинформационная модель транспортной инфраструктуры, позволяющая повысить эффективность обработки данных транспортно-логистической системы на основе распределения объектов и субъектов по слоям электронной карты исходя из состава решаемых задач и сложившейся дорожной обстановки. Предлагаемая модель обеспечит необходимый базис для реализации алгоритмов параллельных вычислений, характерных для анализа больших данных.

Проведено исследование возможностей разработанной геоинформационной модели по повышению эффективности

параллельных вычислений при обработке больших данных. Проведена разработка рекомендаций по способам распределения объектов и субъектов по слоям электронной карты исходя из состава решаемых задач и мощности вычислительной системы. Проведена экспериментальная апробация разработанной модели на открытых экспериментальных наборах данных и реальных данных о транспортной инфраструктуре и транспортных потоках Самарской области. Выполнена реализация программного обеспечения на основе предложенной геоинформационной модели для возможности применения результатов работы на практике в составе интеллектуальной транспортно-логистической системы [2].

Таким образом, реализация решения позволит повысить эффективность решения транспортно-перевозочных задач, зависящих от данных и управляемых данными, за счет использования геоинформационной модели, обеспечивающей применение больших данных с высоким коэффициентом полезного действия на различных уровнях транспортно-логистической системы посредством послойного распределения и уточнения.

Библиографический список

1. Дмитриев А.В. Управление транспортно-логистическими системами в условиях цифровизации // Известия СПбГЭУ. – 2020. – №2. – С. 163-170.
2. Головнин О.К. Инструментальные программные средства диспетчерского управления и мониторинга на основе геоинформационной модели с распределенным состоянием информационно-операционного пространства для интеллектуальной транспортно-логистической системы // Свид-во о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2021618137 от 24.05.2021.

ПОСТРОЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ПАСПОРТОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ МЕСТНОСТИ В СРЕДЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ITSGIS

Е.В. Чекина

Научный руководитель – Михеева Т.И.

д-р. техн. наук, профессор

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

В последние годы государственная политика Российской Федерации в области управления транспортными процессами направлена на развитие интеллектуальных транспортных систем, имеющих многоуровневую структуру и возможность создания графа улично-дорожной сети городской территории с ее технико-эксплуатационными параметрами и нагрузкой на сеть для последующего моделирования и прогнозирования. Одной из таких систем является интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS.

Построение электронных паспортов автомобильных дорог на основе цифровой модели местности либо топографической подоснове в среде

интеллектуальной транспортной геоинформационной системы ITSGIS позволяет разрабатывать на их основе проекты организации дорожного движения. Использование множества слоев позволяет занести в систему граф улично-дорожной сети (характеристики, загруженность, параметры участка), информацию о ДТП с семантической информацией о них. Выбор варианта проектирования при этом возможен на основе моделирования движения транспортных потоков по сети, строящееся в самой системе.

Множественная информация, содержащаяся в среде интеллектуальной транспортной геоинформационной системы, позволит осуществлять выработку управленческих решений в части организации дорожного движения, прогнозировать возможных проблем и выработку решений по их устранению с использованием технологий искусственного интеллекта, системного анализа, автоматическое формирование различных отчетов.

Библиографический список

1. Жанказиев, С. В. Интеллектуальные транспортные системы в обеспечении безопасности дорожного движения / С. В. Жанказиев // Актуальные проблемы деятельности по обеспечению безопасности дорожного движения (состояние, проблемы, пути совершенствования): материалы межведомственной научно-практической конференции. (Санкт-Петербург, 26 февр. 2019 г.). – Санкт-Петербург, 2019. – С. 124–128.
2. Солодкий, А.И. Развитие интеллектуальных транспортных систем в России: проблемы и пути их решения. Новый этап / А.И. Солодкий // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2020. – № 6. – С. 10–19.
3. Михеев, С.В. Цифровая визуализация сетевидного геопространственного зонирования и управления транспортной инфраструктурой / С.В. Михеев, Е.В. Чекина, Т.И. Михеева // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2020). Труды Международной научно-технической конференции. – 2020. – С. 262–267.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕГИСТРАЦИИ СЕЙСМОСИГНАЛА ЛАЗЕРНЫМ СЕЙСМОМЕНТОМ НА ВОЛНАХ С ОРТОГОНАЛЬНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ

П.А. Киселева

Научный руководитель – В. И. Воронов, доктор технических наук,
профессор

**Казанский национальный исследовательский технический
университет имени А.Н. Туполева-КАИ**

В работе выполнено моделирование канала приема и обработки сейсмических сигналов, регистрируемых сейсмометром, основу которого составляет лазер на волнах с ортогональной поляризацией [1].

Схема сейсмометра представлена на рис. 1.

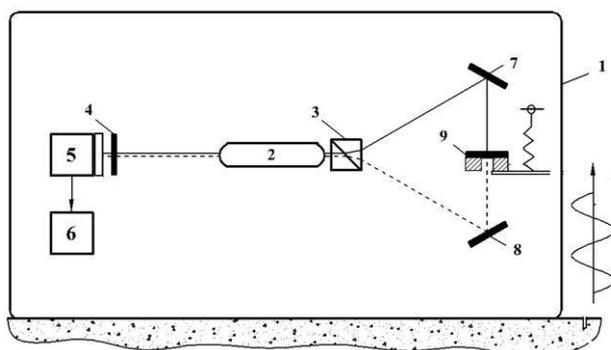


Рис. 1. Схема лазерного сейсмометра

Сейсмометр представляет собой двухрезонаторную лазерную систему. В первом резонаторе, образованном зеркалами 4, 7, 9 и двулучепреломляющей призмой 3, генерируется волна ТЕ-поляризации, а во втором (с зеркалами 4, 8, 9 и призмой 3) - волна ТМ-поляризации. Призма обеспечивает ортогональную поляризацию волн, показанных на рис.1 сплошной и пунктирной линиями. Компоненты схемы: 2 - активный элемент лазера, 5 - поляризатор, 6 - фотоприемник.

Перемещение плиты основания под действием сейсмического сигнала относительно инерционной массы с зеркалом 9 приводит к противофазному изменению длины резонаторов и, следовательно, к возникновению разности частот волн, фиксируемой фотоприемником и пропорциональной сейсмическому сигналу.

Результаты моделирования канала корреляционной обработки тестового сигнала типа "падение метеорита" в среде MATLAB показали высокую чувствительность сейсмометра и подтвердили возможность идентификации сейсмических сигналов в условиях значительных шумовых воздействий.

Библиографический список

1. Лазерный сейсмометр: пат. 2329524 Рос. Федерация : МПК G01V1/16, G01B11/16. / Воронов В.И., Бухаров Д.В.; патентообладатель ФГБОУ ВПО "Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева - КАИ. - № 2006104811.28; заявл. 16.02.2006; опубл. 20.09.2007.

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ СОВРЕМЕННЫХ ЛИТОСФЕРНЫХ ГЕОДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПЛАТФОРМЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Т.М. Невдах

Старший преподаватель кафедры математики и информационных технологий управления экономического факультета, к.т.н.

Научный руководитель - А.О. Фаддеев, д.т.н., доцент

Академия ФСИН России

Программный продукт GeoExpert v.1.0 выполнен в среде программирования BorlandDelphi 7.0. В алгоритмическом плане программный продукт GeoExpert v.1.0 использует в качестве алгоритма

вывода по желанию пользователя либо алгоритм Мамдани, либо алгоритм Сугено.

Интерфейс программы организован в виде опросно-кнопочной формы. После запуска программы на исполнение доступными для пользователя являются только две кнопки – «Ввод имён файлов» и «Выход». Для активации программы необходимо нажать на кнопку «Ввод имён файлов».

Входные файлы представляют собой наборы последовательностей соответствующих данных, могут быть подготовлены в любом текстовом редакторе и должны иметь расширение «.txt». Имена файлов могут состоять из букв латинского или русского алфавита, цифр, а также символа «_» («подчёркивание»). Другие символы программой игнорируются, длина имени файла не может превышать 59 символов. Входные файлы должны быть размещены на диске «D» в папке «GeoExpert\Data».

После ввода имён файлов активируется кнопка «Открыть» и производится чтение исходных данных.

В папку «D:\GeoExpert\Data» выполняется запись выходного результирующего файла, который имеет расширение «.grd» и соответственно структуру grid-файла, доступного для дальнейшего использования программным комплексом «SURFER» (рис. 1).

Рис. 1 - Работа с программой GeoExpert v.1.0.

После выполнения процедур чтения входных данных, выполнения расчётов и записи выходных данных программа информирует пользователя о завершении работы этих процедур посредством размещения в поле вывода на рабочем окне (ниже окон ввода координат границ территории) соответствующего информационного сообщения. На рис. 1 приведён пример работы с программой: показан ввод имён входных файлов, выбор алгоритма расчёта, самого расчёта, задания имени выходного файла и координат границ исследуемой территории, а

также завершения процедуры записи выходного результирующего файла (выведено информационное сообщение «Выходной файл записан...»).

АЛГОРИТМ БЫСТРОГО СОПОСТАВЛЕНИЯ SURF-ДЕСКРИПТОРОВ НА ОСНОВЕ МНОГОМЕРНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ

А.С. Рыжиков

Научный руководитель – А.Е. Кузнецов

д-р техн. наук, профессор

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

Контроль и уточнение геодезической привязки изображений маршрутов съемки от спутниковых систем выполняется путем идентификации на анализируемом и опорном изображениях одноименных объектов и измерения их координат. В настоящее время создано решение для автоматической идентификации одноименных точек на основе SURF-дескрипторов. Поскольку видеоданные маршрута съемки представляют собой массив данных большого объема (сотни гигабайт), то предъявляются высокие требования по быстродействию этого решения.

В докладе рассмотрены способы ускорения операции сопоставления SURF-дескрипторов на современной вычислительной технике, включающей многоядерный центральный процессор и графический сопроцессор (видеокарту).

Классический алгоритм сопоставления представляет собой полный перебор. На первом шаге для каждого характерного объекта анализируемого изображения формируется перечень кандидатов для сопоставления на опорном изображении так, что расстояние между кандидатом и характерным объектом не превышает максимально допустимую ошибку геодезической привязки (в метрах). На втором шаге выполняется расчет меры близости дескриптора каждого характерного объекта и дескриптора каждого кандидата (Евклидово расстояние в 64-мерном пространстве). Характерные объекты анализируемого и опорного изображения, расстояние между дескрипторами которых минимально, признаются одноименными.

Этот алгоритм характеризуется квадратичной сложностью, его «узким местом» является операция вычисления меры близости между парой дескрипторов (за счет ее массовости).

В докладе выполнен анализ альтернативного алгоритма. На первом шаге этого алгоритма производится кластеризация дескрипторов опорного изображения. Это вычислительно сложная операция, в связи с чем предлагается выполнять ее один раз на этапе подготовки опорных данных и использовать предварительно сохраненные результаты при уточнении геопривязки изображений. На втором шаге рассчитываются расстояния между дескриптором каждого характерного объекта и центроидом каждого кластера. На третьем шаге выполняется отбор тех дескрипторов ближайшего кластера, планарные координаты характерных объектов которых удовлетворяют ограничению на

максимально допустимую ошибку геодезической привязки. На четвертом шаге среди оставшихся дескрипторов выполняется поиск ближайшего с вычислением Евклидова расстояния между дескрипторами.

В докладе приведены результаты экспериментов, в процессе которых производилось сопоставление дескрипторов изображений с несколькими типами сюжетов (городская застройка, лес, горы, поля). Выявлено, что размер кластера в значительной степени зависит от сюжета. В большинстве случаев число операций вычисления расстояния между дескрипторами снизилось на 35-70% по сравнению с классическим алгоритмом, при этом количество верно сопоставленных дескрипторов уменьшилось на 15-45%.

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧЕСКОГО ФОРМИРОВАНИЯ АБРИСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВНЕШНЕЙ ИНФОРМАЦИИ

А.С. Рыжиков

Научный руководитель – А.Е. Кузнецов

д-р техн. наук, профессор

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

Современная тенденция развития средств наземной обработки данных ДЗЗ связана с созданием высокоскоростных потоковых технологий. Базовым элементом технологии автоматической обработки видеоданных высокого разрешения является этап контроля и уточнения геодезической привязки, который выполняется на основе координат одноименных объектов, найденных на опорном и анализируемом снимке. Для контроля и устранения грубых ошибок геодезической привязки (0.1 - 10 км) в Научном центре оперативного мониторинга Земли (НЦ ОМЗ, г. Москва) применяется глобальное опорное покрытие с разрешением 15 м. Для повышения точности привязки до 1 – 1.5 м необходимо привлечение абрисов (фрагментов опорных снимков высокого разрешения). В настоящее время в НЦ ОМЗ по детальным снимкам от КА «Ресурс-П» создается банк абрисов, при этом поиск КТ выполняется вручную операторами.

В докладе рассмотрен алгоритм автоматического наполнения банка абрисов.

Ключевым этапом этого алгоритма является детектирование на снимке контрольных точек – координат хорошо распознаваемых и локализуемых участков земной поверхности. Для детектирования контрольных точек используется вспомогательная база данных, сформированная по открытым данным OpenStreetMap. В эту БД занесены координаты перекрестков и иных характерных объектов дорожной сети, отстоящих на достаточном расстоянии от высоких строений, которые являются мешающим фактором из-за сложности идентификации на кадрах, снятых с большим отклонением от надира. На первом шаге алгоритма по координатам характерных объектов из БД формируется перечень кандидатов в контрольные точки. На втором шаге выполняется анализ окрестности каждого кандидата, включающий расчет СКО и усредненного значения автокорреляционной функции. На третьем шаге в

банк абрисов записываются координаты характерных объектов снимка, характеризующихся низким значением автокорреляционной функции и удаленные от уже хранящихся в банке координат.

Важным моментом является актуализация банка абрисов. Помимо добавления абрисов, формируемых по новым снимкам, предлагается вести статистику использования абрисов для уточнения привязки. На основе накопленной статистики целесообразно удалять абрисы, которые регулярно не удается идентифицировать или привлечение которых вносят значительную ошибку в результат геодезического ориентирования обрабатываемых снимков.

В докладе приведены результаты первых экспериментов, в процессе которых проверены основные свойства автоматически формируемых абрисов (устойчивость, уникальность и возможность идентификации с субпиксельной точностью) и быстродействие программной реализации предложенных алгоритмов.

АДАПТИВНОЕ СЖАТИЕ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

В.В. Назарцев, н.с. НИИ «Фотон»

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

Одним из приоритетных и важнейших направлений дистанционного зондирования Земли является применение гиперспектральной съемочной аппаратуры. Гиперспектральная съемка представляет собой метод сбора и обработки информации из различных участков электромагнитного спектра. Каждый объект имеет уникальную спектральную характеристику излучения, что позволяет однозначно идентифицировать материалы, составляющие его структуру. Как правило, данная характеристика отдельных объектов наблюдаемой сцены имеет плавный характер без резких перепадов и скачков. Поэтому было выдвинуто предположение, что сжатие гиперспектральных изображений на основе устранения спектральной избыточности дадут очень хорошие показатели.

На реальных снимках от серии спутников «Ресурс-П» была выполнена апробация методов сжатия гиперспектральных изображений в спектральном направлении. Рассматривались методы сжатия данных как с потерями (ДВП, ДКП и др.) так и без потерь (алгоритм Хаффмана, JBIG, Lossless JPEG и др.). Первая категории методов при несущественном выигрыше в степени компрессии данных вносили дополнительные искажения при восстановлении, что значительно ухудшало визуальные показатели качества.

При анализе результатов сжатия гиперспектральных изображений от отечественных спутников было замечено, что не во всех случаях сжатие на основе устранения спектральной избыточности давал наилучший результат. При съёмке однородных объектов, таких как пустыня, океан, заснеженных территорий или объектов со скачкообразной спектральной

кривой, сжатие гиперспектрального изображения в пространственном направлении давал более высокие показатели.

В результате был выдвинут принцип адаптивного сжатия гиперспектральной информации:

1. Всё изображение делится на тейлы в пространственном направлении ($64 \times 64 \times nCh$, $128 \times 128 \times nCh$, $256 \times 256 \times nCh$, где nCh – число спектральных каналов изображения).

2. Каждый тейл анализируется на степень однородности в пространственном и спектральном направлении.

3. По результатам п.2 тейл перестраивается в оптимальный для последующего сжатия вид (данные выстраиваются поканально, если оптимально сжимать в пространственном направлении, или в виде чередования каналов через пиксель, если оптимально сжимать в спектральном направлении) и ставится признак типа хранения данных в данном тейле.

4. Производится сжатие всего изображения.

Данный вид адаптивного сжатия гиперспектральных изображений показал высокие характеристики при съёмках любых типов подстилающей поверхности.

СРАВНЕНИЕ ФУНКЦИЙ РАЗДЕЛЕНИЯ ОБЛАСТЕЙ ПРИ КЛАСТЕРИЗАЦИИ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ СНИМКОВ

С.М. Ларионов

Научный руководитель – В.В. Еремеев

д-р техн. наук, профессор

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

Одной из передовых технологий дистанционного зондирования Земли является гиперспектральная съёмка [1]. При гиперспектральной съёмке рабочий диапазон частот разбивается на десятки (или даже сотни) узких перекрывающихся спектральных каналов, в которых регистрируется отраженное от объектов подстилающей поверхности электромагнитное излучение. Такие подробные спектральные данные повышают точность анализа наблюдаемой сцены по сравнению с классическими многозональными изображениями. При анализе аэрокосмических снимков встает задача разделения объектов, присутствующих на изображении, на группы – задача кластеризации. В результате кластеризации каждой точке изображения присваивается метка группы объектов (кластера).

Существуют различные подходы к кластеризации изображений: алгоритм k-средних [2], метод нечетких c-средних [3], метод ISODATA [4], метод DBSCAN [5], метод OPTICS [6], метод CURE [7]. Методы кластеризации требуют настройки параметров, исходя из априорных данных о классах объектов на изображении. Такие данные чаще всего отсутствуют. Перспективным подходом к кластеризации является метод

GWENN [8], суть которого заключается в определении метки точки, исходя из меток её ближайших соседей в многомерном пространстве признаков и исходя из того, насколько плотно ближайшие соседи окружены другими точками в многомерном пространстве признаков. Главной проблемой метода GWENN является выбор числа k ближайших соседей, непосредственно влияющего на качество кластеризации и вычислительные затраты. В [9] предлагается двухэтапная реализация метода GWENN, за счет чего снижаются требуемые вычислительные затраты и повышается точность выделения групп объектов, занимающих малую площадь снимка. Двухэтапная реализации GWENN не требует предварительной информации о классах объектов на изображении. На первом этапе число k задается априорно, на втором – в результате оптимизации функции разделения областей в многомерном пространстве признаков.

В докладе сравниваются следующие функции разделения областей при кластеризации аэрокосмических гиперспектральных снимков: функция Данна [10], функция Дэвиса-Болдуина [11], функция Калински-Харабаса [12], СОР-функция [13] и Score-функция [14]. Функции оценены с точки зрения вычислительных затрат и точности и надежности кластеризации. В докладе представлены результаты сравнения функций и даны рекомендации по использованию той или иной функции в зависимости от требований в части вычислительных затрат и точности и надежности кластеризации.

Библиографический список

1. Ghamisi, P. Advances in Hyperspectral Image and Signal Processing: A Comprehensive Overview of the State of the Art/ P.Ghamisi, N.Yokoya, J.Li, W.Liao, S.Liu, J.Plaza, B.Rasti, A.Plaza // IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine. – Vol. 5. – Iss. 4. – P. 37–78.
2. Arthur, D. How slow is the k-means method? / D. Arthur, S. Vassilvitskii // Proceedings of the 2006 Symposium on Computational Geometry. – 2006. – P. 144–153.
3. Fuzzy c-means algorithm for segmentation of aerial photography data obtained using unmanned aerial vehicle / M.V. Akinin, N.V. Akinina, A.Y. Klochkov, M.B. Nikiforov, A.V. Sokolova // International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. – 2015. – Vol. XL-5/W6. – P. 113–115.
4. Ball, G.H. Isodata: a method of data analysis and pattern classification / G.H. Ball, D. J. Hall // Stanford Research Institute. – 1965. – 70 pp.
5. DBSCAN revisited, revisited: why and how you should (still) use DBSCAN / E. Schubert, J. Sander, M. Ester, H.P. Kriegel, X. Xu // ACM transactions on database systems. – 2017. – Vol. 42 № 3 – P. 1–21.
6. OPTICS: ordering points to identify the clustering structure / M. Ankerst, M. M. Breunig, H.-P. Kriegel, J. Sander // Proc. 1999 ACM SIGMOD Intern. Conf. on Management of data. – 1999. – P. 49–60.

7. Guha, S. Cure : An efficient clustering algorithm for large databases / S. Guha, R. Rastogi, and K. Shim // SIGMOD Conference, Laura M. Haas and Ashutosh Tiwary, Eds., ACM Press – 1998. – P. 73- 84.
8. Cariou, C. A new k-nearest neighbor density-based clustering method and its application to hyperspectral images / C. Cariou, K. Chehdi // International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS). –2016. – P. 6161 - 6164.
9. Ларионов, С. М., Кластеризация гиперспектральных спутниковых снимков земной поверхности на основе метода плотности ближайших соседей // С.М. Ларионов, А.А. Макаренко / Цифровая обработка сигналов. – № 3. – 2020. – с. 15-20.
10. Dunn, J.C. Well separated clusters and optimal fuzzy-partitions / J.C. Dunn // Journal of Cybernetics. –1974. – Vol. 4. – Iss. 1. – P. 95 – 104.
11. Davies, D.L. A cluster separation measure / D.L. Davies, D.W. Bouldin // IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence. – 1979. – № 2 –P. 224–227.
12. Calinski, T.A dendrite method for cluster analysis. / T. Calinski, J. Harabasz // Communications in Statistics-theory and Methods. – 1974. – Vol. 3. – № 1. – P. 1–27.
13. SEP/COP: An efficient method to find the best partition in hierarchical clustering based on a new cluster validity index / I. Gurrutxaga [et al] // Pattern Recognition. – 2010. – Vol. 43, – № 10. – P. 3364–3373.
14. Saitta, S. A bounded index for cluster validity / S. Saitta, B. Raphael, I.F. Smith // International Workshop on Machine Learning and Data Mining in Pattern Recognition. – 2007. –P. 174–187.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕКТОРНЫХ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ В ОНЛАЙН ГИС-СИСТЕМАХ

А.М. Кочергин, С.А. Ларюков

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

Одной из основных функций современных онлайн ГИС-систем является визуализация многослойной картографической подложки. Её отображение в браузере пользователя осуществляется в картографической проекции WebMercator и построено на базе тайловой архитектуры, суть которой заключается в том, что поверхность Земли условно разбивается на равновеликие квадратные области (тайлы), формирующие тайловую сетку при различных уровнях масштаба. При визуализации картографической подложки браузер пользователя запрашивает у сервера ГИС-системы тайлы в определённом формате, которые согласно тайловой сетке и масштабу должны быть отображены на экране. В настоящей работе предлагаются технические решения, позволяющие существенно уменьшить потребляемый онлайн ГИС-системой интернет-трафик и значительно повысить скорость визуализации картографической подложки.

Существует два формата представления тайлов — растровый и векторный.

Растровые тайлы картографической основы представляют собой изображения в одном из растровых форматов (например, PNG). Основным преимуществом растровых тайлов является их отображение в браузере пользователя без дополнительных преобразований.

Векторные тайлы содержат векторное представление данных для отображения — геометрию объекта и его атрибуты[1]. Проведённый анализ показал, что использование векторных тайлов даёт ряд преимуществ.

1) Растеризация векторных тайлов осуществляется в браузере, что позволяет изменять стиль отображения картографических данных без повторной генерации тайлов.

2) Векторные тайлы занимают объём в 552 раза меньше чем растровые тайлы. Объём векторных тайлов составляет 4577 Гб.

3) При использовании многослойной картографической основы на один отображаемый тайл в случае с растровым представлением необходимо сгенерировать несколько тайлов, соответствующих каждому слою, в то время как векторный тайл содержит в себе информацию обо всех слоях. В связи с этим скорость генерации векторных тайлов в несколько раз выше скорости генерации растровых тайлов.

Таким образом, использование векторных картографических данных позволяет уменьшить нагрузку на сервер ГИС-системы за счёт растеризации картографической основы на стороне клиента, уменьшить потребляемый системой интернет-трафик и существенно повысить скорость визуализации.

В докладе более подробно представлена информация о сравнении растровых и векторных форматов тайлов, их преимущества, недостатки и особенности использования в онлайн ГИС-системе.

Библиографический список

1. Vectortilestutorial [Электронный ресурс] URL: <https://docs.geoserver.org/latest/en/user/extensions/vectortiles/tutorial.html>.

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА СОЗДАНИЯ И ОТОБРАЖЕНИЯ МОЗАИЧНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

М.М. Егин, О.А. Пресняков

Научный руководитель – А.Е. Кузнецов

д-р техн. наук, профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В докладе рассмотрены особенности программной реализации библиотеки построения мозаичных ортопланов по спутниковым изображениям Земли высокого пространственного разрешения. Библиотека позволяет объединять в плоскости единого кадра панхроматические и цветные изображения, представленные в одной системе координат картографической проекции. При этом предоставляются возможности визуализации в режиме «шторка»,

создания визуально незаметной линии стыка изображений, управления прозрачностью наложенных друг на друга снимков.

Для реализации перечисленных режимов визуализации мозаика представляется в виде виртуального изображения, которое не создается сразу целиком в памяти, а формируется фрагментами (тайлами), запрашиваемыми для вывода на экран, обработки или при сохранении.

При визуализации мозаичного изображения ядром программного комплекса осуществляется запрос тайла мозаики с заданным коэффициентом прореживания, соответствующим знаменателю масштаба. С увеличением коэффициента прореживания возникает необходимость чтения фрагментов исходных изображений, значительно превышающих размер запрашиваемого тайла. Для достижения быстродействия формирования тайла при визуализации в темпе просмотра используется пирамидальное представление исходных изображений.

Реализована возможность вызова функции заполнения тайла библиотеки из разных потоков вызывающей программы. Минимизировано число выделений памяти под вспомогательные структуры данных при помощи пула ресурсов. При создании мозаичного изображения выделяется переиспользуемая в ходе работы область памяти под «защитой» мьютекса.

В докладе приводится структура разработанной библиотеки в виде диаграмм классов и активности в нотации UML. Классы библиотеки разработаны с использованием принципов объектно-ориентированного программирования. На диаграммах отображены: созданные для разграничения данных и пользовательского интерфейса классы модели и представления проекта мозаичного изображения; классы разделяемых между потоками ресурсов; классы межпрограммного хранилища проектов мозаичного изображения; иерархия классов координатного соответствия.

Библиотека реализована на языке C++11 для операционной системы Astra Linux с использованием библиотек Qt 5.11 и OpenCV 2.4. Скорость заполнения двухбайтного тайла размером 256x256 на процессоре E5-2687WV4 составляет не менее 53.4 Мбайт/с. При задействовании 2 потоков каждого из 24 логических ядер процессора скорость заполнения 48 тайлов составляет 460 Мбайт/с. Разработанный программный компонент функционирует в составе комплекса обработки данных ДЗЗ для визуальной оценки результатов получения выходных продуктов.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ФИЛЬТРАЦИИ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ МЕСТНОСТИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА

Н. А. Райков

Научный руководитель – Кузнецов А. Е.

д-р техн. наук, профессор

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

Одними из основных продуктов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) являются ортопланы и трёхмерные (цифровые) модели снимаемой поверхности. Трёхмерные модели представляют собой данные о высотах

объектов и высотах рельефа этой поверхности и подразделяются на два основных вида:

1) Цифровая модель местности (ЦММ) – содержит высоты всех объектов и рельефа.

2) Цифровая модель рельефа (ЦМР) – содержит только высоты рельефа.

Ортопланом является изображение снимаемой поверхности, трансформированное в картографическую проекцию с использованием ЦМР/ЦММ.

ЦММ, полученная в результате обработки стереоизображений, имеет искажения, обусловленные условиями съёмки (из-за наличия областей, которые одновременно не наблюдается на каждом их стереоснимков). Поэтому ортоплан, получаемый с использованием такой ЦММ, имеет визуальные искажения [1] и малопригоден для практического применения.

Устранение данных искажений при автоматической обработке продуктов ДЗЗ является нетривиальной задачей, которая может быть решена двумя путями:

1) Обнаружение областей неопределённости на ЦММ и ортоплане и коррекция этих областей [2] – полученный таким образом ортоплан называется «истинным» ортопланом (TrueOrtho-photo).

2) Преобразование ЦММ в ЦМР и получение ортоплана с использованием этой ЦМР.

В докладе представлено описание основных существующих в настоящий момент алгоритмов преобразования ЦММ в ЦМР. Алгоритмы основаны в большинстве своём на 3-х основных подходах [3]:

1) Морфологический подход – основан на фильтрации ЦММ с помощью фильтра минимума или медианного фильтра и их модификаций.

2) Геодезическая дилатация – подход основан на расширении «разностной» ЦММ: из высот ЦММ вычитается смещение, получаемое на основе максимальной высоты фильтруемого объекта, и полученная «разностная» ЦММ расширяется вдоль горизонтальной плоскости до пересечения с исходной ЦММ.

3) Обнаружение резких краёв – подход основан на определении низких областей вокруг участков с резкими перепадами высот. Резкие перепады определяются путём вычисления разности между ЦММ, отфильтрованной усредняющими фильтрами разных размеров. Интерполяция замаскированных областей выполняется за счёт выявленных низких областей.

В докладе оцениваются достоинства и недостатки алгоритмов применительно к реальным данным ЦММ и определяется возможность их использования в процедуре автоматической обработки данных стереосъёмки.

Библиографический список

1. Кузнецов А.Е., Пошехонов В.И., Райков Н.А. Сквозная технология картографирования земной поверхности по данным стереосъёмки. //

Сборник трудов IV международного научно-технического форума «Современные технологии в науке и образовании», СНО-2021. Рязань, 2021. – Том 6, с. 54-59.

2. Bang K., Habib A., Shin S., Kim K. Comparative Analysis of Alternative Methodologies for True Ortho-photo Generation from High Resolution Satellite Imagery. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/228829226_Comparative_Analysis_of_Alternative_Methodologies_for_True_Ortho-photo_Generation_from_High_Resolution_Satellite_Imagery/link/00b7d52cb4b8b82223000000/download.

3. Krauss T., Arefi H., Reinartz P. Evaluation of selected methods for extracting digital terrain models from satellite born digital surface models in urban areas. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/profile/Thomas-Krauss/publication/225023443_Evaluation_of_selected_methods_for_extracting_digital_terrainmodels_from_satellite_born_digital_surface_models_in_urban_areas/links/0fcfd50cebc9081157000000/Evaluation-of-selected-methods-for-extracting-digital-terrain-models-from-satellite-born-digital-surface-models-in-urban-areas.pdf.

АНАЛИЗ ПОДХОДОВ ПО ОРГАНИЗАЦИИ БОРТОВОЙ ОБРАБОТКИ ВИДЕОДАННЫХ ДЗЗ С ПРИВЛЕЧЕНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ПРОЦЕССОРОВ

А.А. Макаренко

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

В последнее время большое распространение в области обработки изображений и, в частности, спутниковых снимков Земли получили алгоритмы, основанные на применении подходов теории искусственного интеллекта. Эти подходы характеризуются, как правило, с одной стороны высокой вычислительной сложностью, с другой, достаточно легко распараллеливаются. Этот факт привел к появлению целого спектра специализированных процессоров. В частности широкое применение получили подходы нейросетевой обработки изображений, что способствовало развитию специализированных нейропроцессоров. В последние годы нейропроцессоры широко применяются, например, в бытовой технике (в основном в смартфонах) в задачах обработки изображений в реальном времени. В связи с этим очевидным видится применение нейропроцессоров для бортовой обработки целевой информации на спутниках ДЗЗ.

Обработка данных непосредственно на борту КА позволяет повысить оперативность принятия решений (возможна передача уже обработанной информации на маломощные терминалы потребителей), уменьшить требования к пропускному каналу связи наземных станций с КА (поскольку, например, карта классов объектов имеет на порядок меньший размер по сравнению с исходными снимками) и др.

Применение нейросетевых технологий для обработки видеоданных на борту КА накладывает ряд ограничений:

1. Помимо непосредственно целевой обработки на борту необходимо проведение предварительной коррекции видеоданных (формирование изображения из пакетов целевой аппаратуры, геометрическая и радиометрическая нормализация и др.).

2. Большой объем обрабатываемой информации накладывает высокие требования на вычислительную мощность бортового оборудования. Полное выполнение этих требований с учетом работы аппаратов в условиях космоса (с ограничениями на радиационную устойчивость и энергетическое потребление) на настоящий момент невозможно, поэтому необходима адаптация алгоритмов, применяемых в ходе наземной обработки, в части упрощения их вычислительной сложности.

В докладе приводится анализ подходов по организации бортовой обработки видеоданных ДЗЗ с привлечением нейросетевых процессоров.

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ КАЛИБРОВКИ ВИДЕОДАТЧИКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

В.А. Зенин

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

При полетной относительной радиометрической калибровке видеодатчиков высокого разрешения в первую очередь решается задача поиска эталонного опорного сигнала. Один из подходов, часто применяемый на практике, предполагает в качестве опорной информации использование естественных наземных полигонов квазиоднородных по яркости. Таковыми являются песчаные и снежные пустыни, водные объекты, лесные массивы.

Периодичность выполнения калибровки определяется на этапе летных испытаний. Дополнительно выполняется периодический контроль адекватности калибровочных коэффициентов.

На этапе планирования съемки могут быть заданы многие параметры (яркостной диапазон, средняя освещенность местности). Затем выполняется финальный отбор исходных данных для калибровки, в котором участвует оператор. При этом происходит отбраковка фрагментов, содержащих отличающиеся по яркости области, облачность, объекты хозяйственной деятельности человека. Вычисленные коэффициенты проходят проверку также с участием оператора.

В результате наблюдается зависимость результата калибровки от квалификации и внимательности человека. Визуальный анализ изображений не позволяет проводить его достаточно оперативно.

Применение технологий искусственного интеллекта для выделения однородных по яркости фрагментов изображений позволит ускорить процесс относительной радиометрической калибровки и даже проводить ее в полностью автоматическом режиме. Благодаря более точной отбраковке появляется возможность уменьшения объема исходных данных необходимых для калибровки.

Для обучения нейронной сети необходимо провести подготовку обучающей выборки по данным от датчика с близким разрешением. На изображениях нужно тщательно выделить все непригодные для калибровки фрагменты. Одна обучающая выборка может использоваться для обучения нескольких нейронных сетей.

В перспективе возможно создание технологии бортовой автоматической относительной радиометрической калибровки.

В докладе представлено сравнение существующих методов калибровки и перспективы, которые открываются с использованием нового подхода.

ВЫДЕЛЕНИЕ ОДНОРОДНЫХ ОБЛАСТЕЙ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ ОТ КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЯ ЗЕМЛИ

В.А. Еремеев

Научный руководитель – Макаренков А.А.

к.т.н., с.н.с. НИИ «Фотон»

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина

Автоматическое выделение на спутниковых изображениях однородных областей позволяет автоматизировать важную задачу относительной радиометрической калибровки, исключить однородные участки из процесса идентификации одноименных точек в задаче геометрической калибровки и т.д. В докладе рассматривается алгоритм обнаружения однородных областей, с использованием текстурных признаков изображения и сверточной нейронной сети.

На данный момент сверточные нейронные сети являются одним из наиболее эффективных подходов к решению задачи обнаружения областей интереса на изображениях. Для решения поставленной задачи выбрана архитектура сверточной нейронной сети U-Net [1]. Сеть U-Net показала хорошие результаты в автоматической сегментации спутниковых изображений при небольшом количестве обучающих данных [2].

Для обучения сети был сформирован набор данных, основанный на фрагментах земной поверхности, полученных с помощью геоинформационной системы GoogleEarth. При маркировке фрагментов пикселям назначалась одна из двух меток: однородный или неоднородный. Для увеличения объема обучающего набора проведена аугментация данных, подразумевающая повороты и зашумление. Полученные изображения были нарезаны на фрагменты размером 256x256 пикселей. В результате проведенных операций был получен набор данных, состоящий из 684 фрагментов.

Входными данными для обучения сети U-Net являлись текстурные признаки, извлеченные из сформированных фрагментов. В качестве признаков использовались текстурные признаки Харалика [3]. Для

извлечения текстурных признаков Харалика вычисляется матрица смежности уровней серого (GLCM – Gray-Level Co-Occurrence Matrix). Матрица смежности уровней серого – это двумерная матрица, каждый элемент которой означает частоту появления пары пикселей, разделенных расстоянием и углом. Элемент матрицы GLCM с координатами (i, j) вычисляется как:

$$GLCM_{\Delta y, \Delta x}(i, j) = \sum_{y=1}^{N-\Delta y} \sum_{x=1}^{M-\Delta x} \begin{cases} 1, \text{ если } I(y, x) = i \text{ и } I(y + \Delta y, x + \Delta x) = j \\ 0, \text{ иначе} \end{cases} \quad (1)$$

где $I(y, x)$ – яркость пикселя с координатами (y, x) , M и N – размеры изображения, $[\Delta y, \Delta x]$ – параметры сдвига, которые равняются: $[0, 1; -1, 1; -1, 0; -1, -1]$ для углов $[0, 45, 90, 135]$ соответственно. С помощью GLCM вычисляются следующие текстурные признаки: «Cluster Tendency», «Contrast», «Correlation», «Dissimilarity», «Entropy», «Homogeneity», «Inverse Difference Moment», «Maximum Probability», «Uniformity of Energy». Для каждого угла признаки вычисляются отдельно. Для сегментации использовалось среднее значение признака по всем углам.

В докладе приведены результаты экспериментальных исследований предлагаемого подхода и произведена оценка качества автоматического выделения однородных областей.

Библиографический список

1. Ronneberger O., Fischer P., Brox T. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation. Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention (MICCAI), Springer, LNCS, vol. 9351, 2015. pp. 234-241.
2. Соловьев Р., Тельпухов Д., Кустов А. Автоматическая сегментация спутниковых снимков на базе модифицированной сверточной нейронной сети UNET // Инженерный вестник Дона. 2017. Т. 47. № 4.
3. Haralick, R. M., Shanmugam, K. & Dinstein, I. Textural Features for Image Classification. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics 3, 610–621, (1973).

СОВМЕЩЕНИЕ ВИДЕОДАНЫХ ОТ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ ГЛОБАЛЬНОГО НАБЛЮДЕНИЯ

А.А. Воронин

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

Российская Федерация последовательно формирует национальную систему глобального космического наблюдения гидрометеорологического назначения. В 2011, 2015 и 2019 запущены геостационарные КА «Электро-Л» №1-3. В 2021 году запущен КА на высокоэллиптической орбите «Арктика-М» №1. В ближайшие годы планируется расширение группировки спутников глобального наблюдения за счет запусков КА «Электро-Л» №4-5 и «Арктика-М» №2-5.

Космические аппараты на геостационарной орбите имеют характерную особенность - им недоступна съемка приполярных областей. Космические аппараты на высокоэллиптической орбите способны снимать полярную область. В связи с этим актуальной является задача по комплексированию видеоданных от совокупности разноорбитальных КА для наиболее полного покрытия поверхности земного шара и повышения качества разнообразных тематических продуктов.

Важным обстоятельством так же является следующее: если последовательность снимков от геостационарного КА отображает одну и ту же часть земной поверхности в одном и том же масштабе, то съемка на высокоэллиптической орбите ведется в условиях постоянного изменения высоты, и последовательность изображений, полученных на разных участках орбиты, имеет разный масштаб.

В докладе рассмотрен подход для решения задачи комплексирования данных от разноорбитальных КА, основанный на совмещении данных в растровом пространстве с геопривязкой в одной из известных картографических проекций позволяющих отображать глобальные участки поверхности Земли (проекция Меркатора, стереографическая или 3D-модель). Рассмотрена программная технология, реализующая данный подход.

СРАВНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ОБНАРУЖЕНИЯ ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ В ВИДЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ В УСЛОВИЯХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

Е. С. Кожина

Научный руководитель – Бабаян П.В., канд. техн. наук, доцент
**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В. Ф. Уткина**

Беспилотная авиация – одна из самых быстроразвивающихся технических областей. Это объясняется, с одной стороны, широкой востребованностью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в различных сферах гражданского и военного применения, а, с другой, – заметным прогрессом в разработке авионики. Особый интерес представляет проблема создания систем обнаружения и сопровождения объектов, работающих в реальном масштабе времени. Разработка таких

систем может быть полезна для решения таких задач, как поиск и контроль наземного и воздушного движения. В данной работе предполагается использовать такие системы для решения задач локализации и слежения за наземными и надводными динамическими объектами. Примерами таких объектов служат: грузовые и легковые автомобили, пешеходы, суда.

Данную задачу требуется решать в присутствии сложного, изменяющегося с течением времени фона, т.к. формируемое изображение подвержено действию аффинных геометрических преобразований вследствие перемещения датчика изображения в пространстве.

Целью данной работы является разработка программного обеспечения (ПО), которое обеспечивало бы повышение быстродействия и функциональных возможностей методов локализации и слежения за объектами. Практическая значимость заключается в применении такого ПО для задач обнаружения, к примеру, нарушителей ПДД или слежения за правонарушителями, которые скрываются от сотрудников правопорядка на автомобиле и др.

Для решения задачи локализации и слежения за объектами необходимо предварительно оценить параметры геометрических преобразований и компенсировать движение фона. В данной работе планируется сравнить разные подходы для оценки параметров геометрических преобразований в зависимости от типа фона. Планируется рассмотреть возможность комбинирования нескольких подходов.

Существуют подходы, оценивающие геометрические преобразования во всем кадре и в каждой точке изображения. Первая группа методов менее чувствительна к шуму, однако не позволяет оценить локальные смещения областей, относящихся к фону. Другая группа чувствительна к шуму и помехам, но позволяет оценить межкадровые смещения большого числа пикселей изображения. Комбинирование данных подходов может увеличить эффективность решения задачи локализации и слежения за объектами. К первой группе можно отнести алгоритм на основе преобразования Фурье [1] и др., ко второй – методы на основе оценки оптического потока [2], на основе особых точек [3] и др. Экспериментальные исследования планируется производить как на натуральных, так и на синтезированных изображениях.

В данной статье было рассмотрено 2 подхода для оценки параметров геометрических преобразований в зависимости от типа фона: метод на основе оценки оптического потока и метод на основе метода особых точек. Данные подходы имеют в целом достаточно высокую точность для решения задачи локализации и слежения за объектами по сравнению с классическими алгоритмами и могут быть использованы для оценки параметров движения сцены конкретно для данной задачи, но каждый метод имеет свои недостатки, метод на основе оптического потока является очень чувствительным к шуму, он будет плохо работать на видеопоследовательности, которая сильно зашумлена, опять же если говорить о высокой точности, то за нее придется платить скоростью работы. Если рассматривать приоритетным использование и внедрение

методов на основе особых точек, то и здесь все не так просто, они работают быстрее методов на основе оценки оптического потока и являются одними из самых устойчивых к искажениям, но их недостатком является высокая вычислительная сложность, именно поэтому становится актуальной задача комбинирования данных методов. Попытки использования данных алгоритмов вместе могут привести к получению наилучшего результата для решения задачи локализации и слежения за объектами в видеоинформационной системе в условиях геометрических преобразований.

Библиографический список

1. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Балашов О.Е., Бохан К.А., Катаев А.А., Стротов В.В. Методы и алгоритмы обнаружения, распознавания и сопровождения объектов в бортовых видеоинформационных системах //Ин-формационно-телекоммуникационные технологии. Тез. докл. всеросс. науч.-техн. дистанционной конф. – Москва, 2003. – С. 14.
2. Пастушков А.В., Калайда В.Т. Методы и алгоритмы поиска объекта на видеопотоке. - Томск: Национальный исследовательский Томский государственный университет, 2013. – с.135.
3. Бубенчиков М.А. Сравнительный анализ методов нахождения особых точек на изображении. - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет, 2016. – с. 51.

**МОДЕЛИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ
ВЫЯВЛЕНИЯ МОШЕННИЧЕСКИХ ТРАНЗАКЦИЙ**

А. С. Танцев

Научный руководитель – Цуканова Н. И.

к.т.н., доцент

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

В настоящее время банковская сфера стала одной из наиболее важных сфер применения интеллектуального анализа данных. Актуальность решения банковских задач объясняется постоянным ростом числа мошеннических случаев с банковскими картами, ростом количества украденных с электронных счетов денег и прогнозами дальнейшего повышения количества таких случаев [1].

Для обнаружения факта мошенничества платёжные системы и банки используют системы фрод-мониторинга, анализирующие транзакции клиентов и принимающие дальнейшие действия на основании своего вывода по каждой из транзакций. В основе таких систем могут находиться модели, построенные с использованием алгоритмов машинного обучения, выполняющих задачу классификации [2].

Задача обнаружения факта мошенничества с банковскими картами имеет следующие особенности:

1. Сильная несбалансированность классов, то есть преобладание легальных транзакций над мошенническими.
2. Высокая размерность множества объектов. Число признаков может превышать 400.
3. Необходимость быстрого принятия решения по транзакции, чтобы избежать задержек при выполнении операции.

4. Необходимость работы с данными разной природы и необходимость их агрегирования.

Для выявления мошеннических транзакций могут использоваться следующие модели: логистическая регрессия, наивный байесовский алгоритм, изолирующий лес.

Логистическая регрессия – это регрессионный анализ, который следует проводить, когда зависимая переменная дихотомична (бинарна).

Логистическая регрессия используется для описания данных и объяснения связи между одной зависимой двоичной переменной и одной или несколькими номинальными, порядковыми, интервальными независимыми переменными.

Наивный байесовский алгоритм использует для классификации правило условной вероятности Байеса. Этот метод заключается в нахождении класса для нового образца данных, который максимизирует его вероятность при заданных значениях переменных.

Суть же алгоритма изолирующего леса состоит в том, что отклонение можно изолировать с помощью меньшего количества случайных разделений по сравнению с образцом обычного класса, поскольку отклонения встречаются реже и не укладываются в статистику набора данных.

Алгоритм изолирующего леса случайным образом выбирает признак, а затем случайным образом выбирает значение из диапазона этого признака в качестве разделителя (splitvalue). С помощью рекурсивного применения этой процедуры разделения генерируется дерево. Глубину дерева определяет количество необходимых случайных разделений (уровень изоляции) для изолирования образца. Уровень изоляции (его называют средней длиной), усреднённый по лесу таких случайных деревьев, является мерой нормальности и функцией принятия решений для обнаружения отклонений. Случайное партиционирование делает деревья для отклонений существенно короче, а для нормальных образцов — длиннее. Следовательно, если лес случайных деревьев для определённого образца генерирует более короткие пути, то это наверняка отклонение.

Рассмотренные модели были реализованы в виде программ на языке Python с использованием библиотеки sklearn:

```
fromsklearn.linear_modelimportLogisticRegression,
fromsklearn.naive_bayesimportGaussianNB,
fromsklearn.ensembleimportIsolationForest.
```

Модели были обучены на выборке, предоставленной сообществом Kaggle. Эта выборка содержит 284 807 транзакций с банковскими картами, выполненными европейцами в сентябре 2013-го. Для каждой транзакции представлено: 28 главных компонент, извлечённых из исходных данных; сколько времени прошло с момента первой транзакции в наборе данных; количество денег.

В итоге было проверено качество моделей для решения задачи обнаружения мошеннических транзакций на тестовой выборке. В качестве показателя эффективности выбрана точность (accuracy).

Результаты:

- Логистическая регрессия — 99,88%.

- Наивный байесовский алгоритм — 97,93%.
- Алгоритм изолирующего леса — 99,77%.

Таким образом, из всех построенных моделей логистическая регрессия и изолирующий лес показали лучшие показатели эффективности.

В дальнейшем в работе предполагается улучшить показатели эффективности при помощи объединения в ансамбль нескольких моделей.

Библиографический список

1. Танцев А.С. Применение нейросетевых технологий для решения задач банковской сферы // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXV Юбилейной Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2020. – С. 41-42.
2. Танцев А. С. Выявление мошеннических операций с кредитными картами с помощью нейросетевых технологий // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2021: сб. тр. IV междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. Т.4./ под общ. ред. О.В.Миловзорова. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2021. С. 53-56.

Секция 9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА ЭЛЕКТРОДАХ ПРИ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКЕ

Р. Н. Дятлов, Е. К. Буханова

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

В работе рассматривается математическая модель физических процессов на поверхности электродов при электроэрозионной обработке.

Следствием воздействия импульсного разряда на поверхность электрода является возникновение нестационарного и резко неоднородного по координате температурного поля. Этот эффект приводит в части слоёв электрода, примыкающих к возникшему под действием разряда источнику тепла к частичному испарению и плавлению малой порции металла в пределах зоны, где $t = t_{и}$ – время импульса разряда. За пределами этой зоны металл остаётся в твёрдой фазе и в силу резкой неравномерности (по координатам) температурного поля испытывает значительные напряжения, связанные с неравномерным нагревом материала электродов. Как показывают оценки [1] при имеющих место в этом случае градиентах и температур значения термических напряжений могут превосходить предел текучести и прочности материала. Таким образом, к границе единичной лунки примыкает область, в которой возможны разрывы плотности (трещины) и пластическая деформация в тех зонах, где напряжения меньше предела текучести, будет наблюдаться упругая деформация.

Для описания наблюдающегося явления с учётом пластических деформаций необходимо использовать нелинейную систему уравнений, что в ряде случаев не целесообразно из-за сложности решения.

Интерес представляет оценка глубины слоя, в котором возможно возникновение термических напряжений и используя линейные приближения, получить определённые важные для практики результаты.

В связи с этим для получения расчётных формул используется задача о термоупругих радиальном σ_{rr} и окружном $\sigma_{\varphi\varphi}$ напряжениях, возникающих под действием точечного источника тепла, действующего на адиабатической границе полупространства.

Из [2] известно, что это решение может быть получено методом термоупругого потенциала перемещений и имеет для сферической симметрии следующий вид:

$$\bar{\sigma}_{rr} = -\left(\frac{1+\mu}{1-\mu}\right)\alpha \frac{GQ}{2\pi\lambda R} \left[1 - \left(1 - \frac{2}{\tau_0^2}\right) \cdot \operatorname{erf}\left(\frac{\tau_0}{2}\right) - \frac{1}{\sqrt{\pi}} (\tau_0^2 + \tau_0 + 2) e^{-\frac{\tau_0^2}{4}} \right],$$

$$\bar{\sigma}_{\varphi\varphi} = -\left(\frac{1+\mu}{1-\mu}\right)\alpha \frac{GQ}{4\pi\lambda R} \left[1 - \left(1 - \frac{2}{\tau_0^2}\right) \cdot \operatorname{erf}\left(\frac{\tau_0}{2}\right) - \frac{1}{\sqrt{\pi}} (\tau_0^2 + \tau_0 + 2)(\tau_0^2 - 2) e^{-\frac{\tau_0^2}{4}} \right],$$

Где μ – коэффициент Пуассона;

α – коэффициент линейного расширения;

G – модуль сдвига;

Q – мощность источника;

λ – коэффициент теплопроводности;

$\tau_0 = R/\sqrt{at}$ – безразмерная величина;

R – радиус вектор точки, в которой определяется напряжение;

a – коэффициент температуропроводности.

Уравнения (1) и (2) описывают поле термических напряжений для источника мощности Q , действующего в течение времени t .

Если рассматривать источник тепла, действующий в течение времени t_i – длительность импульса, то для моментов времени $0 < t < t_i$ расчёт можно осуществлять с помощью уравнений (1) и (2). В тех случаях, когда рассматриваются моменты времени $t > t_i$ решение этой задачи будет иметь вид:

$$\begin{cases} \sigma_{rr} = \bar{\sigma}_{rr}(t) - \bar{\sigma}_{rr}(t - t_i), \\ \sigma_{\varphi\varphi} = \bar{\sigma}_{\varphi\varphi}(t) - \bar{\sigma}_{\varphi\varphi}(t - t_i). \end{cases}$$

Таким образом при составлении алгоритма расчёта учитываются как уравнения (1), (2), так и система уравнений (3). Из уравнений (1) и (2) можно установить, что переменными величинами здесь являются текущее время t и R – радиус вектор. Для осуществления расчёта должны быть выбраны разумные пределы изменения начальных и конечных значений t и R , а также шаг их изменения.

Для широкого диапазона режимов длительность импульса находится в пределах $10^{-6} \dots 10^{-3}$ с, поэтому для величины t_i запишем $10^{-6} \leq t_i \leq 10^{-3}$ с. В связи с тем, что в большинстве случаев термические напряжения существуют в течение $t > t_i$, в качестве начальной точки отсчёта целесообразно принять $t_{\text{нач}} \geq t_i$. Время существования термических напряжений определяется временем существования температурного поля, которое можно оценить временем $t_{\text{кон}} \approx 10t_i$, следовательно, момент времени, соответствующий окончанию расчёта, находится в интервале $10^{-5} < t_{\text{кон}} \leq 10^{-2}$ с.

Поскольку интерес представляет поле напряжений, возникающее вне подвергавшейся расплавлению части поверхностных слоёв электрода, то начальная величина радиуса вектора $R_{\text{нач}} \geq h_L$, $h_L \approx R_z$, где h_L – глубина лунки, а конечная $R_{\text{кон}} \approx 10R_{\text{нач}}$. Так, например, для случая, когда $R_z = 5$ мкм, $h_L = 3R_z = 15$ мкм, $R_{\text{нач}} = 15$ мкм, $R_{\text{кон}} = 150$ мкм шаг расчёта по времени целесообразно выбрать кратным t_i . Обозначим шаг расчёта через h_t и определим его в виде $h_t = t_i/k_t$. Из практических соображений нет смысла брать $h_t \leq 0.1t_i$, поэтому $k_t \leq 10$. Шаг расчёта по координате целесообразно определить в виде $h_R = (R_{\text{нач}} - R_{\text{кон}})/k_R$, где разумные пределы изменения величины k_R имеют вид $1 \leq k_R \leq 15$.

Предлагаемую математическую модель возможно реализовать в современных пакетах прикладных программ для решения задач технических вычислений (например, *Mathcad, Mathematica, MATLAB*).

Библиографический список

1. Журин А. В. Методы расчёта технологических параметров и электродов-инструментов при электроэрозионной обработке: дис.канд. техн. наук: 05.03.01: защищена 14.10.05: Журин Александр Валентинович. – Тула., 2005. – 132 с.

2. Золотых Б.Н. Физические основы электрофизических и электрохимических методов обработки: учеб. пособие. – М.: Моск. ин-т электронного машиностроения, 1975. – 106 с.

ПОЛУАВТОМАТ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФОРМЫ ИЗ ПОРОЛОНА

О.А.Жуков

Научный руководитель – Лашин В.А.

к.т.н., доцент

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

Данная работа посвящена построению полуавтомата для изготовления формы под укладку пастельного мела, производимого предприятием АО «ГАММА». Модель поролонового изделия (формы) представлена на графическом интерфейсе панели оператора (Рисунок 3).

Чаще всего для создания изделий подобной формы используются следующие методы: лазерная резка, абразивная резка и вырубка. Данные методы являются экономически невыгодным, т.к. для изготовления требуемого изделия необходимо иметь 2 листа поролон и клей. Поэтому была поставлена задача по изготовлению полуавтоматического станка, позволяющего удешевить и оптимизировать технологический процесс, производя изделия из одного более толстого листа поролон без использования клея.

Принцип работы полуавтомата основан на перемещении раскалённого режущего инструмента по заданной траектории, параметры которой задаются на панели оператора. Режущая часть инструмента нагревается и расплавляет материал в зоне контакта инструмента, осуществляя операцию выборки из заготовки.

Полуавтомат представлен в виде двухкоординатного станка, условно состоящего из трёх частей: блока управления, основания с осью X и подвижного портала с осью Z. Каркас основания сварен из стальных профилей, на нём установлены цилиндрические направляющие, по которым перемещаются шариковые линейные подшипники портала Z, шаговый двигатель оси X с соединительной муфтой, упорный подшипник, шариковая винтовая передача. Портал Z состоит из следующих элементов: шаговый электродвигатель, шариковые линейные подшипники оси X с цилиндрическими направляющими, гайка шарико-винтовой передачи оси X, система оси Z из направляющих и подшипников, режущий инструмент, шарико-винтовая передача оси Z,

концевой выключатель. Режущий инструмент представлен в виде текстолитовой пластины и прикрученной к ней нихромовой проволоки, имеющей профиль гребёнки, позволяющий выполнить операцию выборки из заготовки.

Блок управления включает в себя программируемое реле ПР200, панель оператора СП307, драйверы шагового двигателя ТВ6600, генераторы импульса NE555, преобразователь напряжения 24 в 5 вольт. Внешний вид полуавтомата представлен на рисунке 1.



Рисунок 1.

Программа составлена в среде программирования OWEN Logic, позволяющей создавать алгоритмы управления контроллерами линейки OWEN ПР 200 и др. на языке функциональных блоков FDB. Фрагмент управляющей программы представлен на рисунке 2.

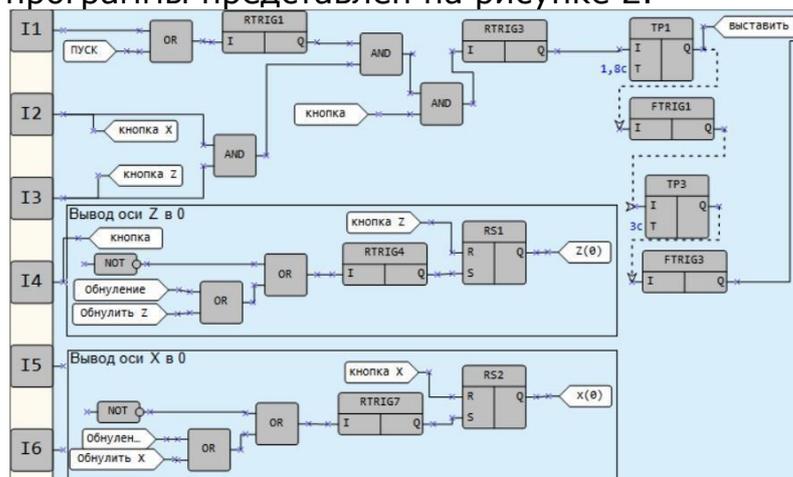


Рисунок 2.

Для ручного управления станком, а также редактирования параметров реза (траектории) была установлена панель оператора, связанная с программируемым реле интерфейсом RS-485. Графический интерфейс панели оператора создан в приложении Конфигуратор СП300 – это специализированное программное обеспечение, позволяющее запрограммировать и разработать интерфейс панели. Интерфейс панели оператора и вид вырезаемой формы представлены на рисунке 3.

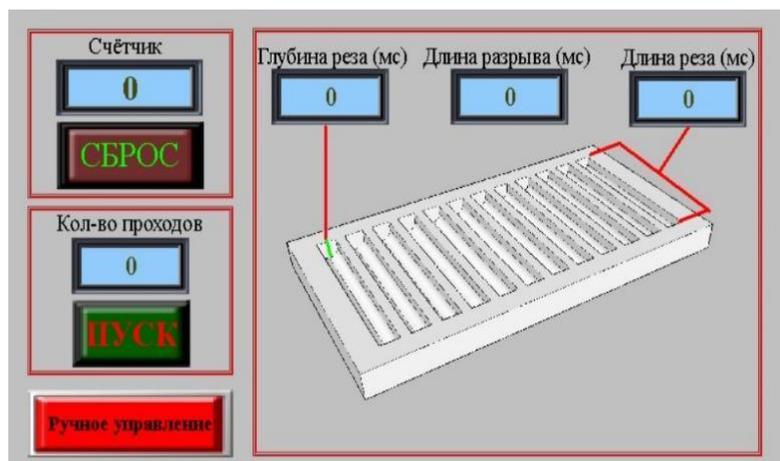


Рисунок 3.

Библиографический список

1. Руководство пользователя OWEN Logic (версия 1.13).

ОПТИМАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ КОЛЕСНОГО РОБОТА ПО ЗАДАННОМУ ПУТИ

М.Д. Корниенко

Научный руководитель – Бобиков А.И., канд. тех. наук., доцент
**Рязанский государственный радиотехнический университет
 имени В. Ф. Уткина**

Модель движения робота задается нелинейной системой дифференциальных уравнений третьего порядка. Положение автомобиля можно определить с помощью тройки $(x, y, \theta) \in \mathbb{R}^2 \times S$, где x и y – главные направления движения, а θ – угол между роботом и осью x . Из геометрии модели (упрощая некоторые константы до единиц), можно получить следующую систему дифференциальных уравнений, описывающую движение робота [1]:

$$\frac{dx}{dt} = \cos(\theta), \frac{dy}{dt} = \sin(\theta), \frac{d\theta}{dt} = u.$$

Задача состоит в том, чтобы за минимальное время проехать из исходной позиции в заданную точку. Управление u разработано так, чтобы находиться в интервале $[-2, 2]$. Следовательно, задача оптимального управления формулируется как:

$$\min t_f = \min \int_0^{t_f} 1 dt \quad \text{при ограничении на управление } |u| \leq 2 \text{ и}$$

$$\frac{dx}{dt} = \cos(\theta), x(0) = 4, x(t_f) = 0, \frac{dy}{dt} = \sin(\theta), y(0) = 0, y(t_f) = 0, \frac{d\theta}{dt} = u, \theta(0) = \frac{\pi}{2}.$$

При этом Гамильтониан имеет вид: $H = 1 + \lambda_1 \cos(\theta) + \lambda_2 \sin(\theta) + \lambda_3 u$. Из принципа максимума Понтрягина [2] оптимальное управление определяется как $u = \arg \min H$, поэтому мы можем записать, что

$$u = \begin{cases} 2, & \text{если } \lambda_1 < 0 \\ ?, & \text{если } \lambda_2 = 0 \\ -2, & \text{если } \lambda_3 \geq 0 \end{cases}$$

Гамильтониан линейно зависит от управления. Отсюда были найдены выражения для регулярной дуги $x_p(t) = t \cos K + K_1, y(t) = t \sin K + K_1, t \leq t_1$, и вырожденной дуги $x_b(t) = 0.5 \cos(2t) + \frac{7}{2}, y(t) = 0.5 \sin(2t), \theta_b(t) = 2t + \frac{\pi}{2}, t_1 \leq t \leq t_f$, где t_1 есть момент переключения. Используя условие непрерывности траектории движения при $t=t_1$ и учитывая конечные условия, получена система уравнений, решая которую, найдены численные значения момента переключения t_1 , конечного (минимального) времени t_f и, следовательно, три постоянные K_1, K_2, K_3 .

Эти значения позволяют полностью определить состояние системы в любой момент времени $t \in [0, t_f]$, также найти оптимальное управление

$$u(t) = \begin{cases} 2, & \text{если } t \leq t_1 \\ 0, & \text{если } t_1 \leq t \leq t_f \end{cases}$$

Ранее был разработан на кафедре метод основанный на ручном подсчете времени переключения и времени окончания переходного процесса. Он имеет большой недостаток, оптимальная система, построенная с помощью этого метода не робастна к малому отклонению значений внутренних параметров системы и каждый раз при небольшом изменении коэффициентов, приходится вручную пересчитывать значения времени переключения и времени окончания переходного процесса. В отличие усовершенствованного метода реализации, при котором не нужно подбирать повороты робота.

Библиографический список

1. Dubins. On curves of minimal length with a constraint on average curvature and with prescribed initial and terminal positions and tangents. American Journal of Mathematics, 79:497–516, 1957.
2. Бобиков А.И. Оптимальные и диссипативные нелинейные системы управления. Рязань, 2014.

ПРИОРИТЕТЫ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

В.В. Глазкова, к.э.н., доцент кафедры «Менеджмент и инновации»
**Научно-исследовательский Московский государственный
 строительный университет**

В докладе рассматриваются приоритеты внедрения информационных технологий в деятельность предприятий оборонно-промышленного комплекса страны.

Намеченное к 2025 году завершение государственной программы вооружения будет способствовать снижению гособоронзаказа, следовательно, предприятия оборонно-промышленного комплекса (далее ОПК) столкнутся с вопросами снижения объема выпуска продукции. Снижение объемов производства и сбыта продукции может привести к негативным моментам в деятельности рассматриваемых предприятий, в частности, к остановке производств и необходимости избавляться от непрофильных активов, к снижению рентабельности выпускаемой продукции, к необходимости уменьшать издержки предприятия, следовательно, сокращать работников и т.д.

В сложившейся ситуации стратегический вектор в сторону диверсификации предприятий ОПК является инструментом, позволяющим не допустить снижение объемов производства предприятиями ОПК, даже в условиях сокращения гособоронзаказа. Под процессом диверсификации предприятий ОПК рассматривается расширение данными предприятиями ассортимента продукции за счет создания продукции гражданского значения и соответствующей переориентации рынков сбыта.

Президент РФ Поручениями №Пр-1845 от 23.09.2016 г. и №Пр-2346 от 05.12.2016 г. закрепил целевые ориентиры по объемам выпускаемой гражданской продукции предприятиями ОПК: доля гражданской продукции в выручке предприятий ОПК в среднем по стране к 2025 году должна составлять 30%, а к 2030 году – 50%.

Однако в вопросах выпуска гражданской продукции предприятия ОПК столкнулись с рядом проблемных моментов. В первую очередь, это отсутствие продуктового мышления, когда при производстве продукции на первый план всегда выходили технические характеристики продукта, а не рыночные, связанные с конкурентоспособностью, ценой товара, сроками вывода его на рынок и т.д. Кроме того, предполагаемая продукция гражданского назначения, полученная в результате осуществления диверсификации предприятий ОПК, должна иметь возможность конкурировать с другой гражданской продукцией, которая уже существует на рынке. И третий момент связан с появлением конкуренции внутри структур ОПК, которые, к примеру, могут осуществлять выпуск гражданской продукции одного продуктового ряда.

В этой связи для достижения конкурентоспособности производимой предприятиями ОПК гражданской продукции в качестве приоритетных называются направления, связанные с цифровизацией основных производственных процессов, а также оперативного планирования и управления производством, и внедрение информационных технологических (далее ИТ) решений. Названные цифровые инструменты позволят предприятиям выпускать высокотехнологичную продукцию, следовательно, конкурентоспособную по ряду характеристик.

Четвертая промышленная революция предполагает активное использование информационных технологий в промышленности, в частности, и секторе ОПК. Ряд предприятий оборонно-промышленного комплекса уже активно адаптирует на своих производствах технологии Индустрии 4.0. В большинстве случаев это произошло с предприятиями, которые производят продукцию для экспорта.

Среди приоритетов внедрения ИТ-технологий на предприятиях оборонно-промышленного комплекса можно выделить следующие:

- создание цифровых моделей/цифровых двойников продукции. Реализация данного направления открывает возможности замены реальных испытаний характеристик продукции цифровыми испытаниями, что прямым образом влияет на снижение себестоимости продукции и скорости вывода продукции на рынок;

- внедрение ИТ-решений в систему управления жизненным циклом продукции, которое существенным образом делает привлекательной продукцию для покупателя, избавляя его от дополнительной необходимости, например, искать партнёров для послепродажного обслуживания и т.д.

- использование других цифровых технологий, в частности, инструментов цифровизации процессов управления, логистики, использование облачных технологий и инструментов хранения и анализа больших объемов данных, а также использование ИТ-систем для обеспечения защищенности работы предприятия ОПК, их безопасности, также являются приоритетами в направлении цифровизации предприятий ОПК.

В целом следует отметить, что у предприятий ОПК потенциал к цифровизации и внедрению ИТ-технологий очень высок. Различные программы государственной поддержки данных предприятий в направлении стимулирования производства высокотехнологичной и конкурентной продукции, не только основного, но и гражданского направления, реализуемые Министерством промышленности и торговли России, Фондом развития промышленности и др., подтверждают этот факт [1,2].

Библиографический список

1. Федеральный закон от 31 декабря 2014 г. N 488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями).

2. Постановление Правительства Российской Федерации от 25.05.2017 №63 «О предоставлении субсидий из федерального бюджета российским организациям на компенсацию части затрат на производство и реализацию пилотных партий средств производства потребителям».

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С КОРТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ ПО КАТАЛОЖНЫМ ДАННЫМ В ПАКЕТЕ SCILAB/XCOS

И.Н. Романов, М.В. Ленков, А.Г. Зиненко

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

При математическом описании электрических машин переменного тока широко применяют математическую модель в виде обобщенной двухполюсной двухфазной электрической машины (ОЭМ) [1,2]. Трехфазный асинхронный короткозамкнутый электродвигатель с помощью трехфазно-двухфазного преобразования можно привести к обобщенной электрической машине. В рамках общепринятых допущений (о симметричности обмоток статора, гладкости поверхностей статора и

ротора, линейности кривой намагничивания, отсутствии потерь на гистерезис и вихревые токи и синусоидальности напряжений и токов) система уравнений [1] электромагнитного равновесия асинхронного двигателя в форме Коши в произвольной системе координат (x - y)

$$\frac{d\psi_{sx}}{dt} = U_{sx} - R_s i_{sx} + \omega_k \psi_{sy},$$

$$\frac{d\psi_{sy}}{dt} = U_{sy} - R_s i_{sy} - \omega_k \psi_{sx}, \quad \frac{d\psi_{rx}}{dt} = -R_r i_{rx} + (\omega_k - \omega) \psi_{ry}, \quad \frac{d\psi_{ry}}{dt} = -R_r i_{ry} - (\omega_k - \omega) \psi_{rx}$$

Для решения этой системы уравнений ее необходимо дополнить уравнениями связи эквивалентных токов и потокосцеплений машины. В системе координат (x - y) эквивалентные потокосцепления и токи статора и ротора двигателя связаны друг с другом следующими уравнениями $\psi_{sx} = L_s i_{sx} + L_m i_{rx}$, $\psi_{sy} = L_s i_{sy} + L_m i_{ry}$, $\psi_{rx} = L_m i_{sx} + L_r i_{rx}$, $\psi_{ry} = L_m i_{sy} + L_r i_{ry}$

Таким образом, при исследовании АД по модели ОЭМ необходимо знать параметры двигателя R_s , R_r , L_s , L_r , L_m , которые часто не приводятся в паспортных данных. В таком случае используют [3] параметры схемы замещения (СЗ) АД. В работах [3, 4] разработаны методики по определению параметров СЗ по паспортным данным АД.

Для АД различной мощности серий 4А, А4 и АТД существуют каталоги, содержащие значения величин R_s , R_r , L_s , L_r , L_m , заложенные в проектные расчеты этих двигателей. Сопоставление этих данных [3, 4] с рассчитанными по указанным выше методикам показывает, что погрешность расчета параметров не превосходит 15%, что вполне допустимо для инженерной практики.

В данной работе на основе существующих методик в пакете Scilab разработана программа (рис. 1 А) по расчету величин R_s , R_r , L_s , L_r , L_m по паспортным данным АД. Программа позволяет учитывать (рис. 1 Б) зависимость R_r и L_r от скольжения ротора АД.

Для оценки точности вычисляемых программой величин R_s , R_r , L_s , L_r , L_m в приложении Xcos/Scilab построена модель АД в виде ОЭМ. С помощью построенной модели проведено исследование АД в переходных и установившихся режимах работы. Исследование проводилось для АД серий 5А, 6А и 7А на основе данных указанных в каталоге [5].

Модель, построенная на основе рассчитанных программой величин R_s , R_r , L_s , L_r , L_m , с удовлетворительной точностью описывает установленные при проектировании параметры работы АД.

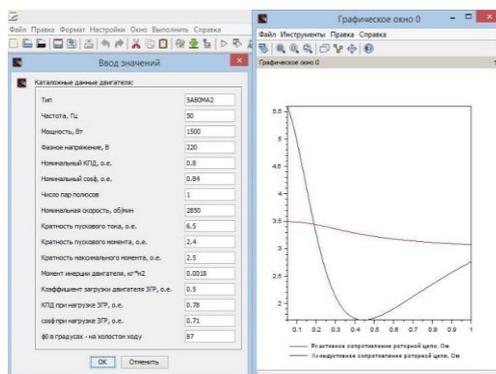


Рисунок 2 А.

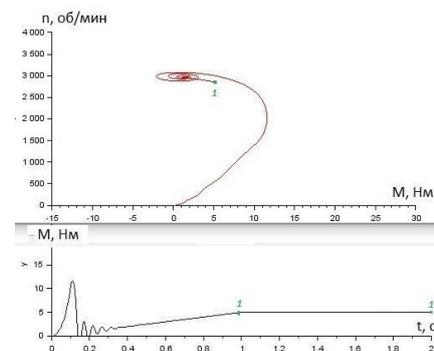


Рисунок 2 Б.

На рисунке 2 А. показана динамическая механическая характеристика двигателя типа 5А80МА2 при выходе его на номинальный режим работы в точке 1. Переходный режим по моменту представлен на рисунке 2 Б.

Динамическая механическая характеристика при выходе на режим работы в точке 1 по максимальному моменту $M_m = M_n \cdot K_m = 12,5 \text{ Нм}$ показана на рисунке 3 А. Рисунок 3 Б соответствует переходному процессу по моменту.

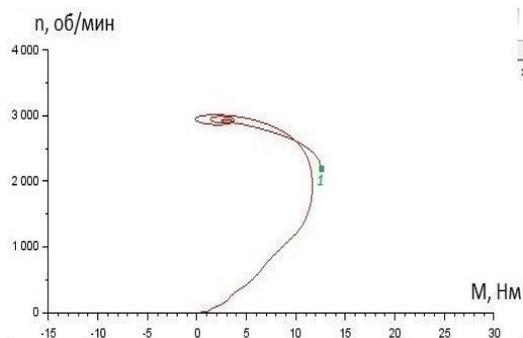


Рисунок 3 А.

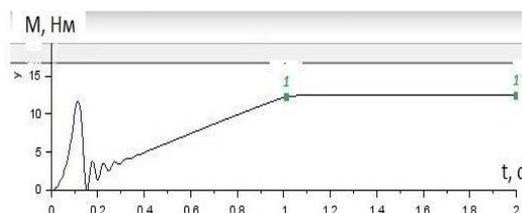


Рисунок 3 Б.

Библиографический список

1. Михайлов, О. П. Автоматизированный электропривод станков и промышленных роботов: учебник для вузов / О.П. Михайлов. - М.: Машиностроение, 1990. - 302 с.
2. Ковчин, С. А. Теория электропривода: учебник для вузов / С.А. Ковчин, Ю.А. Сабинин. - СПб.: Энергоатомиздат, 1994. - 292 с.
3. Чернышев, А.Ю. Электропривод переменного тока: учебное пособие / А.Ю. Чернышев, Ю.Н. Дементьев, И.А. Чернышев; Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. - 213 с.
4. Осипов, В.С. Аналитический метод расчета параметров схемы замещения трехфазных асинхронных двигателей серии АИР / В.С. Осипов // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. - 2017. - № 2 (54). - С.108-120.
5. Технический каталог. Асинхронные двигатели мощностью до 315 кВт [Электронный ресурс] / - Режим доступа: https://www.ruselprom.ru/upload/iblock/550/vemz_catalog.pdf (дата обращения: 10.10.2021).

ОЦЕНКА МОЩНОСТИ ИСКАЖЕНИЙ И КОЭФФИЦИЕНТА БАЛАНСИРОВКИ НЕЛИНЕЙНЫХ НАГРУЗОК В 3-ФАЗНЫХ СЕТЯХ АДДИТИВНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

В.А. Линьков, М.В. Ленков, Фролова И.А.

Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В. Ф. Уткина

При возрастающих с каждым годом тарифах на электроэнергию становится актуальной проблема минимизации потребления

электроэнергии аддитивными производствами состоящими из десятков 3-D принтеров и систем поддержки. При быстром прототипировании (изготовлении моделей) или быстром производстве (изготовлении готовой продукции) процесс изготовления изделия может длиться от нескольких часов до нескольких дней. Для минимизации потребляемой энергии авторами был произведен контроль качества электроэнергии на участке 3-D принтеров. Проверялись требования к параметрам электрической сети с помощью аттестованного анализатора качества электроэнергии «Прорыв», круглосуточно в течение месяца. Анализ результатов показал что несоответствие по пунктам ГОСТ 33073-2014 [1], в основном происходит по превышению уровня тех или иных гармоник и по разбалансировки величин мощностей по фазам А, В, С от хаотичного времени включения и выключения нелинейных нагрузок.

Коэффициент несимметрии напряжения по нулевой последовательности K_{0Ui} в процентах как результат i -го наблюдения вычисляется по формуле (1).

$$K_{0Ui} = \frac{\sqrt{3}U_{0(1)i}}{U_{1(1)i}} \cdot 100, \quad (1)$$

где $U_{0(1)i}$ — действующее значение напряжения нулевой последовательности основной частоты трехфазной системы напряжений в i -ом наблюдении.

$U_{1(1)i}$ — действующее значение междуфазного напряжения прямой последовательности основной частоты.

Для анализа динамики трансформации искрений и корреляции их появления в зависимости от всплесков мгновенной мощности использовались следующие вспомогательные приборы: «Анализатор предвестников аварий и пожаров в электрических сетях» [2], «Анализатор качества сети» [3]. Гармоники в электрических сетях машиностроительных производств являются результатом наличия нелинейных нагрузок (компьютерного типа), т.е. форма тока потребляемой нагрузкой отличается от формы питающего напряжения. Более 80% потребляемой мощности на аддитивном производстве, приходится на так называемые «компьютерные нагрузки». Это системные блоки, мониторы, светодиодные осветительные приборы, системы охраны и пожарной безопасности, серверы, системы бесперебойного электропитания и т.д. Электрические сети многих промышленных помещений были спроектированы в 60-80 годах прошлого века или в последние время без учета «компьютерных нагрузок». При этом общее количество управляющих компьютеров и систем на их базе, на многих предприятиях превышает 1000 штук, которые в свою очередь можно разделить на три класса по типу используемых блоков питания. 1) - без цепей коррекции коэффициента мощности (FP); 2) - с пассивной коррекцией FP; 3) - с активной коррекцией FP. В результате работ по анализу качества электроэнергии и диагностики качества электрической сети машиностроительного производства с нагрузками компьютерного типа было получено

следующее условие для осуществления балансировки трехфазной сети содержащей нелинейные (компьютерные) нагрузки:

$$\left. \begin{aligned} FS_A(t) &= FS_B(t) = FS_C(t) \\ PF_A &= PF_B = PF_C = 1 \\ D_A + D_B + D_C &= 0 \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

где $D = \sqrt{S^2 - P^2 - Q^2}$ - мощность искажения при наличии гармоник;
(3)

$$PF = \frac{P}{S} \text{ - коэффициент мощности,} \quad (4)$$

$$S^2 = \left(\sum_{n=1}^{\infty} U_n^2 \right) \cdot \left(\sum_{n=1}^{\infty} I_n^2 \right) \text{ - полная мощность;} \quad (5)$$

$$P = \sum_{h=1}^{\infty} U_h I_h \cos \varphi_h \text{ - активная мощность сигнала с гармониками;} \quad (6)$$

$$Q = U_1 I_1 \sin \varphi_1 \text{ - реактивная мощность для основной частоты.} \quad (7)$$

Приведенное условие идеальной балансировки трехфазной сети проводимой с целью минимизации потребляемой электрической энергии, накладывает следующие требования к потребителям энергии:

1. Величины мгновенной полной потребляемой мощности по каждой из фаз должны быть равны и синхронизированы по времени.
2. Емкостные и индукционные составляющие нагрузки должны, подобраны так, чтобы их величины компенсировали друг друга.
3. Соблюдались условия отсутствия гармоник, резонансов, искрения контактов, разогрева проводников и изоляторов, отсутствие неконтролируемых утечек электроэнергии.
4. Коммутация нагрузок осуществляется в момент перехода напряжения через ноль.

Библиографический список

1. ГОСТ 33073-2014 Межгосударственный стандарт. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Контроль и мониторинг качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
2. Патент на изобретение RU № 2309461 С1, 27.10.2007, G 08B 17/06, Способ определения времени возникновения предпожарной ситуации от искрения в электрической сети и устройство для его осуществления / Линьков В.А, Линьков П.В., Линьков Ю.В.

3. А.С. на изобретение. SU 1755203 A1, 15.08.1992, G01P 1/00, Анализатор качества сети / Булаев К В., Линьков В.А., и др.

ПРИМЕНЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОВЫХ ТРУБОК

Н.В. Румянцев

Научный руководитель – Алексеев В.Ф.

канд. техн. наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

В радиоэлектронных средствах тепловые трубы могут выполнять ряд функций: с их помощью теплоотдающая поверхность может быть вынесена за пределы основных функциональных блоков и узлов; тепловые трубы позволяют создать внутри приборов областисравнительно равномерного температурного поля и тем самымснизить механические напряжения;решать задачи термостабилизации и др.В настоящее время известны примеры использованиятепловых трубок для охлаждения как отдельных теплонагруженных элементов и узлов, так и целых радиоэлектронных блоков и устройств[1–2].

Тепловая труба (ТТ) — герметичное испарительно-конденсационное устройство, работающее по принципу термосифона, когда передача теплового потока с одного («горячего») конца на другой («холодный») происходит за счет возвратно-поступательного движения теплоносителя в разных фазовых состояниях по циклу «пар—жидкость—пар» с использованием скрытой теплоты фазовых превращений[2].

ОсобенностьюТТ является малая габаритность, относительно радиаторов и других средств охлаждения. Высокая надёжность. Скорость передачи тепловой энергии с источника теплоты на аккумулятор теплоты. Пластичность,при использовании медной оболочки.

Данные особенности позволяют использовать ТТ как мост от теплонагруженного элемента на корпус РЭС, внося минимальное воздействие внутренней среды на ТТ.Уменьшая возможность выхода элемента из его предельных характеристик (за счёт скорости передачи тепловой энергии), а также уменьшаявоздействия средней температуры среды РЭС на теплонагруженный элемент. Тем самым упрощая расчет температурного режима при проектировании и моделировании РЭС.

При этом влияния окружающей среды в которой работает РЭС сведено к минимуму, если это не низкие температуры, при которых может образовываться конденсат на оболочке ТТ.

Библиографический список

1. Муратов, А.В. Способы обеспечения тепловых режимов РЭС: учеб. пособие / А.В. Муратов, Н.В. Ципина. – Воронеж : ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2007. – 96 с.

2. Белоус, И.А. Обеспечение тепловых режимов радиоэлектронных устройств / И.А. Белоус. – Владивосток : Владивостокский государственный университет экономики и сервиса Институт информатики, инноваций и бизнес систем, 2014. – 100 с.

ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ

Д.В. Ворвуль

Научный руководитель – Могильников Ю.В., ассистент

Уральский государственный университет путей сообщения

Связь – одна из отраслей инфраструктуры, которая развивается довольно быстрыми темпами, в связи с ростом потребностей человека, прогрессом науки, техники и огромным объемом информации. Сегодня мы поговорим о технике оптической связи.

Для обеспечения безопасности, организации движения поездов и маневровой работы на железнодорожном транспорте применяется определенная система передачи информации по оптическим каналам с помощью специальных сигнальных устройств, обеспечивающих легкость восприятия, скорость идентификации и достаточную дальность видимости оптической информации.

Система передачи представляет собой комплекс технических средств, обеспечивающих формирование линейного тракта, типовых групповых трактов и каналов передачи первичной сети. Линейные тракты – совокупность технических средств, которые обеспечивают передачу телекоммуникационных сигналов в полосе частот или со скоростью, соответствующей данной системе передачи. Из-за различных погодных условий, они делятся на:

- волоконно-оптические;
- радиорелейные;
- спутниковые.

С помощью волоконно-оптической систем передачи (ВОСП) информация передается световыми сигналами по оптическим волокнам (ОВ). Рассмотрим преимущества ВОСП:

- полоса пропускания ОВ шире, чем у электрических кабелей;
- уровень ослабления сигнала в ОВ может позволить увеличить протяженность участков регенерации (до 160 км в наземных системах);
- очень высокая помехозащищенность;
- высокая степень защиты информации при передаче по ОВ;
- возможность реконструкции сети без замены линейного пути;
- гальваническая развязка элементов сети.

Однако у них также есть ряд недостатков:

- высокая стоимость оборудования;
- высокая стоимость монтажа оптических кабелей и тестирования ВОСП;
- длительное время восстановления линейного пути ВОСП в случае аварий.[1]

Радиорелейная связь (РРС). Нередко ее использование остается единственным средством обеспечения строительства высокоскоростных транспортных сетей связи, где прокладка кабеля невозможна или нецелесообразна по экономическим причинам. Радиорелейные линии

связи на основе РРС прямой видимости, могут иметь самую разную длину - от ста метров до тысяч километров с полосой пропускания от 200 кбит/с до 1,25 Гбит/с.

Радиорелейные системы позволяют развертывать линии связи различной протяженности с высокой скоростью разворачивать и являются одной из разновидностей систем фиксированной беспроводной связи. С их помощью решаются задачи построения транспортных сетей различного уровня. РРС широко используется при организации линий связи между базовыми станциями и коммутационным оборудованием в сетях мобильной связи, радиодоступа, при организации телевизионных репортажей и т.д.

Основными преимуществами РРС являются:

- скорость и экономическая эффективность развертывания в сравнении с проводной связью;
- экономически выгодная, а в некоторых случаях единственно возможная организация многоканальной связи в районах со сложным рельефом, а также в местах, где прокладка кабеля неуместна;
- возможность сохранения магистралей проводной связи;
- качество связи. [2]

Спутниковая связь – быстро развивающийся перспективный вид связи. Принцип работы основан на использовании промежуточного спутникового ретранслятора, с помощью которого обеспечивается связь между земными станциями. СС обусловлена такими достоинствами, как:

- возможность обслуживания большого количества абонентов, находящихся далеко и расположенных в любых регионах Земли;
- простота реконфигурации систем спутниковой связи (ССС) при изменении месторасположения абонентов;
- независимость затрат на связь от расстояния между объектами;
- атмосфера и географические особенности незначительно влияют на устойчивость связи.

Спутниковая связь также имеет свои недостатки. При движении по эллиптической орбите спутник длительное время парит над выбранной зоной обслуживания. [3]

Оптические системы передачи информации являются одним из быстроразвивающихся направлений в области коммуникационных технологий. Уровень и состояние технологий по большей части влияет на последующее развитие оптических систем передачи информации.

Библиографический список

1. Трошин А.В., Цифровые системы передачи: учеб.пособие для студентов высших учебных заведений– Самара, 2013. – 128с.
2. Григорьев В.А., Лагутенко О.И., Распаев Ю.А, Харин В.Н., Хворов И.А., Особенности частотного обеспечения, проектирования и

строительства радиорелейных систем связи: учеб.пособие - Санкт-Петербург, 2014. – 149с.

3. Дятлов А.П., Системы спутниковой связи с подвижными объектами: учеб.пособие– Таганрог, 2004. – 95с.

ПРИБОР ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИИ НА ОСНОВЕ MEMS-ДАТЧИКОВ

А.Д. Ващилов

Научный руководитель – Ролич О.Ч.

к.т.н., доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

На сегодняшний день рынок навигационных устройств представлен огромным количеством приборов контроля и мониторинга местоположения объектов. Данные приборы нашли применение в различных отраслях, начиная от сферы носимых устройств (смартфонов и планшетов), заканчивая сельским хозяйством и авиацией [1].

Все большее распространение беспроводных интерфейсов передачи информации (системы GSM сотовой связи, локальные WiFi-сети) позволяет не только использовать их в виде средств передачи данных о местоположении объекта, но и применять в качестве непосредственного источника определения местоположения объекта, например, там, где спутниковые навигационные системы не позволяют этого сделать.

Разработки в MEMS-индустрии привели к тому, что отличительными особенностями MEMS-устройств стали: миниатюрность, функциональность, надежность, малое энергопотребление, простота интегрирования [2]. То есть, благодаря MEMS-индустрии появилась возможность проектирования недорогих, компактных и, что немаловажно, автономных приборов, позволяющих применять их в качестве датчиков инерциальной навигационной системы. Данные приборы могут использоваться как обычными пользователями, так и крупными компаниями.

MEMS-устройства удобно проектировать на базе архитектуры ARM как наиболее популярной и выгодной архитектуры для встраиваемых решений. Её отличительными чертами являются: дешевизна в производстве, возможность проектирования производителями своих собственных решений, эффективное энергопотребление [3].

Наиболее ярким представителем среди систем на чипе с интегрированным BLE-радиоканалом с несущей частотой 2,4 ГГц является семейство микроконтроллеров nRF52 от компании Nordic Semiconductors. Использование интерфейса BLE низкого потребления приобрело сегодня особую актуальность в связи с его широким распространением среди смартфонов, что позволяет отказаться от внедрения специальных проводных интерфейсов взаимодействия.

Исходя из вышеперечисленных свойств, которыми должны обладать недорогие, компактные и энергоэффективные приборы инерциальной

навигации на основе MEMS-датчиков, предлагается решение на базе микроконтроллера nRF52832 со встроенным радиоканалом 2,4 ГГц.

Структурная электрическая схема разработанного прибора инерциальной навигации представлена на рисунке 1. Наряду со структурной схемой, разработаны принципиальная схема и топология печатной платы.

Помимо микроконтроллера nRF52832, компонентами прибора являются: MEMS-акселерометр KX003-1077, MEMS-датчик давления и температуры DPS310XTSA1, GNSS модуль UBX-M8030, GSM модуль L306, датчики освещенности OPT3002DNRP, модуль Wi-Fi ESP8266EX, блок заряда Li-Ion аккумулятора и стабилизации питания со стандартным интерфейсом microUSB.

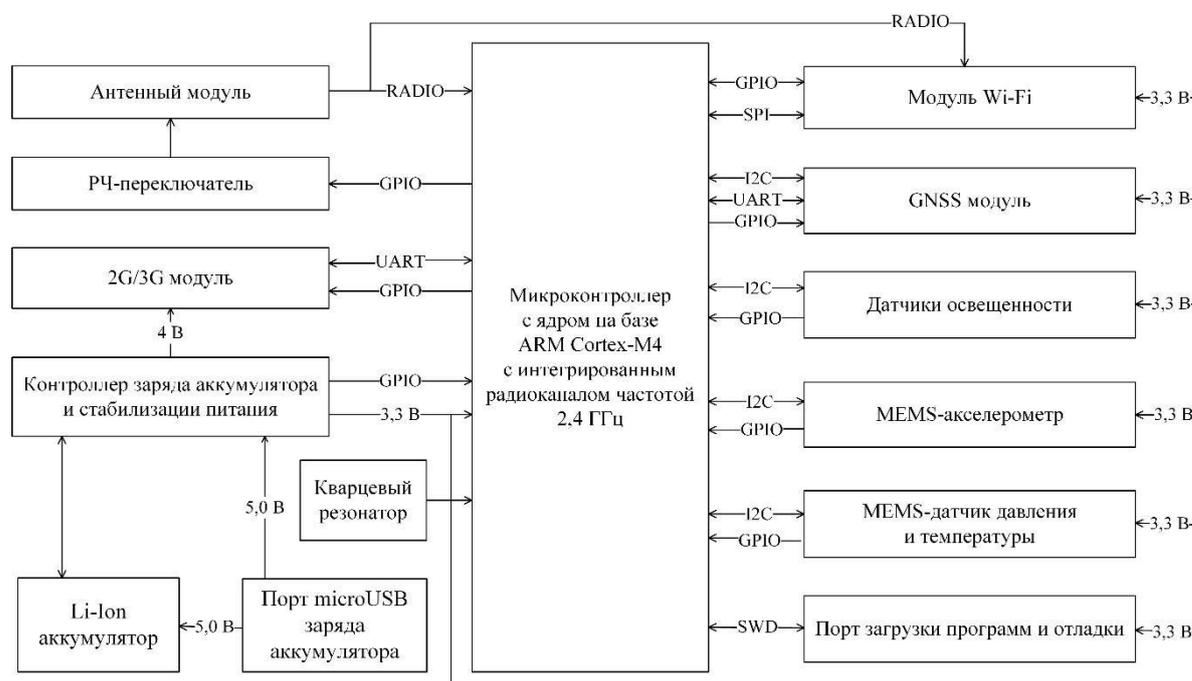


Рис.1 – Структурная электрическая схема прибора инерциальной навигации на базе nRF52832 и MEMS-датчиков

Для взаимодействия компонентов печатной платы между собой прибор реализует интерфейсы GPIO, UART, I2C, SPI. Порт SWD используется для загрузки программы в микроконтроллер и её пошаговой отладки.

Разработанные электрическая структурная и принципиальная схемы, и топология печатной платы прибора инерциальной навигации на основе MEMS-датчиков обладают важными свойствами универсальности, гибкости, надежности [4]. Они заключаются в возможности настройки режимов прибора пользователем, используя собственный смартфон и возможности использования прибора в неблагоприятных и отчасти в экстремальных условиях.

Библиографический список

1. НП Глонасс. Навигационный рынок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://glonassunion.ru/navigation-market>.

2. МЭМС-технологии. Простое и доступное решение сложных задач [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.electronics.ru/files/article_pdf/0/article_288_258.pdf.

3. Процессоры ARM: особенности архитектуры, отличия и перспективы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://itc.ua/articles/protsessoryi-arm-osobennosti-arhitekturyi-otlichiya-i-perspektivy>.

4. Бессонова, В. А. Прибор анализа виброакустических и тепловых сигналов / В.А. Бессонова, О. Ч. Ролич // Интеллектуальные, сенсорные и мехатронные системы-2021: сборник научных трудов (по материалам студенческих научно-технических конференций). – Минск: БНТУ, 2020. – С. 8-9. – Режим доступа: <https://rep.bntu.by/handle/data/94411>.

РАЗРАБОТКА РЕГУЛИРУЕМОГО СОЕДИНИТЕЛЬНОГО БЛОКА ПИТАНИЯ

Р.С. Ромашин

Научный руководитель – Копейкин Ю.А., канд. техн. наук, доцент
**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В. Ф. Уткина**

Цель работы – Модернизация существующей конструкции регулируемого блока питания с применением алгоритмов компоновки для уменьшения габаритных размеров блока и габаритных размеров печатных плат, входящих в состав блока, а также лучшего охлаждения внутренних элементов.

Регулируемые блоки питания – широкий класс устройств, в которых может регулироваться хотя бы один параметр выхода: напряжение, ток или порог срабатывания защиты по току. Так исторически сложилось, что наиболее продвинутые из них выделились в отдельный класс лабораторных блоков питания, отличающихся хорошими характеристиками выходного напряжения, обязательным наличием регулировки величины выходного напряжения, и уровня стабилизации выходного тока.

Рассматриваются теоретические основы выполнения компоновки элементов в блоке и на печатной плате [1].

Проводится анализ известных алгоритмов компоновки конструктивных модулей и анализ алгоритмов компоновки элементов на печатной плате [2].

Выполняется сравнение результатов применения нескольких выбранных алгоритмов, с выбором наиболее подходящего варианта, обеспечивающего заметное уменьшение габаритных размеров и более эффективное отведение тёплого воздуха из корпуса.

В результате проведённого анализа и перекомпоновки элементов изделия удалось достичь уменьшения его размеров и улучшить процесс охлаждения.

Библиографический список

1. Анурьев В. И. Справочник конструктора машиностроителя: В 3-х т.

Т. 1. – 5-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1978. – 728 с., ил.

2. Барканов Н.А., Бердичевский Б.Е., Верхопятницкий П.Д. Справочник конструктора РЭА: Компоненты, механизмы, надёжность. Под ред. Р.Г. Варламова. М.: Радио и связь, 1985.384с., ил.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕФЕКТОВ ПОВЕРХНОСТИ

В.Д. Степнов

Научный руководитель – Рыбина Н.В.

к.ф.-м.н., доцент

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

В ряде работ [1,2] было показано, что методы флуктуационного анализа с исключенным трендом (DFA), средней взаимной информации позволяют изучать информационно-корреляционные свойства поверхности самоорганизующихся материалов. В силу своей универсальности эти методы также могут применяться для исследования особенностей поверхности твердотельных материалов, например, для оценки степени дефектности поверхности. Для определенных производственных областей качество поверхности изготавливаемых материалов имеет решающее значение. А наличие дефектов на поверхности может ухудшать физические и механические свойства материалов.

Наиболее распространенный способ оценки качества поверхности – расчет среднестатистических параметров шероховатости (R_a , R_z). Однако для материалов с более сложной структурой поверхности, например, где дефектность имеет определенную периодичность, более эффективным может быть использование методов DFA и СВИ.

Метод DFA работает следующим образом: суммируются высоты в каждой точке исходного изображения рельефа поверхности; полученная зависимость разбивается на фрагменты различного масштаба; на каждом фрагменте устраняется линейный тренд и рассчитывается флуктуационная функция. В результате получается зависимость флуктуационной функции от масштаба, из которой находятся следующие величины: корреляционный вектор (соответствует периоду гармонических составляющих поверхности), скейлинговый показатель (определяет тип корреляций). Преимущество метода DFA заключается в том, что он позволяет выявлять периодичность в сложных поверхностях (с большим числом гармонических составляющих, зашумленных, с нарушением периодичности), изучать особенности поверхности на разных пространственных масштабах.

Метод СВИ основан на теории информации. По исходному изображению рельефа поверхности происходит обход векторами разных длин и между парами точек высот рассчитывается взаимная информация. В результате получается распределение взаимной информации по изображению, из которого определяется средняя взаимная информация (показывает степень упорядоченности), максимальная взаимная информация (характеризует разброс высот).

Преимущества метода СВИ заключается в том, что он позволяет определять несовершенства, искажения рельефа поверхности

На рис. 1 показаны результаты расчета флуктуационной функции F от масштаба s для неискаженной поверхности типа «Белый шум» и поверхности, искаженной мелкими дефектами. Флуктуационная функция поверхности «Белый шум» представляет собой прямую линию в двойном логарифмическом масштабе с тангенсом угла наклона 0,5, что характерно для белого шума. Флуктуационная функция поверхности «Белый шум с дефектами» на больших масштабах имеет отклонение от прямой линии, а также меньший тангенс угла наклона, что свидетельствует о наличии дефектов на поверхности.

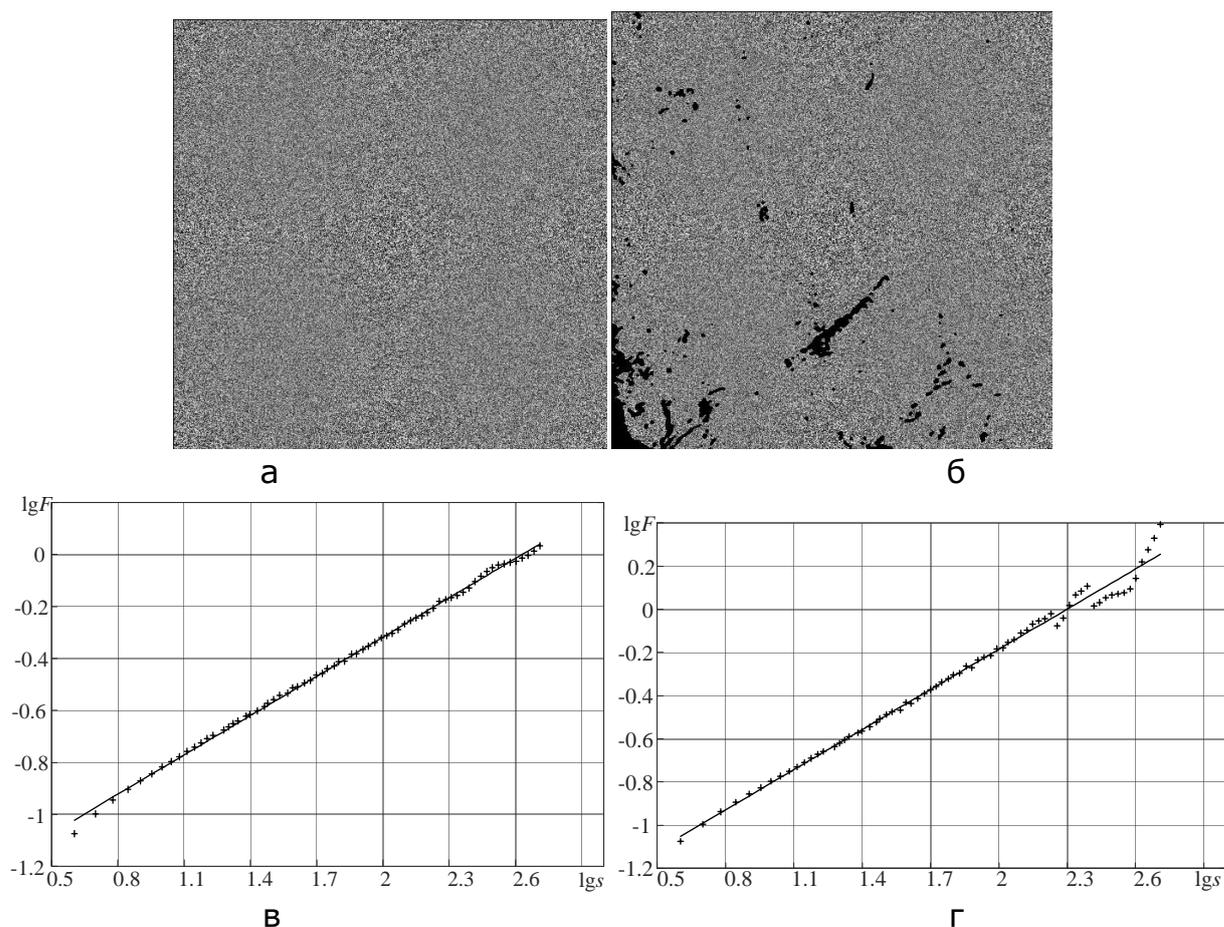


Рис. 1. Результаты расчета флуктуационной функции: а – поверхность «Белый шум»; б – поверхность «Белый шум с дефектами»; в – флуктуационная функция поверхности «Белый шум»; г – флуктуационная функция поверхности «Белый шум с дефектами»

Библиографический список

1. Алпатов А.В., Вихров С.П., Вишняков Н.В., Мурсалов С.М., Рыбин Н.Б., Рыбина Н.В. Комплексный метод исследования корреляционных параметров самоорганизованных структур // ФТП, т. 50, вып. 1, 2016 г. С. 23-29.

2. Самоорганизующиеся структуры в электронике: монография / Вихров С.П., Рыбина Н.В., Бодягин Н.В., Рыбин Н.Б., Алпатов А.В.; Рязань: ИП Жуков В.Ю., 2017. 168 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ПОСТРОЕНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ 3D МОДЕЛИ ВАЛА НА ОСНОВЕ КОНТУРА ВРАЩЕНИЯ

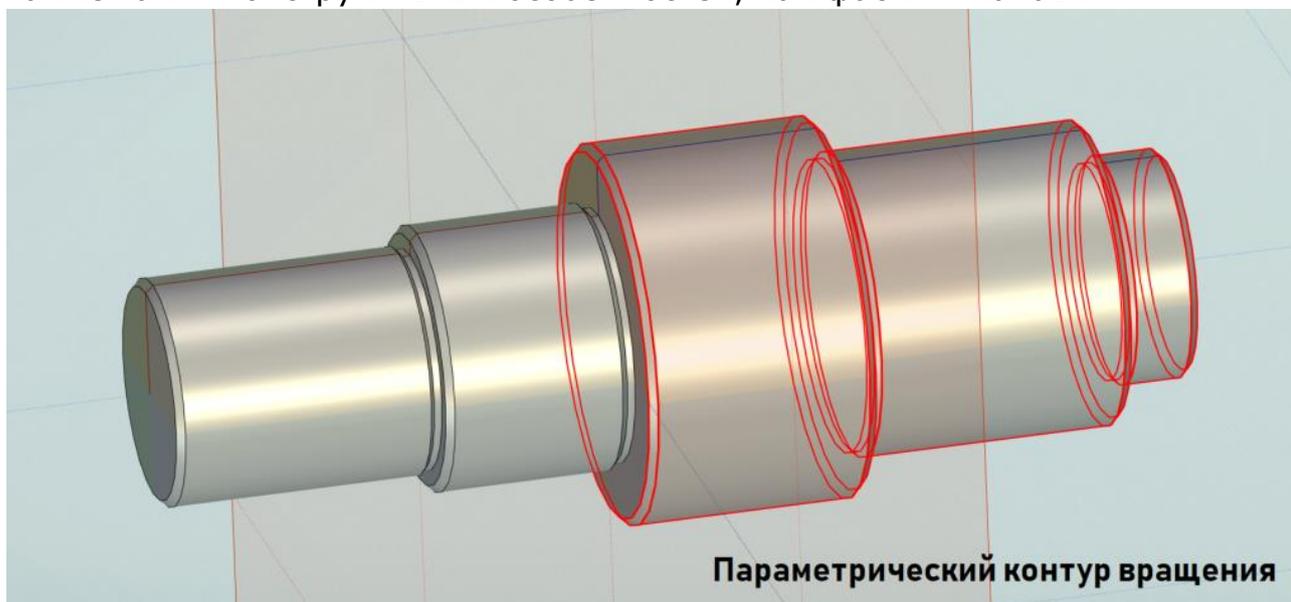
Шитова С.М.

Научный руководитель – Миловзоров О.В.

к.т.н., доцент

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

При разработке 3D-моделей машиностроительных деталей часто возникает проблема формирования библиотеки моделей для группы конструктивно-подобных деталей [1,2]. В частности, таких тел вращения, как валы. В этой ситуации целесообразно иметь унифицированную 3D-модель на основе которой можно было бы формировать целые семейства конструктивно-подобных деталей. В современной системе 3D-моделирования обеспечиваются такие возможности. Единственным условием является возможность создания параметрической модели. Одной из перспективных систем 3D моделирования с широкими возможностями по параметризации является система T-FlexCAD. Оценим возможности создания унифицированной 3D модели тел вращения на основе CADT-Flex. За основу возьмём модель многоступенчатого вала, которая имеет возможность задавать различные сочетания размеров ступеней вала, а также таких конструктивных особенностей, как фаски и канавки.



Создадим нашу деталь на основе контура вращения и изучим, при каких критических изменениях рухнет модель. Если с помощью таблицы переменных обнулить одну из двух крайних ступеней вала и перестроить модель – деталь восстанавливается. При обнулении параметров одной или двух ступеней слева и/или справа – 3D модель детали видоизменяется и при восстановлении численных значений

параметров – восстанавливается. Таким образом, модель является работоспособной. Если же попробовать убрать промежуточную ступень вала, например, вторую и перестроить модель – модель разрушается. После в 3D модель были добавлены фаски и канавки. Если попытаться обнулить параметры канавки с помощью редактора переменных – модель так же пропадёт, но, если привязать канавки к каждой ступени отдельно можно редактировать их размер без разрушения 3D модели. Так же канавки остаются если задать очень маленькую величину размера, например, 5 микрон. Аналогичные операции можно провести с фасками детали, если задать их размеры используя параметризацию – можно обнулять размеры фаски без разрушения 3D детали.

Таким образом, мы смогли добиться, что при обнулении параметров отсутствующей части вала, оставшаяся часть формируется. Это касается любой крайней ступени (или двух крайних и правых, и левых), или отсутствию фаски на любой ступени. Отсутствие означает, что параметры обнуляются. Нельзя удалить только среднюю ступень, оставляя при этом крайнюю. Однако это и не является критическим, поскольку вал должен иметь, как минимум, центральную цилиндрическую часть, ступени меньшего диаметра слева и справа имеют место лишь при наличии этой центральной части.

Библиографический список

1. К вопросу формирования типовых 3D-моделей деталей типа «Вал» для дальнейшей интеграции с САРР-системой. О.В. Миловзоров, Н.В. Грибов: Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2021. Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2021, стр. 116-121.
2. Миловзоров О.В. реализация принципов синтеза технологических процессов из обобщенной структуры на базе системы T-FLEX Технология / Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2015. № 54-1. С. 133-138.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИНДУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

И.А. Фролова, М.В. Ленков

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

Повышение производительности намоточных работ, их механизация и автоматизация — важный вопрос, представляющий большое поле деятельности для рабочих-рационализаторов и конструкторов. Намоточные станки последних марок имеют специальные устройства, предназначенные для автоматической укладки межслоевой изоляции.

В промышленных условиях используются специальные приспособления для массового производства различных типов

электрических катушек и трансформаторов. Производство однотипных изделий позволяет вкладывать финансовые средства в скоростное, автоматическое оборудование для увеличения количества выпускаемой продукции.

При крупносерийном и массовом производствах применяются полуавтоматические многокатушечные станки, выполняющие одновременно укладку до двадцати и более обмоток на длинные каркасы круглого, квадратного или прямоугольного сечений.

Разработаны устройства, позволяющие обнаруживать короткозамкнутые витки в процессе намотки катушек индуктивности при помощи специальной электронной схемы[1].

Процесс намотки изделия состоит из вращения каркаса, либо оправки, и распределения провода по каркасу. Понятие управление намоткой включает в себя следующие фазы: управление скоростью намотки; управление перемещением раскладчика; управление процессом намотки; управление натяжением наматываемого материала, провода. Высокое качество конечного изделия определяется эффективным управлением всеми системами.

Большие возможности для механизации и автоматизации дает применение намоточных станков с программным управлением.

Основным элементом задания режимов намоточных станков является программируемый блок управления, который представляет собой сложное, многофункциональное устройство. В нем оптимально сочетаются надежность силовых цепей и «интеллект» управляющего микропроцессора с простотой эксплуатации и управления. Блок управления позволяет выполнять намотку изделий в следующих режимах: режим ручного управления; режим автоматического управления; режим программного управления. Режимы управления легко сочетаются между собой, позволяя разрабатывать оптимальную технологию намотки самых разнообразных изделий. Сочетая автоматическое управление процессом намотки – качество намотки, с ручными операциями установки каркасов и заправки провода – простота использования различных каркасов и оправок, можно достигать невероятных результатов производительности и качества.

В режиме ручного выполнения намотки блок управления предоставляет оператору следующие функции: пуск и остановка вала намотки; плавная регулировка скорости вращения вала намотки, счет числа выполненных витков реверсивным счетчиком, с ручным и автоматическим реверсом; изменение направления вращения вала намотки; перемещение раскладчика шагами и непрерывно; индикация скорости вращения вала намотки.

В режиме автоматического управления, к перечисленным выше, добавляются следующие режимы: перемещение раскладчика синхронно с вращением вала намотки – «раскладка»; перемещение раскладчика не синхронно с вращением вала намотки – «переход»; автоматические остановки вращения вала намотки, с привязкой к счетчику витков, датчикам положения раскладчика и временным интервалам; автоматическое изменение скорости вращения вала намотки, с привязкой к счетчику витков, датчикам положения раскладчика;

возможность использования электродинамического тормоза для резкого останова вала обмотки.

В режиме программного управления добавляются следующие режимы: автоматические пуски вращения вала обмотки, с привязкой к датчикам, временным интервалам и событиям; автоматическое изменение скорости вращения вала обмотки с привязкой к этапам обмотки; автоматическое изменение направления вращения вала обмотки; автоматическое изменение направления и шага перемещения раскладчика.

Все настройки станка сохраняются в долговременной памяти, поэтому, однажды выполненная подготовка станка, позволяет получать большое число идентичных изделий в последствии. При использовании модуля дополнительной памяти программы подготовленные на одном станке могут быть перенесены на другой без ручного ввода.

Библиографический список

1. Маклиман В. Проектирование трансформаторов и дросселей. Справочник. 3-е изд., пересм. и доп. / Перевод с англ. Попов В. В. – М.: ДМК Пресс, 2016. – 476 с.

ВОЗДЕЙСТВИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА УСТРОЙСТВА АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ

Сабуров И.И., Силкин А.Д.

Научный руководитель – Могильников Ю.В.

д-р техн. наук, профессор

Уральский государственный университет путей сообщения

Проводником тягового, сигнального тока автоблокировки и автоматической локомотивной сигнализации служат рельсовые линии электрифицированных железных дорог. Когда мы исследуем переменное электромагнитное поле вокруг рельсовой нити представляет, то у нас появляется практический интерес по следующим причинам. При испытании новых типов подвижного состава и системы электроснабжения железных дорог на электромагнитную совместимость с устройствами железнодорожной автоматики необходимо проводить исследования спектрального состава электромагнитных помех в рельсовых нитях и вокруг них при прохождении поезда. Эти исследования очень важны для изучения индуктивного канала передачи информации с пути на локомотив в многозначной автоматической локомотивной сигнализации с применением сигнального тока тональной частоты.

Цель данной статьи - исследование электромагнитного поля вокруг рельса, а также определение влияния этого поля на устройства автоматики и телемеханики на жд-транспорте.

Магнитное поле представляет особый вид материи, особенностью которого является создание проводников с токами, которые движутся электрически заряженными частицами, а также намагниченными телами. Наше постоянное магнитное поле создается проводниками, где используется постоянный ток. Стационарным магнитным полем называют, то поле у которого характеристики не изменяются с течением времени. В другом же случае магнитное поле становится переменным.

Различные источники автоматики и телемеханики и связи, которые являются внешним электромагнитным влиянием, весьма разнообразны как по своей природе, так и степени их воздействия. К ним относят и тяговые сети электрифицированных дорог, к ним также можно отнести и грозовые молнии, которые оказывают при разных условиях, как и опасные, так и мешающие влияния, радиостанции, создающие помехи в цепях, разные источники электромагнитных полей (двигатели, генераторы и т. п.).

Источники внешних электромагнитных влияний на цепи автоматики, телемеханики и связи весьма разнообразны как по своей природе, так и степени воздействия. Так к ним относятся: высоковольтные линии электропередач, тяговые сети электрифицированных железных дорог, к ним также можно отнести и грозовые молнии, оказывающие при разных условиях как опасные, так и мешающие влияния, радиостанции, создающие помехи в цепях, разнообразные промышленные источники электромагнитных полей (двигатели, генераторы и т. п.).

Различные источники автоматики и телемеханики и связи, которые являются внешним электромагнитным влиянием, весьма разнообразны как по своей природе, так и степени их воздействия. К ним относят и тяговые сети электрифицированных дорог, к ним также можно отнести и грозовые молнии, которые оказывают при разных условиях, как и опасные, так и мешающие влияния, радиостанции, создающие помехи в цепях, разные источники электромагнитных полей (двигатели, генераторы и т. п.).

Библиографический список

1. Тозони О. В. Расчет трехмерных электромагнитных полей. – К.: Техника, 1974. – 351 с.
2. Инкин А. И. Электромагнитные поля и параметры электрических машин. – Новосибирск: ЮКЭА, 2002. – 464 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ, РЕАГИРОВАНИЯ И ЛОКАЛИЗАЦИИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

Д. В. Кутузов

Научный руководитель – Быкова О. Г.

Канд. тех. наук, доцент

Санкт-Петербургский горный университет

Проблематика данной работы в том, что подобного типа системы не распространены на территории РФ и на нефтегазоперерабатывающих производствах, в частности [1-4]. В настоящее время системы локализации и реагирования сильно подвержены влиянию человеческого фактора. Задачей данного проекта является создание прототипа автоматизированной системы прогнозирования аварийных ситуаций (АСПАС) на объектах добычи и переработки нефти и газа.

Для решения данной проблемы, были определены следующие задачи:

- Рассмотреть системы управления производственной безопасностью (СУПБ)
- Найти наиболее релевантные решения для автоматизации реагирования на аварийные ситуации
- Разработать прототип программного обеспечения системы АСПАС
- Разработать сценарии использования АСПАС
- На основе прототипа провести анализ возможностей АСПАС, сделать вывод о концептуальности

Для выполнения поставленной цели использовался стек технологий машинного обучения на базе языка Python - Фреймворки TensorFlow, Pytorch. Для визуализации программного обеспечения использовался Фреймворк wxPython.

Результатом данного проекта стало создание прототипа программного обеспечения системы АСПАС, включающий в себя программу на основе прогнозирующей нейронной сети для определения вероятности аварийной ситуации на определенных узлах производства. Программное обеспечение получает данные с различных типов датчиков, установленных на опасных производственных объектах. За математическую основу была взята модель Е.В Бодянского, С.В. Попова. Архитектура предлагаемой прогнозирующей искусственной нейронной сети представляет собой сеть элементарных нейронов, отличающихся видом функций активации и алгоритмами обучения, являющимися в общем случае рекуррентными процедурами безусловной или условной оптимизации.

Прогнозируемая стохастическая последовательность предварительно обрабатывается (рис. 1).

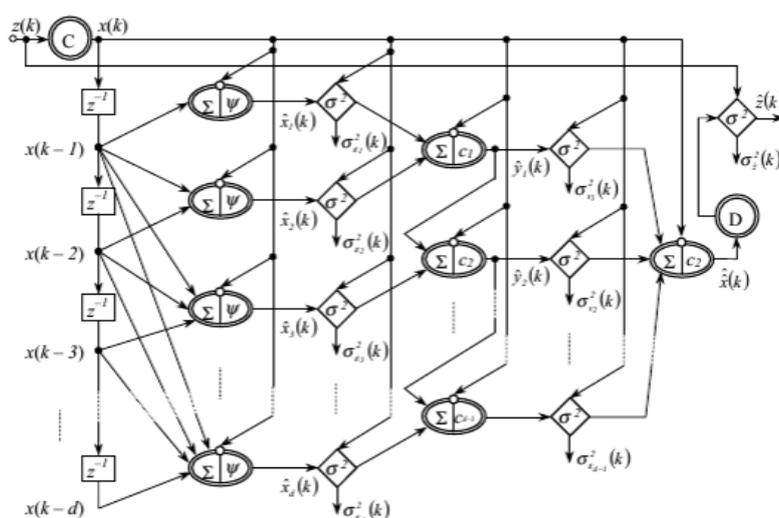


Рис. 1 - Схема рекуррентной прогнозирующей нейронной сети

Обучение нейронной сети было реализовано по принципу «наставничества». Для этого была написана еще одна нейронная сеть - учитель, которая генерировала разные значения датчиков и присваивало им разные типы аварийных ситуаций. Предлагаемы

нейронная сеть является специализированной вычислительной структурой, предназначенная для прогнозирования и раннего обнаружения изменений свойств стохастических последовательностей.

Вывод

Проведена разработка и реализация автоматизированной системы прогнозирования аварийных ситуаций на объектах добычи и переработки нефти и газа. Были проанализированы системы СУПБ. Был создан прототип системы, на базе которого в дальнейшем будут проходить работы по улучшению технологии. Были разработаны сценарии использования системы. В дальнейшем планируется вывод системы из этапа прототипа, доработка системы обработки данных.

Библиографический список

1. Коррозия и защита металлических конструкций и оборудования / И. М. Жарский [и др.]. Минск : Вышэйшая школа, 2012, 304 с.
2. Ресурс безопасной эксплуатации сосудов и трубопроводов / Махутов Н.А. [и др.]. Новосибирск, 2005, 304 с.
3. Положение о внутритрубной диагностике трубопроводов КС и ДКС ОАО «Газпром»: СТО Газпром 2-2.3-066-2006. 2006. 91 с.
4. Правила устройства электроустановок: Приказ Минэнерго РФ от 08.07.2002 N 204. Введ. 2002-08-08. 56 с.

ВЫЧИСЛЕНИЕ ДВОЙНОГО ИНТЕГРАЛА ДЛЯ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Э.И. Таминдаров

Научный руководитель – Быкова О.Г.

кандидат техн. наук, доцент

Санкт-Петербургский горный университет

С оценки запасов нефтяного месторождения начинается работа по его разработке. Существует различные методы определения запасов нефти, и самым распространённым из них является объемный метод. С помощью этого метода подсчитываются абсолютные начальные (геологические) и промышленные (балансовые) запасы нефти, содержащиеся в недрах. В практике добывается лишь некоторая их часть.

Объемный метод основан на вычислении объема пласта с последующим его умножением на коэффициенты, отражающие свойства пласта и нефти (коэффициент пористости, нефтенасыщенности, нефтеотдачи, объемного коэффициента и др.). Объем пласта предлагается вычислять как произведение площади нефтеносности на средневзвешенную нефтенасыщенную толщину пласта [1]. И это подходит для хорошо выдержанных пластов, у которых мощность не сильно колеблется по величине. Однако чаще всего встречаются нефтяные залежи, приведенные на рисунке 1.

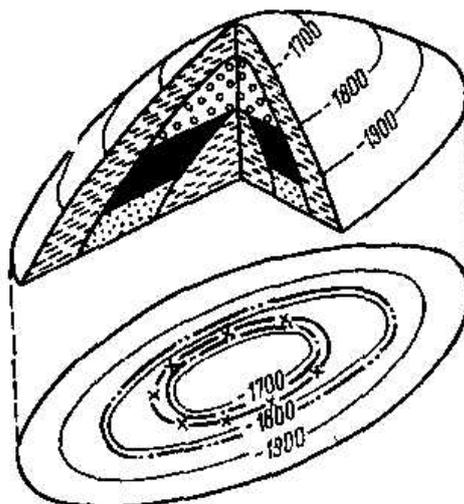


Рис. 1. Залежь нефти и газа.

Для таких форм залежи более адекватным будет вычисление объема как двойного интеграла. Подобная задача уже была рассмотрена в работе Осташковым [2], где залежь имела форму шарового сегмента. Однако это очень идеализированный вариант. По рисунку 1 видно, что залежь скорее представляет собой часть эллипсоида. Мною уже была рассмотрена задача по вычислению двойного интеграла как объема хорошо выдержанного пласта прямоугольной формы в табличном процессоре MicrosoftExcel [3]. В нашем же случае вычисление двойного интеграла для части эллипсоида сложно реализуется в Excel, поэтому такой расчет можно производить в пакете компьютерной математики MathCAD. Для вычисления двойных интегралов используется кнопка вызова определенного интеграла подпанели Матанализ (Calculus): двойной щелчок этой кнопки вызывает шаблон, на месте меток которого вводятся пределы интегрирования, подынтегральная функция и переменные интегрирования.

Для сравнения представлены вычисления для разных величин полуосей эллипсоида в таблице 1, где a , b , и c – это полуоси эллипсоида в метрах, V – объем части эллипсоида в м^3 . На рисунке 2 представлен пример третьего вычисления в пакете компьютерной математики MathCAD.

Таблица 1 - Полученные результаты.

a , м	b , м	c , м	V , м^3
100	125	90	2355000
110	90	100	2072000
80	60	120	1206000

$$\int_{-80}^{80} \int_{-\sqrt{3600 - \frac{3600}{6400}x^2}}^{\sqrt{3600 - \frac{3600}{6400}x^2}} \sqrt{14400 - \frac{14400}{6400}x^2 - \frac{14400y^2}{3600}} dy dx = 1.206 \times 10^6$$

Рис. 2 – Вычисление в MathCAD

Предложен вариант вычисления объема нефтяного пласта, содержащего нефтяную залежь, при подсчете запасов объемным методом.

Библиографический список

1. Арчegov В.Б. Геология месторождений углеводородного сырья. С-Пб./ Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2013.- 58 с.
2. Осташков В.Н. Практикум по решению инженерных задач математическими методами, 2013. – 121 с.
3. Таминдаров Э.И., Быкова О.Г. Методика расчета объема нефтяного пласта в табличном процессоре MicrosoftExcel. Организационно-экономические инструменты и механизмы развития современного бизнеса. Санкт-Петербург: ООО «Национальный информационный канал», 2021.- С. 153-159..

Секция 10. КОСМИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДОВ РАЗДЕЛЕНИЯ КАНАЛОВ В СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

М.С. Поборуева, О.А. Бодров

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

Как правило, системы передачи информации являются многоканальными, в которых необходимо обеспечить множественный доступ пользователей. Множественный доступ — это совокупность мер по обеспечению возможности параллельной работы многих пользователей в рамках частотно-временного ресурса, выделенного данной системе [1]. Для объединения пользователей на фиксированных каналах радиосвязи можно использовать три основных метода, относящихся к линейным:

1. FDMA – с частотным разделением каналов.
2. TDMA – с временным разделением каналов.
3. CDMA – с кодовым разделением каналов.

Множественный доступ с частотным разделением был первоначальным методом множественного доступа для сотовых систем. В этом методе пользователю назначается пара частот при передаче или приеме вызова. Одна частота (базовая станция-мобильная) используется для нисходящей линии связи и одна пара (мобильная станция-базовая) для восходящей линии связи. Эта частотная пара не используется в одной и той же ячейке или соседних ячейках во время вызова.

В течение периода вызова ни один другой пользователь не может совместно использовать один и тот же канал. Если канал FDMA не используется, то он простаивает и не может быть использован другими пользователями для увеличения или совместного использования емкости. Даже если пользователь не разговаривает, спектр не может быть переназначен, пока есть вызов.

Мультиплексирование с частотным разделением (FDMA) позволяет использовать дополнительное пространство в каждом канале для передачи более одного сигнала. Сдвигая частоту некоторых сигналов на определенную величину, можно сместить спектр этого сигнала в неиспользуемую полосу на этом канале. Таким образом, несколько сигналов могут передаваться по одному каналу, не разделяя временные срезы, как в схемах мультиплексирования с временным разделением.

При аналоговой передаче сигналы обычно мультиплексируются с использованием FDMA. При этом несущая полоса пропускания делится на подканалы различной ширины, каждый из которых одновременно передает свой сигнал.

Каждый отдельный канал занимает конечный частотный диапазон, обычно кратный заданной базовой частоте. Традиционные наземные микроволновые и спутниковые каналы связи используют FDMA. Система на основе FDMA используется не только в системах сотовой связи, телерадиовещание, а также в других системах радиосвязи.

Множественный доступ с временным разделением (TDMA) сокращает полосу пропускания спектра [1]. TDMA позволяет каждому пользователю получить доступ ко всему радиочастотному каналу за короткий промежуток времени вызова. Другие пользователи используют один и тот же частотный диапазон в разных временных интервалах. Базовая станция постоянно переключается от пользователя к пользователю в рамках этого частотного диапазона.

Система TDMA делит спектр на временные интервалы, причем в каждом слоте находится только один пользователь, способный передавать и принимать данные. Каждый пользователь занимает циклически повторяющийся временной интервал, поэтому канал можно рассматривать как определенный временной интервал, повторяющий каждый кадр.

TDMA – использует меньшее количество каналов и более простые приемники для передачи данных из нескольких источников к получателям. TDMA также использует меньшую полосу пропускания, чем сигналы FDMA, что впоследствии увеличит необходимую полосу пропускания передачи. Как правило, применяют синхронный TDMA, в котором передатчик и приемник точно знают, какой сигнал передается. Система на основе TDMA используется в системах сотовой связи стандартов GSM. Недостатком статистического TDMA является то, что отправитель должен указать заголовок, а получатель должен прочесть заголовок и (если пакет переадресован) отправить пакет к месту назначения.

Множественный доступ с кодовым разделением основан на технологии «расширения» спектра [1]. В связи с чем он пригоден для зашифрованных передач. CDMA увеличивает пропускную способность спектра, позволяя всем пользователям одновременно занимать все каналы.

В системе CDMA узкополосный сигнал сообщения умножается на сигнал с очень большой полосы пропускания, называемым расширяющим сигналом. Расширяемый сигнал представляет собой псевдошумовую кодовую последовательность, которая имеет скорость на порядки превышающую скорость передачи данных сообщения. Все пользователи в системе CDMA, используют одну и ту же несущую частоту. Каждому пользователю соответствует свое псевдослучайное кодовое слово, которое псевдо ортогонально всем остальным кодовым словам.

Затем приемник выполняет операцию временной корреляции для обнаружения необходимого кодового слова. Все остальные кодовые слова появляются как шум из-за декорреляции. Чтобы обнаружить сигнал сообщения, приемник должен знать кодовое слово, используемое передатчиком. Каждый пользователь работает самостоятельно, без

ведома других пользователей. Система на основе CDMA используется в системах сотовой связи, GPS, ГЛОНАСС.

В зависимости от количества каналов, полосы используемых частот, временного ресурса, скорости передачи информации, требованиям к помехоустойчивости и скрытности передаваемой информации рекомендуется использовать то или иной линейное разделение каналов.

Библиографический список

1. Макаренко С.И., Сапожников В.И., Захаренко Г.И., Федосеев В.Е. Системы связи. — Воронеж: Издание ВАИУ, 2011. — 285 с.

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ФОТОФИКСАЦИИ

Р.Н. Соболев

Научный руководитель – Хныкин А.В., к.т.н., Якунин Ю.Ю., к.т.н.

Сибирский федеральный университет

Институт космических и информационных технологий

С развитием технологий и общества всё более острым является вопрос о сохранении конфиденциальных данных, т.к. всё больше развиваются методы и способы обхода систем безопасности с помощью, например, устройств фото и видео фиксации. Вместе с тем системы безопасности также могут использовать фото и видео фиксацию для выявления нарушений протоколов обращения с данными.

Целью настоящей работы является программная реализация алгоритма поиска в руке человека объекта, похожего на смартфон. Для достижения цели работа была разбита на две задачи: поиск подходящего алгоритма и программную реализацию. Так как комбинирование методов обнаружения объектов может повысить эффективность, алгоритм поиска разбит на две части. Первая часть – это обнаружение кисти руки человека, а вторая – поиск объекта в руке. Объединение этих двух алгоритмов может дать ответ на вопрос, происходит ли фотографирование или процесс очень близкий к нему.

Для решения первой задачи, а именно поиска кисти руки на изображении, выбран алгоритм определения ключевых точек кисти руки. Модель кисти руки содержит 21 ключевую точку для расчёта её трехмерного ориентира. Обнаружение кисти руки – сама по себе сложная задача. Сложность задачи заключается в том, что модель должна уметь работать с кистями рук разных размеров и их положений, из-за чего приходится изменять кадр по отношению ко всему изображению [1].

Алгоритм состоит из нескольких работающих вместе моделей: модель обнаружения кисти руки, модель ориентира, детектор кисти. Предоставление точно обрезанного изображения кисти руки для модели ориентира резко снижает потребность в увеличении данных и вместо этого позволяет сети направить большую часть своих возможностей на точность прогнозирования координат [1].

Модель ориентира руки была изменена в части, которая предсказывает координаты сустава руки из-за того, что работа

происходит с одним конкретным кадром – изображением. Положение руки статично, и с помощью этого можно сказать, в каком положении находится кисть руки при сравнении текущих координат с заранее заданными в эталонном положении.

Для улучшения точности определения кисти руки в работе использовалась уже обученная нейронная сеть, которая даёт выход в форме ориентированных графов. Один вход порождает один выход, что позволяет выполнять вычислительный граф с большей скоростью. Вершины графа – это некоторые преобразования данных, которые рассчитываются индивидуально.

Решение второй части задачи заключается в том, что координаты, полученные в первой части, ограничивают поле видимости для второго алгоритма, что позволяет повысить точность определения объекта. Для определения объекта был выбран метод Виолы-Джонса [2]. Так как объект имеет только частичную видимость, вводились новые признаки определения объекта: углы некоторого прямоугольника и среднее расстояние между координатами. Дополнительным признаком также была выделена камера смартфона.

Входящее изображение, которое хранится в интегральном формате, проходит проверку прямоугольного признака на конкретной позиции за константное время, что является их преимуществом по сравнению с более точными вариантами. Среднее расстояние между координатами было выбрано из-за стандартизации размеров смартфона, это позволяет привязаться к среднему расстоянию между координатами точек на кисти руки, как к признаку объекта.

Тестирование алгоритма происходило на статичных изображениях. Определение кисти руки и отрисовка ее координат происходит с незначительными искажениями. По координатам руки область поиска объекта значительно сужается, что даёт прирост в скорости работы второй части алгоритма. Результаты работы алгоритма представлены на рисунке.



Рисунок. Результат работы комбинированного алгоритма

По результатам проведения тестирования можно сделать вывод о том, что алгоритм поиска кисти руки с объектом на изображении позволяет оценить вероятность того, что на изображении зафиксирован процесс

фотографирования Алгоритм имеет ряд допущений, а именно: определение наиболее пригодных координат руки для сужения области поиска объекта. Вместе с тем видятся возможности для улучшения скорости нахождения телефона путем ограничения модуля отрисовки координат рук.

Библиографический список

1. Lugaresi C. et al. Mediapipe: A framework for building perception pipelines. – 2019.
2. Viola P., Jones M.J. Rapid object detection using a boosted cascade of simple features: IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition. – Kauai, Hawaii, USA, 2001. – 518с.

**АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ
АЛГОРИТМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ГИС**

А.И. Таганов, М.И. Цыцына, А.А. Фолomeев

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

В докладе рассматривается проблема надежности многомерных алгоритмических процессов в геоинформационных системах (ГИС), анализируются методы оценки и обеспечения их надежности. При этом под алгоритмическим процессом (АП) понимается развернутая во времени последовательность действий, операций или работ, выполнение которых обеспечивает достижение цели [1-3]. Под многомерным АП понимается такой процесс функционирования ГИС, при выполнении которого могут вноситься, обнаруживаться и устраняться ошибки разных типов. Наглядными примерами многомерных АП являются технологический процесс производства и контроля электронной аппаратуры, процесс функционирования «оператор-ЭВМ» в геоинформационной системе и другие.

При оценке надежности функционирования многомерных АП в ГИС могут использоваться такие показатели как: вероятность отсутствия ошибок на выходе АП, вероятность наличия ошибки определенного вида, среднее время выполнения АП, средняя стоимость выполнения АП. При этом при надежном проектировании АП возникает необходимость решения задачи анализа, состоящей в прогнозировании показателей надежности на основе структуры АП и вероятностных, временных и стоимостных характеристик операторов и логических условий. Также возникает задача синтеза, состоящая в генерировании такого варианта АП, который обеспечит необходимые уровни показателей надежности. Здесь к наиболее распространенным задачам синтеза АП относятся: расстановка контрольных точек, выбор кратностей и долей контролей, выбор способов реализации операций процесса и другие.

Существующие методы работы по оценке и моделированию надежности АП в ГИС можно проклассифицировать в зависимости от типа АП, показателей надежности (четкие, нечеткие), типа ошибок (бинарные, многоарные), ошибок при контроле (отсутствуют, только 2-го рода, 1-го и 2-го рода), наличия неопределенности исходных данных

(математическое ожидание, дисперсия, вероятностное распределение, нечеткое распределение). Согласно рассмотренной классификации методов моделирования надежности АП следует отметить работу [2], посвященную исследованию методов нечеткой теории надежности АП. Согласно рассмотренным здесь вопросам моделирования АП отмечена возможность спрогнозировать нечеткие вероятности правильного выполнения и время АП по экспертным оценкам характеристик надежности. При этом современное состояние теории моделирования надежности алгоритмических структур показывает, что отсутствуют эффективные нечеткие модели моделирования и оптимизации алгоритмических структур для процессов с многоарными ошибками [2], что характерно для моделирования надежности АП в ГИС.

На практике оптимизировать надежность АП в ГИС возможно с использованием методов структурной оптимизации АП (путем варьирования перечнем и количеством контрольных процедур или вариантами реализаций операторов и логических условий) или с использованием способов параметрической оптимизации (путем варьирования факторами, влияющими на характеристики надежности операторов и логических условий).

Известные методы моделирования и оптимизации надежности АП, представленные в литературе [1-3], классифицированы: по типам задач оптимизации (расстановка контролей, выбор реализаций операций, общая задача структурной оптимизации, параметрическая оптимизация, структурно-параметрическая оптимизация); по методам оптимизации (полный перебор, динамическое программирование, метод ветвей и границ, линейное программирование, эвристики); по критериям оптимальности (безошибочность, время, стоимость или прибыль, вероятность ошибок разных типов, вероятность прерывания, количество контролей); по ограничениям (безошибочность, время, стоимость или прибыль, вероятность ошибок разных типов, вероятность прерывания, количество контролей); по виду целевой функции (четкая, нечеткая); по виду ограничений задачи (четкие, нечеткие) и по целевому виду (четкая или нечеткая цель). Из рассмотренных классификаций следует, что исследования сосредоточены на решении частных задач структурной оптимизации АП по критериям безошибочности, времени и стоимости. И далеко не исследованы задачи параметрической оптимизации и смешанные задачи структурно-параметрической оптимизации.

Анализ применимости известных методов оптимизации надежности АП к решению задач оптимизации АП «оператор-ЭВМ» в ГИС свидетельствует о необходимости использования методов нечеткой оптимизации надежности АП [2]. Представленные здесь исследования относятся к решению задач нечеткой структурной оптимизации АП и заключаются в выборе вариантов реализаций операторов и логических условий по критериям нечеткой безошибочности и нечеткого времени. При этом для решения задач нечеткой оптимизации АП «оператор-ЭВМ» в ГИС возможны два подхода к исследованию нечеткой оптимизации АП. Первый подход основан на известных методах сведения нечеткой оптимизации к четкой на основе введения эвристических правил сравнений нечетких чисел или оптимизации на основе значений

некоторых сечений функций принадлежности [2]. Второй подход состоит в применении принципа Белмана-Заде о слиянии целей и ограничений из нечеткой теории принятия решений [4].

Библиографический список

1. Taganov, A.I., Kolesenkov, A.N., Perepelkin, D.A., Zhuravlev, D.S. Management of educational risk on the basis of data mining in GIS // Proceedings of the 2017 International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies", IT and QM and IS 2017. - С. 577-580.

2. Ротштейн А.П., Штовба С.Д., Козачко А.Н. Моделирование и оптимизация надежности многомерных алгоритмических процессов. – Винница: «УНИВЕРСУМ-Винница», 2007. - 215 с.

3. Таганов А.И., Цыцына М.И. Модели анализа и прогнозирования структурной надежности информационных систем на этапе проектирования // В сборнике: Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2020. Сборник трудов III международного научно-технического форума. - Рязань, 2020. Том 6. - С. 209-214.

4. Белман Р., Заде Л. Принятие решений в расплывчатых условиях. // Вопросы анализа и процедуры принятия решений. – М.: Мир, 1976. – С. 172-215.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ВРЕМЕННЫХ РЕСУРСОВ В ПРОЕКТАХ ПО РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

В.О. Лизунова

Научный руководитель – Шелест А.В.
магистр техники и технологии

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

Расчет времени – это оценка количества часов, необходимых для выполнения задачи или серии задач. Для правильного расчета временных затрат на выполнение проекта необходимо знать – какое количество времени и усилий нужно вложить в проект.

Правильная оценка времени важна по следующим причинам:

– недооценка времени и усилий может привести к тому, что будет предложена работа по стоимости, несоответствующая тем ресурсам, которые будут потрачены на ее выполнение;

– переоценка времени и усилий – может привести к тому, что заказ не будет получен вовсе.

Здесь возникает закономерный вопрос: как наиболее точно рассчитать время выполнения проекта. Однозначный ответ на данный вопрос дать невозможно по ряду причин. Неопределенность в данном вопросе может вызвать трудности во взаимодействии с заказчиком.

В существующих компаниях по разработке программного обеспечения используются различные методы оценки временных ресурсов на реализацию проекта. Чаще всего используются следующие методы расчета времени на выполнение проекта:

- 1) метод расчета с использованием коэффициента погрешности;
- 2) метод расчета с использованием стори поинтов.

Главным отличием первого метода от второго являются единицы измерения затрачиваемого на реализацию проекта. В первом методе – это часы, а во втором – относительные единицы, именуемые стори поинтами.

Суть первого метода сводится к тому, что к ранее запланированному на выполнение проекта времени добавляются дополнительные временные промежутки. Величина такого промежутка основывается как на предыдущем опыте работы команды, так и на других факторах, которые существенно могут повлиять на процесс выполнения проекта. Исходя из этого, суммарное время реализации проекта может быть выражено формулой

$$T_{\text{сум}} = T_{\text{осн}} + T_{\text{доп}} \quad (1)$$

где $T_{\text{осн}}$ – основное время реализации; $T_{\text{доп}}$ – дополнительное время, выделенное на выполнение проекта.

При этом, расчет основного времени реализации выполняется по формуле

$$T_{\text{осн}} = \sum_{i=1}^n \quad (2)$$

где \square_{\square} – время выполнения одной задачи, мин.

Несмотря на то, что суммарное время уже учитывает дополнительное время на выполнение проекта, менеджеры проекта еще больше увеличивают время реализации проекта, используя для этого коэффициент погрешности. В результате, итоговое время выполнения проекта может быть рассчитано по формуле

$$T_{\text{итог}} = T_{\text{сум}} * k_{\text{пг}} \quad (3)$$

где $\square_{\text{пг}}$ – коэффициент погрешности выполнения проекта равный 1,5.

При таком подходе необходимо учитывать мнение заказчика, так как чем выше коэффициент погрешности, тем выше будет итоговая стоимость выполнения проекта. Для некоторых заказчиков такое увеличение стоимости проекта может быть критичным [1].

Второй способ оценки времени основывается на использовании стори поинтов – единица измерения, выражающая оценку общих усилий, которые необходимы для полной реализации определенной части работы.

Команда разработки присваивает оценку в стори поинтах в зависимости от сложности и объема работы, а также на основании риска или неопределенности. Как правило эти значения устанавливаются таким образом, чтобы эффективнее разбивать работу на более мелкие части, тем самым устраняя неопределенность. Со временем это помогает команде понять, чего она может достичь за определенный период

времени, что, в свою очередь, способствует более точному планированию последующих участков работы [2].

Для простоты расчета и оценки, в качестве стори поинтов может быть использовано число из ряда Фибоначчи [3]. Данное число является своеобразной оценкой, которая существует только относительно других задач команды и не требует повышенной точности. Иногда для начала работы с подходом за 1 стори поинт берут задачу, которую вся команда может реализовать за 1 день, а оставшиеся оценки затем корректируются на основании значения 1 стори поинта.

Все вышесказанное показывает, что каждому методу присущи те или иные недостатки. Возможным вариантом их устранения может быть построение модели расчета временных затрат, которая бы полностью или частично их нивелировала.

Библиографический список

1. Оценка времени, необходимого на разработку [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://proglib.io/p/development-time>.

2. Какие способы оценки задач используют [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://javarush.ru/groups/posts/3443-uspetjh-k-dedlaynu-kakie-sposobih-ocenki-zadach-ispoljhzujut-razrobotchiki>.

3. Стори Поинты (StoryPoints) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://scrumtrek.ru/blog/agile-scrum/scrum-glossary/3788/story-points>.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К СИСТЕМЕ ОЦЕНКИ ВРЕМЕНИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ

Н.В. Куликов

Научный руководитель — Таганов А.И.

д-р техн. Наук, профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В докладе рассматриваются несколько систем для оценки времени и денежных затрат на разработку программного обеспечения. На основе этого обзора делается вывод о требованиях к разрабатываемой системе.

1. Онлайн-калькуляторы для расчета времени оценки. В данном подразделе рассмотрен ряд так называемых «калькуляторов» для расчета времени и стоимости разработки приложений. В целом, эти приложения рассчитаны в основном на мобильную и WEB-разработку.

К приложениям такого типа можно отнести: OOOZOU, VenturePact, Kinvey, Crew, Cleveroad и другие системы.

Структура таких приложений схожа: для того, чтобы получить оценку, пользователю необходимо ответить на ряд вопросов (для какой платформы ведется разработка, тип интерфейса, требующиеся дополнительные функции и т.д.). После ответа на все вопросы пользователю выдается оценка в часах и/или в денежных средствах.

Из достоинств такого подхода можно выделить простоту использования — необязательно использовать какое-либо моделирование и проектирование для оценки времени на разработку.

Также из плюсов можно отметить использование разнообразных критериев, учитывается множество факторов.

Недостатками является закрытый алгоритм расчета — не очень ясно каким образом рассчитывается оценка. Также из минусов можно отметить узкая направленность таких приложений, которые используются для рядовых проектов мобильной или WEB-разработки. Отсутствие шаблонов также является недостатком данных систем — при повторном просчете схожего проекта анкету придется заполнять заново.

2. TimeTimeTime. Данная система также представляет собой Web-приложение. Программа делится на три основных части:

- проекты — позволяет добавлять в систему данные о проектах, оценку которых необходимо произвести;
- данные для расчетов — позволяет добавлять в систему шаблоны, учитывать тип продукта и категорию работы, заполнять данные об исполнителях и непрямым расходах;
- настройки — позволяет настроить в систему в целом: управление подписками, задание параметров компании, в том числе такие критерии, как процент прибыли, налога и прочее.

Данный продукт, как и предыдущее средство, позволяет считать расходы не только в часов, но и в денежных средствах.

Достоинствами данного средства являются:

- множество учитываемых критериев (налоговый процент, процент от продаж и пр.);
- результат выдается не одним числом, а целым набором статистики с графиками;
- использование шаблонов для однотипных проектов.

Недостатки системы:

- система нацелена больше на расчет денежной стоимости нежели временных затрат. Про трудоемкость проекта речи вообще не идет;
- не используется какой-либо теоретический базис (язык моделирования, методика и т.д.). То есть по сути это также очередной «калькулятор» затрат.

3. Estimate Platform. Система Estimate Platform от компании Simbir Soft предназначена для оценки затрат на разработку проекта в IT-сфере в часах или денежных средствах. Система больше ориентирована на разработку Web- и мобильных приложений, однако ее вполне можно использовать и под проекты другого рода.

В системе создаются проекты. Проекты делятся на фазы, а фазы в свою очередь на задачи. Оценка проекта складывается из суммы оценок фаз, а оценка фазы из суммы оценок задач. Оценки задач или фаз, если в ней нет задач, могут задаются вручную, то есть затраты считаются путем экспертной оценки. Причем оценка задается не одним числом, а диапазоном (позитивная и негативная оценки). Результат выдается в двух видах:

- суммарная оценка (все часы суммируются);
- оценка PERT.

Из достоинств средства можно выделить опору на методику оценки времени на разработку PERT. Также использование типовых шаблонов сокращает время на оценку работы. Можно отметить и учет некоторых

факторов (риски, исправление ошибок, тестирование). Простота и удобство интерфейса тоже являются неоспоримыми преимуществами инструмента — начинающему пользователю нет нужды изучать множество документации для работы с системой, все интуитивно понятно.

Главным недостатком системы является то, что она по своей сути, является неким «умным калькулятором» для расчета времени и средств. Оценка системы будет производиться быстрее в данной системе, нежели в табличном процессоре с формулами, однако все данные все равно заполняются пользователями вручную. Также не предусмотрено использование моделей какой-либо нотации (UML, IDEF и пр.).

Таким образом, исходя из данных, полученных в результате обзора существующих систем, можно сделать вывод, что разрабатываемая система должна определять критерии разрабатываемого проекта из некой модели (например, UML-диаграммы), должна использовать опыт прошлых разработок, причем не только использовать шаблоны схожих проектов, но и некий математический аппарат (методы аппроксимации, вероятностный подход).

Помимо этого, система должна обеспечивать выбор типа проекта — ведь для проекта мобильного приложения и для программы автоматической линии для программируемого контроллера будут иметь совершенно различные критерии оценки и оценивать их в одних категориях бессмысленно.

АНТЕННЫЙ БЛОК ДЛЯ БОРТОВОЙ ПАССИВНОЙ ФАР С ЭЛЕКТРОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ЛУЧОМ

В.А.Титкин

Научный руководитель – Витязев С.В.

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

Неотъемлемой частью любой радиосистемы является антенно-фидерное устройство, к которому предъявляется ряд требований, зависящих от назначения радиосистемы и условий размещения антенны. Направленные свойства, частотные, энергетические характеристики антенны во многом зависят от диапазона рабочих частот. В диапазоне сверхвысокочастотных (СВЧ) волн антенна создает узкую диаграмму направленности с шириной в единицы и доли градусов, а также имеет коэффициент усиления равный десяткам и сотням тысяч (40-50дБ). [1]

Современная радиолокация, радиосвязь и радиоастрономия предъявляют постоянно возрастающие требования к антеннам с большими апертурами. Такие антенны должны осуществлять быстрое сканирование в пространстве и также выполнять другие функции. Такими возможностями обладают фазированные антенные решетки.

Широкое применение получили сканирующие остронаправленные антенны СВЧ диапазона. При механическом сканировании выполняется поворот антенного устройства, однако скорость такого сканирования ограничена. Поэтому все чаще применяют электронное управление фазового распределения, фазированные антенные решетки, со

скоростью сканирования пространства на порядки выше, чем у механического сканирования. [2]

Получение различных видов амплитудно-фазовых распределений в (ФАР) может оказаться намного проще, чем в рупорных, зеркальных, линзовых и других антеннах, так как в блок распределения мощности ФАР можно добавить различные элементы: делители, фазовращатели, направленные ответвители и другие элементы способные изменять амплитудно-фазовое распределение. [1]

В ФАР направление и скорость движения луча определяется фазовым распределением электромагнитных волн в апертуре антенны, которое обеспечивается благодаря фазовращателям. Такие характеристики, как коэффициент усиления антенны, форма луча, коэффициент полезного действия и коэффициент использования поверхности апертуры определяются системой распределения мощности по плоскости раскрыва ФАР.

В данной работе разработан антенный блок для бортовой пассивной фазированной антенной решетки с электронным управлением лучом. Получены следующие результаты: диаграмма направленности $2,5^\circ$, угол сканирования 40° , уровень боковых лепестков минус 26дБ.

Библиографический список

1. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток: Учеб. пособие для вузов/ Под ред. Д.И. Воскресенского. Изд. 4-е, перераб. и доп. М.: Радиотехника, 2012. 744 с.
2. Амитей Н. Теория и анализ ФАР, 1974. 449с.

СИНФАЗНАЯ АНТЕННАЯ РЕШЕТКА В ВОЛНОВОДНОМ ИСПОЛНЕНИИ

И.А. Новиков

Научный руководитель – Витязев С.В.

доцент

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

Последние десятилетия характеризуются быстрым прогрессом техники СВЧ, развитием на ее основе отраслей приборостроения и, в частности, антенной техники.

В настоящее время широкое распространение получили остронаправленные сканирующие антенны СВЧ. Сканирование позволяет осуществлять обзор окружающего пространства, сопровождение движущихся объектов и определение их угловых координат. [2]

К параметрам современных БРЛС предъявляются все более жесткие требования. Поэтому учитывая актуальность данного вопроса, в данной ВКР проведена разработка синфазной антенной решетки в волноводном исполнении, обеспечивающей требуемые коэффициент усиления и амплитудное распределение при заданной структуре плоскости раскрыва. [1]

Разрабатываемое устройство предназначено для обзора пространства, определения угловых координат цели и сопровождения движущихся объектов.

Рабочий диапазон частот лежит в пределах 9200 - 9500 МГц. Коэффициент усиления антенной решетки (основной канал): не менее 28 дБ. Уровень бокового излучения основного канала, в секторе $\pm 10^\circ$, составляет не более -21 дБ. Входная мощность основного канала равна 1500 Вт. Коэффициент усиления антенной решетки должен составлять не менее 12 дБ, при этом входная мощность канала госопознавания равна 10 Вт.

Библиографический список

1. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток: Учеб. пособие для вузов/ Под ред. Д.И. Воскресенского. Изд. 4-е, перераб. и доп. М.: Радиотехника, 2012. 744 с.
2. П.А. Бакулев. Радиолокационные системы: Учебник для вузов. изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Радиотехника, 2007. – 367 с., ил.

ПРОЦЕСС ПОДГОТОВКИ ДАННЫХ ДЛЯ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ УВЕЛИЧЕНИЯ РАЗРЕШЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ, СНЯТЫХ С ПОМОЩЬЮ СПУТНИКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Е. В. Тишковец

Научный руководитель – Еремеев В.В.

д-р техн. наук, профессор

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

В докладе рассматривается процесс подготовки данных для обучения, тестирования и валидации сверточной нейронной сети, предназначенной для улучшения разрешения изображений спутниковых снимков. Статья может быть полезна тем, кто интересуется применением искусственного интеллекта как геоинформационной технологии.

1. Особенности создания и обработки спутниковых снимков

В воздушном пространстве околоземные спутники пролетают по орбите вокруг Земли на расстоянии около 350 км от нее. Даже несмотря на мощные оптические приборы, находящиеся на этих аппаратах, и применяемые современные технологии, расстояние до планеты слишком велико, чтобы получать достаточно качественные снимки[1]. Оригиналы спутниковых изображений – файлы с огромным разрешением, которые могут достигать нескольких десятков или сотен гигабайт [2].

Однако для того, чтобы получить качественный по детализации результат после улучшения разрешения изображения с помощью сверточной нейронной сети, необходим именно оригинал изображения. В то же время, сеть не способна ни предсказывать результат, ни обучаться на данных такого большого размера [3]. Также желательно, чтобы сеть не выдавала результат относительно долго, потому что в случае любого перебоя электричества или аппаратуры, все уже обработанные данные будут безвозвратно утеряны. А, как известно, время обработки кадра

сетью прямо пропорционально размерам и разрешению изображения, которое поступило к ней на вход [4].

2. Решение по подготовке данных для обучения и работы сверточной нейронной сети

В данной ситуации лучшим решением было бы использовать одновременно и оригинал спутникового изображения, и фрагменты малого размера в качестве входных данных для предсказания сверточной нейронной сети. В связи с этим было придумано решение по подготовке данных для работы нейронной сети, которое учитывает оба условия. Для начала разберем план подготовки данных для обучения сети:

1. Сбор оригиналов спутниковых изображений

2. Разбиение каждого оригинала спутникового изображения на набор фрагментов заранее установленного размера (около 30-40 пикселей)

3. Разметка данных

Разберем подробнее каждый пункт. В самом начале необходимо собрать набор оригинальных спутниковых изображений из первоисточников. Далее происходит разбиение каждого оригинала на набор фрагментов. Здесь возможно вариативно задавать различные параметры, такие как размер фрагмента, соотношение сторон и пр. для удовлетворения требований поступающих изображений на вход нейронной сети. Полученные фрагменты следует сохранить и обозначить как оригинальные фрагменты, которые будут эталоном для нейронной сети. Количество фрагментов должно быть достаточным для того, чтобы сеть не переобучилась. На этапе разметки данных необходимо создать фрагменты, которые являются ухудшенными копиями оригинальных фрагментов. Для этого к каждому оригинальному фрагменту применяется понижающая дискретизация. Таким образом, в результате из набора оригинальных снимков получается два набора данных – оригинальные фрагменты и фрагменты с ухудшенным разрешением. На основании этих данных можно составить обучающую, валидационную и тестовые выборки для обучения сверточной нейронной сети.

Разберем также план для работы нейронной сети на предсказание результата:

1. Получение изображения, разрешение которого необходимо повысить

2. Разбиение изображения на набор фрагментов заранее установленного размера

3. Предсказание результирующих фрагментов с повышенным разрешением для всего набора

4. Склеивание в единое изображение результирующих фрагментов

При работе сверточной нейронной сети на предсказание, в качестве входных данных после разбиения оригинала на фрагменты она получит изображения того же размера, на которых обучалась. Только, в отличие от процесса обучения модели, теперь необходимо сохранить и собрать все фрагменты, которая предсказала сеть, в единое изображение. Данный подход является также относительно надежным, так как промежуточные результаты предсказания и разбиения должны

сохранятся, и в случае перебоев оборудования потеря данных будет невелика и легко восстанавливаема.

Таким образом, мы показали подход, который может быть осуществлен для подготовки данных для решения задачи повышения разрешения изображений с помощью сверточной нейронной сети.

Библиографический список

1. Сомов А.М., Корнев С.Ф., Спутниковые системы связи: Учебное пособие, Издательство "Горячая линия-Телеком", 2018г, 244стр.

2. Головинов Е.Э., Бородычев В.В., Лытов М.Н., Киселев С.А. – Мониторинг гидромелиоративных систем по спутниковым снимкам из открытых источников, Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование - 2018г. №4.

3. Головкин В. А., Краснопрошин В. В., Нейросетевые технологии обработки данных, Белорусский государственный университет, 2017г, 263стр.

4. Соробин А. Б., Сверточные нейронные сети: примеры реализаций: Учебно-методическое пособие, МИРЭА - Российский технологический университет, 2020г, 159стр.

АНАЛИЗ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ДИНАМИКИ ОБЛАСТИ ДЕСТРУКЦИИ

М. А. Бакулева, А.В. Бакулев

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Регенерация костной ткани при деструктивных процессах различной этиологии может иметь трудно прогнозируемую динамику, что связано с большим количеством факторов, таких как: возраст пациента, наличие сопутствующих заболеваний и прочее. Обоснованное принятие решения о безоперационном или операционном хирургическом вмешательстве является трудной задачей и часто решается коллегиально. Разработанная автоматизированная система, позволяет провести уточнение рентгеновского снимка на основе математических моделей Кэнни, а также провести автоматизированную оценку динамики и рисков, связанных с различными критическими факторами из анамнеза. Также реализован функционал точного определения динамики срастания области деструкции.

Разработанная информационная система не имеет аналогов, доведенных до практической реализации. На сегодняшний день, мониторинг динамики регенерации костной ткани осуществляется врачом без привлечения автоматизированных средств обработки информации.

Разработанный автоматизированный программный продукт мониторинга обладает предсказательной функцией на основе многокритериального анализа по данным анамнеза, что позволяет более точно и обоснованно принимать дополнительные меры по улучшению динамики регенерации вплоть до принятия решения о хирургическом вмешательстве.

Разработанная программа предназначена для использования в качестве компонента системы поддержки принятия решений врача – травматолога и ортопеда. Наличие функционала графической обработки позволяет внедрить данную программу в систему распознавания переломов на этапе предобработки снимков рентгенологом.

"Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (FSSN-2020-0003)" или "The work was performed as part of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (FSSN-2020-0003)".

Библиографический список

1. Бакулев А.В., Бакулева М.А., Авилкина С.В. Новые информационные технологии в формировании единого информационного пространства при изучении теории графов // Научно-практический журнал: Экономика, статистика и информатика, Вестник УМО. 2013. №4, С. 3-6.
2. Aleksandr Bakulev, Marina Bakuleva, Sergei Skvortsov, Maksim Kozlov, Tatiana Pyurova, Vladimir Hrukin. Modern approaches to the development parallel programs for modern multicore processors.. Proceedings of 6th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO), Bar, Montenegro, 2017, pp.38-4
3. Bakulev A.V., Bakuleva M.A., Avilkina S.B. Mathematical methods and algorithms of mobile parallel computing on the base of multi-core processors // European researcher. 2012. V. 33. № 11-1. P. 1826-1834.

ТАБЛИЧНЫЕ МЕТОДЫ ВЫЧИСЛЕНИЯ ФУНКЦИЙ СИНУСА И КОСИНУСА

А.Н. Кашеев

Научный руководитель - Хрюкин В.И. к.т.н. доц. каф. САПР ВС
**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф.Уткина**

Данная статья посвящена обзору табличных методов вычисления тригонометрических функций синуса и косинуса.

Для вычисления многих функций можно использовать ряд Тейлора:

$$f(x) = \sum_{k=0}^N \frac{f^{(k)}(x_0)}{k!} (x-x_0)^k + \Theta(x, x_0); \quad (1)$$

где $\Theta(x, x_0)$ остаточный член разложения в форме Пиано; x – переменная; x_0 – начало разложения. Если $N \rightarrow \infty$ тогда остаточный член стремится к нулю: $\Theta(x, x_0) \rightarrow 0$. Фактически начало разложения функции в ряд Тейлора всегда происходит в точке начала координат, т.е. при $x=0$, а x_0 осуществляет «сдвиг» начала этого разложения в ряд.

Однако не всякую функцию можно разложить в алгебраический многочлен. После получения формулы полинома необходимо провести исследование на его сходимость. Это можно сделать при помощи признака Даламбера:

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \left| \frac{f_{k+1}(x)}{f_k(x)} \right| = l(x) \quad (2)$$

$$l(x) \begin{cases} l(x) > 1 - \text{ряд} \text{ _ расходится;} \\ l(x) < 1 - \text{ряд} \text{ _ сходится;} \\ l(x) = 1 - \text{неопределенность.} \end{cases} \quad (3)$$

Для основных тригонометрических функций полиномы следующие:

$$\text{Синус} \quad \sin(x) = \sum_{k=0}^{\infty} (-1)^k \frac{x^{2k+1}}{(2k+1)!} \quad (4)$$

Область
сходимости $-\infty < x < +\infty$

$$\text{Косинус} \quad \cos(x) = \sum_{k=0}^{\infty} (-1)^k \frac{x^{2k}}{(2k)!} \quad (5)$$

Область
сходимости $-\infty < x < +\infty$

Таким образом, при помощи формул (4) и (5) можно вычислить значение синуса и косинуса параметра x (в градусах или в радианах через соответствующее преобразование).

Но тут возникает вопрос: до скольких членов необходимо разложить функцию в ряд Тейлора, что бы тот обеспечил достаточную точность? Если разлагать функцию на небольших интервалах в районе нуля (начала координат), то и, соответственно, порядок полинома N будет не велик, но если параметр функции велик, то и N потребуется взять большого значения, а здесь возникает другая проблема – проблема в вычислении факториала и хранении его значения в память ЭВМ. Например, $13! = 6\,227\,020\,800$, когда у типа данных `unsigned int` максимальное значение $4\,294\,967\,295$, конечно можно использовать тип с плавающей точкой `double` ($1.7E-308 \dots 1.7E+308$), но тут стремительно растет вычислительная сложность.

Как известно тригонометрическим функциям свойственно периодичность (см. рис. 1), и из этого вытекают следующие формулы (формулы приведения):

$\sin\left(\frac{\pi}{2} + \alpha + 2\pi \cdot n\right) = \cos(\alpha)$	$\cos\left(\frac{\pi}{2} + \alpha + 2\pi \cdot n\right) = -\sin(\alpha)$
$\sin\left(\frac{\pi}{2} - \alpha + 2\pi \cdot n\right) = \cos(\alpha)$	$\cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha + 2\pi \cdot n\right) = \sin(\alpha)$
$\sin(\alpha + \pi) = -\sin(\alpha)$	$\cos(\alpha + \pi) = -\cos(\alpha)$
$\sin(-\alpha + \pi) = \sin(\alpha)$	$\cos(-\alpha + \pi) = -\cos(\alpha)$

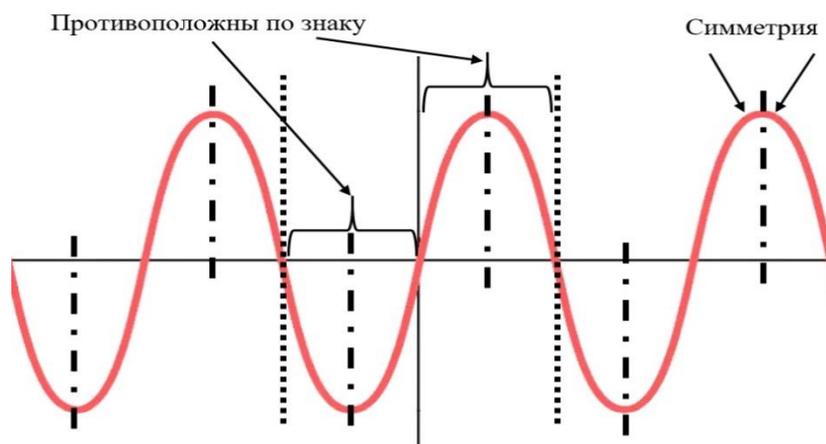


Рис. 1 – Синусоида

Благодаря этому свойству, можно получить значение синуса и косинуса любого параметра x при не большом порядке полинома N , путем приведения значения аргумента к интервалу $[0, \pi/2]$ (или $[0^\circ, 90^\circ]$).

При вводе такого упрощения, вычисление основных тригонометрических функций при помощи разложения в ряд Тейлора все равно остается трудоемкой процедурой.

По этой причине многие математические функции в разных САПР вычисляются с помощью таблиц. Таблица - это массив значений какой-либо функции, и может быть получена путем вычислений, или ввода пользователем.

Например, рассмотрим алгоритм создания таблицы синусов и косинусов. Пусть шаг параметра таблицы будет равен одному градусу, и затем с помощью известных методов вычисляем массив значений этих функций в некотором интервале:

Таблица 1 – значения функций синуса и косинуса

Параметр	Функция	Значение	Параметр	Функция	Значение
0	$\sin(0^\circ)$	0	0	$\cos(0^\circ)$	1
1	$\sin(1^\circ)$	0,0174	1	$\cos(1^\circ)$	0,9998
2	$\sin(2^\circ)$	0,0348	2	$\cos(2^\circ)$	0,9993
3	$\sin(3^\circ)$	0,0523	3	$\cos(3^\circ)$	0,9986
...

Такой подход позволяет быстро получать требуемые значения синуса и косинуса. Однако, таким методом нельзя вычислить значения в "промежуточных точках таблицы" (которые отсутствуют в таблице), например, такие как $12,3^\circ$, $2,46^\circ$, $13,579^\circ$.

Такую проблему можно решить несколькими путями:

1) Можно уменьшить шаг таблицы, но для этого необходимо зарезервировать достаточное количество памяти в ЭВМ. Чем меньше шаг, тем больше понадобится выделить памяти для хранения таблицы.

2) Промежуточные значения таблицы можно вычислить с помощью «первого замечательного предела», формула которой имеет вид:

$$\lim_{x \rightarrow 0} \left(\frac{\sin(x)}{x} \right) \rightarrow 1 \quad (6)$$

Эта формула означает, что при стремлении параметра x к нулю, то значение функции синуса становится равным его параметру. Например, $\sin(0,001) = 0,000999998... \approx 0,001$ (параметр функции дан в радианах!).

Теперь суть метода: если значение вычисляемой функции от аргумента неопределенно таблицей, то аргумент можно представить в виде суммы:

$$\sin(\alpha) = \sin(x + y) = \sin(x) \cdot \cos(y) + \sin(y) \cdot \cos(x) \quad (7)$$

где x – параметр функции, который определен таблицей; y – остаток (малая величина). Так как y – мало, то благодаря формуле (6) можно упростить выражение (7) до:

$$\sin(\alpha) = \sin(x + y) \approx \sin(x) + y \cdot \cos(x) \quad (8)$$

Например: шаг таблицы равен 0,1; требуется вычислить $\sin(23,456)$. Так как значение аргумента 23,456 не определено таблицей, то представим его в виде суммы $23,4 + 0,056 \equiv x + y$, а после по формуле (8) вычисляем искомое значение функции.

Однако рассмотренный метод за счет упрощений вносит погрешности в расчеты. Рассмотрим графики ошибок вычислений функции при таком методе:

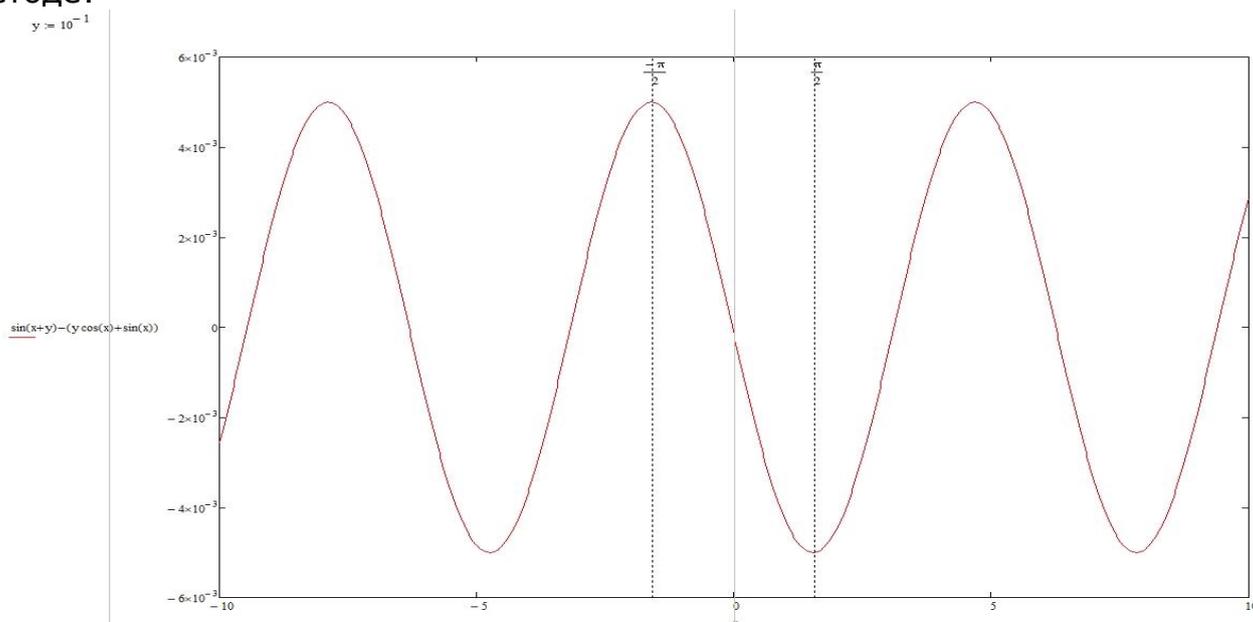


Рис. 2- диаграмма ошибок

На диаграмме видно, что максимальная ошибка возникает в точках $\frac{\pi \cdot n}{2}$ где $n \in \mathbb{N}$, а значение в них, для рассмотренного ранее примера, примерно составляет $5 \cdot 10^{-3}$ (по модулю) при шаге таблицы равной 0,1. Далее рассмотрим динамику изменения величины ошибки при росте размера таблицы в точке $x = -\frac{\pi}{2}$, так как здесь возникает самое большое значение ошибки:

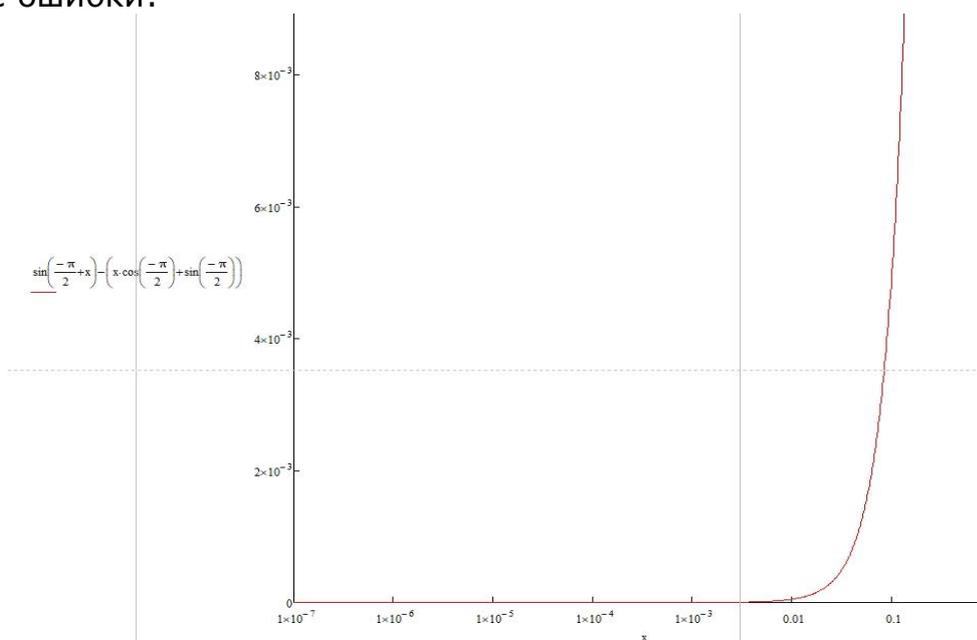


Рис. 3 – зависимость величины ошибки от шага таблицы

Из диаграммы видно, что, используя формулу (8) ошибка вычислений быстро убывает при увеличении размера таблицы. График с логарифмическими осями представлен в виде прямой:

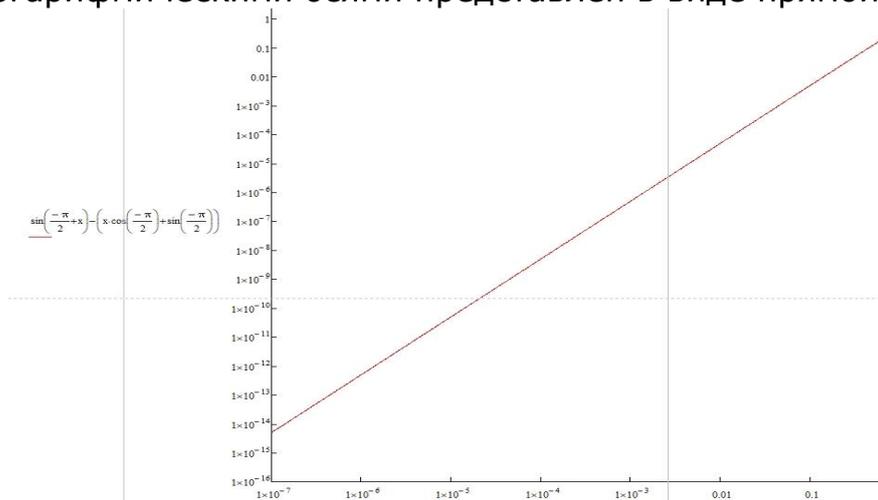


Рис. 4 – зависимость величины ошибки от шага таблицы

Приведённый выше метод дает возможность вычислять промежуточные значения функции синуса с заданной точностью, которые не определены в таблицы, однако этот способ носит частный характер (т.е. применим только к синусам).

3) Более универсальный метод в вычисления промежуточных значений таблиц является интерполяция. Его суть заключается в следующем:

На отрезке $[a, b]$ заданы $n+1$ точки: x_0, x_1, \dots, x_n , которые называются «узлами интерполяции», и значения некоторой функции $f(x)$ в этих точках: $f(x_0)=y_0, f(x_1)=y_1, \dots, f(x_n)=y_n$ (собственно таблица этой функции). После чего через заданную систему точек $M_i(x_i, y_i); i = \overline{0, n}$ проводится кривая $y = F(x)$, которая принимает в узлах интерполяции те же значения, что и $f(x)$. На практике в качестве интерполирующей функции $F(x)$ обычно используется алгебраический многочлен вида:

$$F_n(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n \quad (9)$$

В этом и заключается суть интерполяции.

Приведу некоторые наиболее известные способы интерполяции [1]:

I) Самый простейший способ интерполяции является линейный т.е., предполагается что зависимость $y = f(x)$ на каждом интервале (x_i, x_{i+1}) является линейной:

$$y = y_i + \frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i} (x - x_i) \quad (10)$$

Данный метод вносит значительные погрешности в расчеты, поэтому он применяется в таблицах с малым шагом.

II) Интерполяция формулой Лагранжа обеспечивает построение алгебраического многочлена $F_n(x)$ для произвольно заданных узлов интерполирования:

$$F_n(x) = \sum_{i=0}^n y_i \frac{(x - x_0)(x - x_1) \dots (x - x_n)}{(x_i - x_0)(x_i - x_1) \dots (x_i - x_n)} \quad (11)$$

формула Лагранжа требует большой объемом вычислений, значительная часть которых повторяется при получении нескольких значений $F_n(x)$ для одной функции $f(x)$.

III) Наиболее известным из итерационных методов является метод Эйткена, в основе которого лежит многократное применение линейной интерполяции. В соответствии со схемой Эйткена линейная интерполяция по точкам $M_i(x_i, y_i)$ и $M_{i+1}(x_{i+1}, y_{i+1})$ сводится к вычислению определителя второго порядка:

$$F_{i,i+1}(x) = \frac{1}{x_{i+1} - x_i} \begin{vmatrix} y_i & x_i - x \\ y_{i+1} & x_{i+1} - x \end{vmatrix} \quad (12)$$

При интерполировании по трем и более точкам последовательно вычисляются многочлены:

$$F_{i,i+1,i+2}(x) = \frac{1}{x_{i+2} - x_i} \begin{vmatrix} F_{i,i+1}(x) & x_i - x \\ F_{i+1,i+2}(x) & x_{i+2} - x \end{vmatrix} \quad (13)$$

$$F_{i,i+1,i+2,i+3}(x) = \frac{1}{x_{i+3} - x_i} \begin{vmatrix} F_{i,i+1,i+2}(x) & x_i - x \\ F_{i+1,i+2,i+3}(x) & x_{i+3} - x \end{vmatrix} \quad (14)$$

В общем случае:

$$F_{0,1,2,\dots,n}(x) = \frac{1}{x_n - x_0} \begin{vmatrix} F_{0,1,2,\dots,n-1}(x) & x_0 - x \\ F_{1,2,3,\dots,n}(x) & x_n - x \end{vmatrix} \quad (13)$$

Основным достоинством схемы Эйткена является возможность постепенного увеличения числа используемых значений x_t до тех пор, пока последовательные значения $F_{0,1,2,\dots,n-1}(x)$ и $F_{1,2,3,\dots,n}(x)$ не совпадут в пределах заданной точности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: вычисление функций с помощью таблиц позволяет повысить производительность алгоритмов, однако при таком вычислительном подходе приходится заниматься оптимизацией двух важных критериев: требуемый объем памяти для хранения таблицы и точность вычислений, которые имеют между собой прямую связь.

Биографический список

1. Скворцов С.В., Хрюкин В.И. Методы вычислительной математики: Методические указания к лабораторным работам/ Рязан. гос. радиотехн. акад. Рязань, 2003. 56с.

ИССЛЕДОВАНИЕ НУЛЕВОГО СОСТОЯНИЯ РАВНОВЕСИЯ В ОДНОЙ СИСТЕМЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С КВАДРАТИЧНОЙ НЕЛИНЕЙНОСТЬЮ В КРИТИЧЕСКОМ СЛУЧАЕ

А. В. Алыпов

Научный руководитель – Лискина Е.Ю.

канд. физ.-мат. наук, доцент

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

Рассматривается система дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} \dot{x} = y + ax^2 + cy^2, \\ \dot{y} = -x + dx^2 + fy^2, \end{cases} \quad (1)$$

где $a > 0$, $c > 0$, $d > 0$, $f > 0$. В [1] показано, что система (1) может иметь от двух до четырёх состояний равновесия, из которых обязательным будет точка $O(0;0)$. При этом в точке $O(0;0)$ собственные значения матрицы системы линейного приближения чисто мнимые, поэтому вопрос о характере состояния равновесия не решается линейными членами. В данной работе рассматриваются случаи $af - cd = 0$ и $ad - cf = 0$. Для $af - cd \neq 0$ и $ad - cf \neq 0$ исследование проводилось в [1]. В частности, при $af - cd = 0$ система (1) имеет ещё одно состояние равновесия $M\left(\frac{f}{c(a+c)}, -\frac{1}{a+c}\right)$.

При переходе в системе (1) в полярную систему координат и исключая время, получим дифференциальное уравнение в полярных координатах

$$\frac{d\rho}{d\theta} = R(\rho; \theta) \equiv -\rho^2 \frac{A(\theta)}{1 - B(\rho; \theta)}, \quad (2)$$

Функция $R(\rho; \theta)$ является 2π периодической функцией и при $\rho = 0$ выполняется равенство $R(0; \theta) = 0$. Так как $B(\rho; \theta)$ является аналитической функцией по $(\rho; \theta)$ и ограниченной по θ , то существует число $\delta > 0$, что при всех $\rho \in [0, \delta]$ и всех $\theta \in [0, 2\pi]$ выполняется неравенство $|B(\rho; \theta)| < 1$. Тогда на множестве $[0, \delta] \times [0, 2\pi]$ функция $R(\rho; \theta)$ является аналитической и имеет место разложение в ряд

$$\frac{d\rho}{d\theta} = A(\theta) \sum_{k=0}^{+\infty} \bar{B}^k(\theta) \rho^{k+2}, \quad (3)$$

Согласно [2] система (3) имеет решение $\rho(\theta; (0; \rho_0)) = \varphi_1(\theta)\rho_0 + \varphi_2(\theta)\rho_0^2 + \dots$, по которому можно построить функцию последования и определить тип сложного состояния равновесия $O(0; 0)$. Это поможет понять количество предельных циклов у системы дифференциальных уравнений.

Для вычислений используется программный пакет Maple [2].

Библиографический список

1. Лискина Е. Ю., к проблеме исследования бифуркаций числа состояний равновесия динамической модели социально – политического управления [Текст] // Дифференциальные уравнения и математическое моделирование – 2020 – С. 31-37.

2. Баутин Н. Н., Леонтович Е. А., методы и приемы качественного исследования динамических систем на плоскости. М.: [Текст] // Справочная математическая библиотека. – 1976 – №11. – С. 483.

РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ПАССИВНЫХ ПОМЕХ

Буй Куок Вьонг

Научный руководитель – Паршин Ю.Н.

д-р техн. наук, профессор

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

В докладе рассматривается проблема разработки имитационной модели устройства защиты от пассивных помех. Полет целей на малой высоте с огибанием рельефа и местности с малой скоростью вызывает трудности в обнаружении. Одной из самых актуальных проблем при обнаружении целей является появление помех с ненулевой дальномерной частотой, создаваемых интенсивными мешающими отражателями от неподвижных объектов, что приводит к маскировке полезного сигнала помехой [1, 2].

Определенную трудность представляет разделение частот, несущих информацию о дальности и о скорости. Приемное устройство выделяет лишь одну разностную частоту. Следует отметить, что модуляция частоты зондирующего сигнала обеспечивает изменение разностной частоты эхо-сигнала движущейся цели по аналогичному закону, а сигнал неподвижной цели будет немодулированным (рис. 1).

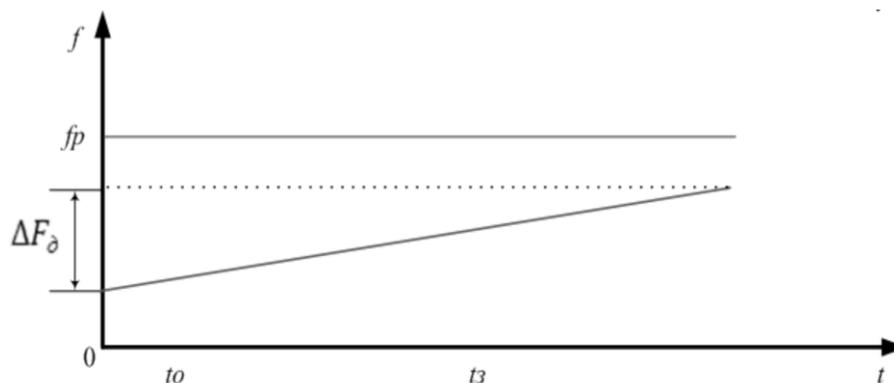


Рисунок 1 – Девиация доплеровской частоты

Выделение разностной частоты происходит в смесителе, куда поступают эхо-сигнал и опорное колебание – копия зондирующего сигнала. Девиация доплеровской частоты очень мала по сравнению с разностной частотой. Многократно понижая разностную частоту, до уровня, когда будет иметь ярко выраженный характер, позволит определить ее значение. Благодаря этому можно не только разделить частотные составляющие, определяющие дальность и скорость, а также подавлять пассивные помехи.

С развитием вычислительной техники наиболее эффективным методом исследования систем стало компьютерное моделирование. Его сущность состоит в проведении вычислительного эксперимента с моделью, которая представляет собой некоторый программный комплекс, описывающий формально и алгоритмически поведение элементов системы в процессе ее функционирования, т. е. в их взаимодействии с внешней средой.

Процесс устранения неоднозначности измерений дальности заключается в обработке эхо-сигнала в приемном тракте и вычислению дальности по алгоритму, предусмотренному конкретным применяемым способом. Вычисление дальности производится путем осуществления математических операций со значениями параметров сигнала на выходе приемного тракта. Поэтому основу модели процесса устранения неоднозначности измерений дальности составляет модель процесса обработки эхо-сигнала в приемном тракте. В состав последней модели входят следующие элементы (рис.2): модель зондирующего сигнала и сигнала гетеродина, модель отраженного от цели сигнала, модель пассивных помех, модель оконной функции, модель собственного шума приемного устройства, модель корреляционно-фильтрового приемного тракта.

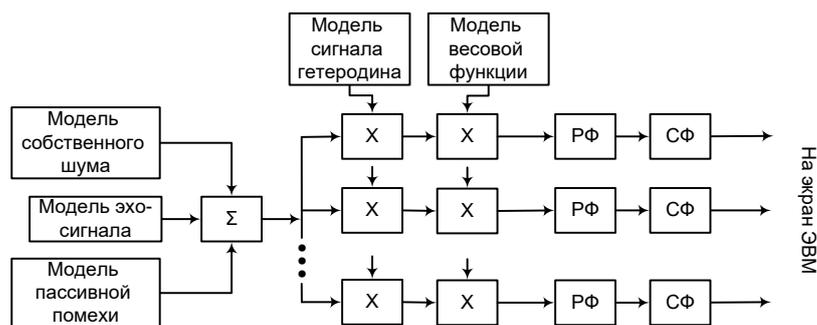


Рисунок 2 – Модель процесса обработки эхо-сигнала в приемном тракте

В результате моделирования получены зависимости сигнала на выходе корреляционно-фильтрового приемного тракта от времени (рис. 3):

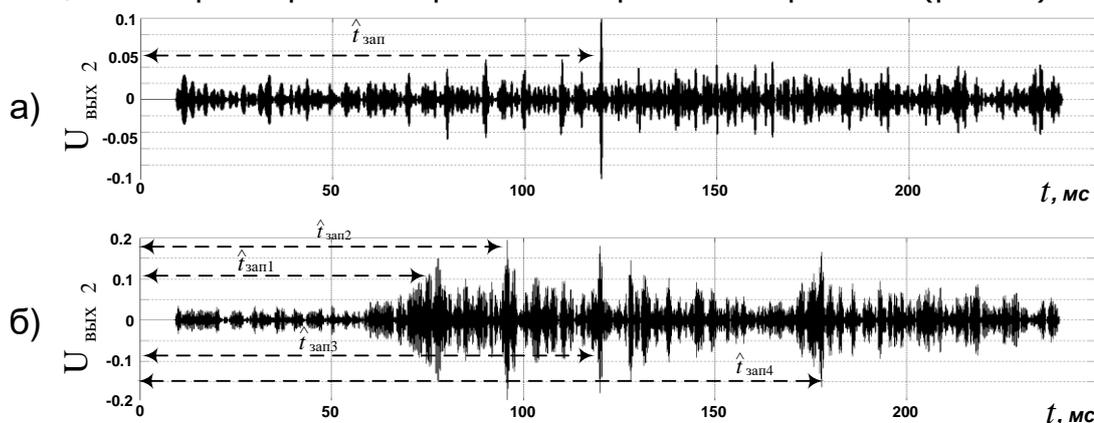


Рисунок 3 – Эхо-сигналы на выходе согласованного фильтра

Таким образом, с помощью имитационной модели мы можем оценить качество обработки сигнала в условиях воздействия пассивных помех. Полученные в данной работе результаты исследований показали возможность повышения помехоустойчивости приема ЛЧМ сигнала в условиях воздействия интенсивных пассивных помех.

Библиографический список

1. Сосулин Ю.Г. Теоретические основы радиолокации и радионавигации: учеб. пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 1992. – 304 с.
2. Информационные технологии в радиотехнических системах: учебное пособие / под. ред. И. Б. Федорова. — Электрон. дан. — Москва : , 2011. — 846 с.

АЛГОРИТМЫ ВЕЙВЛЕТ-ОБРАБОТКИ ЗАШУМЛЕННЫХ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Воробьев Д.С.

Научный руководитель – Бехтин Ю.С.

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

При комплексировании нескольких изображений с низким разрешением или различными спектральными характеристиками они

объединяются с целью получения одного изображения высокого разрешения. Известные методы интеграции изображений, которые работают на уровне пикселей, варьируются от относительно простых методов, таких как усреднение изображений, до относительно сложных методов, таких как использование анализа главных компонент, пирамид и вейвлет-преобразований.

В последние годы вейвлет-преобразование стало одним из самых популярных интегрированных методов обработки данных с камер, изображений Земли, полученных с помощью дистанционного зондирования, и медицинских изображений. Кроме того, были разработаны стандартные модули для обработки изображений, специальные программы, такие как ENVI, PCI, ERDAS. Практически во всех известных методах, использующих вейвлеты, на основе некоторого правила (алгоритма) комбинируются вейвлет-коэффициенты двух или более исходных изображений.

Экономическая эффективность (косвенная) заключается в том, что конечное изображение получается более высокого качества (высокая пространственная разрешающая способность); возрастает надежность работы; исключается операция предварительной фильтрации изображений, что сокращает временные затраты; так же преимущество подхода в том, что исключается участие оператора, т.е. человеческий фактор уходит. Это в свою очередь приводит к появлению ряда источников экономии: снижению трудоемкости работ и повышению производительности труда.

Мультиспектральным изображением называется совокупность изображений, полученных в разных диапазонах длин волн электромагнитного излучения. Спектральные диапазоны отдельных изображений совокупности могут располагаться отдельно в полосе частот электромагнитного спектра, примыкать друг к другу и даже пересекаться. Другими словами, набор используемых спектральных диапазонов может быть выбран произвольным образом, и зависит лишь от конкретной задачи, имеющихся датчиков изображений, интуиции разработчика информационной системы.

Мультиспектральные системы обеспечивают ряд преимуществ по сравнению с видеосистемами, работающими только в спектральном диапазоне. Так, например, различные объекты по-разному отражают электромагнитное излучение разных длин волн, поэтому могут быть лучше различимы в определенных спектральных диапазонах. Рассмотрение изображений, полученных в разных спектральных диапазонах, помогает получить больше информации о наблюдаемой сцене.

Полученные алгоритмы обработки зашумленных мультиспектральных изображений можно использовать при обработке данных видеокамер; обработке снимков дистанционного зондирования Земли; при обработке изображений, например, ENVI, PCI, ERDAS, а также при анализе медицинских изображений.

Важность проделанных исследований заключается в том, что результаты моделирования показали преимущество предлагаемого метода по сравнению с известными подходами по критериям PSNR

(ПОСШ) и SIMM. Конечное изображение получается более высокого качества (высокая пространственная разрешающая способность); возрастает надежность работы; исключается операция предварительной фильтрации изображений, что сокращает временные затраты; так же преимущество подхода в том, что исключается участие оператора, т.е. человеческий фактор уходит. Это в свою очередь приводит к появлению ряда источников экономии: снижению трудоемкости работ и повышению производительности труда

Библиографический список

1. Бехтин Ю.С. Теоретические основы вейвлет-кодирования зашумленных сигналов / Монография, изд-во РГРТУ, Рязань, 2009. 124 с.
2. Rockinger, O. and Fechner, T. Pixel-level image fusion: The case of image sequences. SPIE Proceeding, vol.3374, 1998. pp.378–388.
3. Image Fusion: Algorithms and Applications / Ed. Tania Stathaki. Academic Press, 2008. p. 519.

ВЕРОЯТНОСТНЫЙ ПОДХОД К ИНЖЕНЕРНЫМ РАСЧЕТАМ

Д.В. Климов

Научный руководитель – Быкова О.Г.

доцент Горного Университета

«Санкт-Петербургский Горный Университет»

Применение математических методов и ЭВМ при решении горнотехнических и геологических задач требует разработки определенной технологии анализа и обобщения теоретико-эмпирических данных. Необходимость таких разработок стала очевидной при создании различных видов предметно ориентированных автоматизированных систем решения задач. Важное значение в этой связи, приобрели вопросы расчленения процесса решения задач на формализуемые и не формализуемые звенья и "увязки" промежуточных результатов, которые отличаются большой неопределенностью.

Как правило, эта неопределенность оказывалась вне поля зрения исследователя. При традиционных построениях ее учет если и осуществлялся, то на интуитивном уровне, так как в распоряжении специалистов не было средств, позволяющих получать представление о том, как могут меняться окончательные результаты в зависимости от погрешностей в исходных данных, от неопределенности отдельных исходных пояснений [1].

Вследствие внедрения математических методов появилось большое число моделей различной степени сложности и вида. В этих условиях оценка суммарных погрешностей результатов с помощью методических приемов, рекомендуемых в теории ошибок, является недостаточно корректной, так как не учитывает реальных функций распределения вероятностей исходных данных.

В качестве примера инженерного расчета, требующего вероятностного подхода, была взята задача расчета балки на неупругом основании. Эта задача довольно часто встречается на практике: редко когда коэффициент пастели есть величина конкретная. Это связано, прежде

всего, со статистической неоднородностью грунта [2]. Иногда приходится работать с интервалом значений, который может принять коэффициент.

Для оценки вероятности был произведен расчет «методом начальных параметров» по более простой математической модели - балки на упругом основании. В ходе вычислений были найдены значения прогиба, угла наклона оси балки, изгибающего момента, перерезывающей силы и их эпюры. Величины, полученные в ходе анализа модели, послужили в качестве математических ожиданий.

Расчет вероятности величин был произведен в трех точках, в каждой из которой было присвоено свое значение дисперсии. При вычислениях использовались нормальное распределение Гаусса, а также интеграл Пуассона.

Таким образом, в ходе выполнения работы, было произведена оценка вероятности исходных расчетов в условиях неоднородности грунта и, соответственно, случайной величины коэффициента постели. В процессе написания работы была установлена связь между дисперсией и вероятностью.

Библиографическая список

4. Смолич С.В., Смолич К.С. Решение горно-геологических задач методом "Монте-Карло": Учеб. пособие. – Чита: ЧитГУ, 2004. - 103 с.

5. Соболев Д.Н. К расчету конструкций, лежащих на статистически неоднородном основании //Строительная механика и расчет сооружений.-1965.-С.1-4

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА РАСПОЗНАВАНИЯ ВИЗУАЛЬНО НЕРАЗЛИЧИМЫХ ОБЪЕКТОВ НА СПУТНИКОВЫХ СНИМКАХ

Н.А. Кононенко

Научный руководитель – Столбова А.А.

канд. техн. наук, доцент

Самарский национальный исследовательский университет имени С.П. Королева

Дистанционное зондирование земли является уникальным инструментом, позволяющим получить снимки поверхности Земли с помощью космических аппаратов. Данные, получаемые при обработке изображений со спутников, применяются для решения следующих задач: инвентаризация и корректировка данных о состоянии территорий в настоящее время, анализ динамики изменения топографической картины местности. Обработка изображений со спутников включает географическую коррекцию, позволяющую устранить географические искажения, связанные с кривизной поверхности Земли, неровностью рельефа, вращением Земли, движением космического аппарата, и установку точной географической привязки [1]. Помимо географических искажений при проведении съёмки в облачную погоду часть территории становится визуально неразличимой, но находящиеся на ней крупные объекты можно восстановить, опираясь на снимки вокруг скрытого участка.

К основным функциям разрабатываемой системы распознавания невидимых объектов на спутниковых снимках относятся:

- распознавание объектов на космических снимках;
- классификация объектов;
- дополнение снимков при наличии на них объектов, скрытых из-за облаков или дефектов изображения;
- каталогизация данных для последующего использования.

В рамках данной работы проводится выбор методов и средств для разработки системы распознавания визуально неразличимых объектов на спутниковых снимках. Подобная система представлена на сервисе Яндекс.Карты, который позволяет размечать спутниковые снимки, выделять и сегментировать здания различных типов. Он используется как вспомогательный инструмент картографов при составлении Народной карты. Для решения задачи распознавания объектов выделяются методы перебора, анализа характеристик образа и использования искусственных нейронных сетей [2]. Сервис Яндекс.Карты использует свёрточные нейронные сети и геометрический подход, улучшающий набор данных, для тренировки сети на территориях с высотными зданиями.

Свёрточные нейронные сети являются оптимальной технологией для распознавания на космических снимках и дополнения их при наличии визуально неразличимых областей. Они дают возможность адаптации алгоритма сегментации изображений под решение выбранной задачи, имеют повышенную устойчивость к искажениям данных, поступающих на вход, и позволяют достичь высокой эффективности при небольшом количестве входных параметров [3]. Методы перебора и анализа характеристик образа показывают худшие результаты в экспериментах, чем свёрточные нейронные сети.

В результате анализа существующих методов и средств для разработки системы выбрана свёрточная нейронная сеть, обучающаяся с учителем. Оптимальным инструментом для решения задачи сегментации является использование библиотек OpenCV и TensorFlow. Для обучения нейронной сети выбран набор данных spacenet2, предоставляемый SpaceNet LLC и включающий в себя спутниковые изображения, на которых размечено более чем 302701 строений [4], в качестве языка программирования выбран язык Python.

Библиографический список

1) Калинина, Н.Д. Анализ методов распознавания и поиска образов на космических снимках [Текст] / Н.Д. Калинина, А.В. Куров // Инженерный журнал: наука и инновации. – М., 2012. – С.174–188.

2) Ергалиев, Д.С. Геометрические искажения и геометрическая коррекция спутниковых снимков [Текст] / Д.С. Ергалиев, А.С. Тулегулов // Труды Международного симпозиума «Надежность и качество». – Астана, 2013. – Т.1.

3) Горбачёв, В.А. Семантическая сегментация данных дистанционного зондирования Земли при помощи нейросетевых алгоритмов [Текст] / В.А. Горбачёв, И. А. Маркелов, А. О. Котлярова // Компьютерная оптика – Астана, 2020. – Т. 44. – №. 4. – С. 636-645.

4) Набор данных [Электронный ресурс]
<https://mlhub.earth/data/spacenet2>.

ОСОБЕННОСТИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В СФЕРЕ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ

А.А. Крошила

Научный руководитель – Громов А.Ю.

канд. техн. наук, доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Отечественный и зарубежный опыт моделирования бизнес-процессов в сфере производства программного обеспечения (ПО) позволяет выработать ряд стандартов, подходов и методов для организации процесса, направленного в первую очередь на высокое качество конечного продукта.

Выделяют четыре категории ПО: заказное, инвестиционное, встроенное и игровое. Каждая из представленных категорий имеет свои особенности, которые учитываются при моделировании соответствующих бизнес-процессов [2], что позволяет оптимизировать ресурсы в визуальном виде и проводить имитационные исследования на этапе подготовки проекта. Далее представлены бизнес-процессы, построенные в соответствии с разными типами ПО.

Заказное ПО предназначено для внутреннего или внешнего заказчика. Эксклюзивные права на разработанную систему получает заказчик, и работа над развитием системы в дальнейшем может быть передана другому исполнителю. Особенность такого ПО - высокие требования к функциональности (рис. 1).

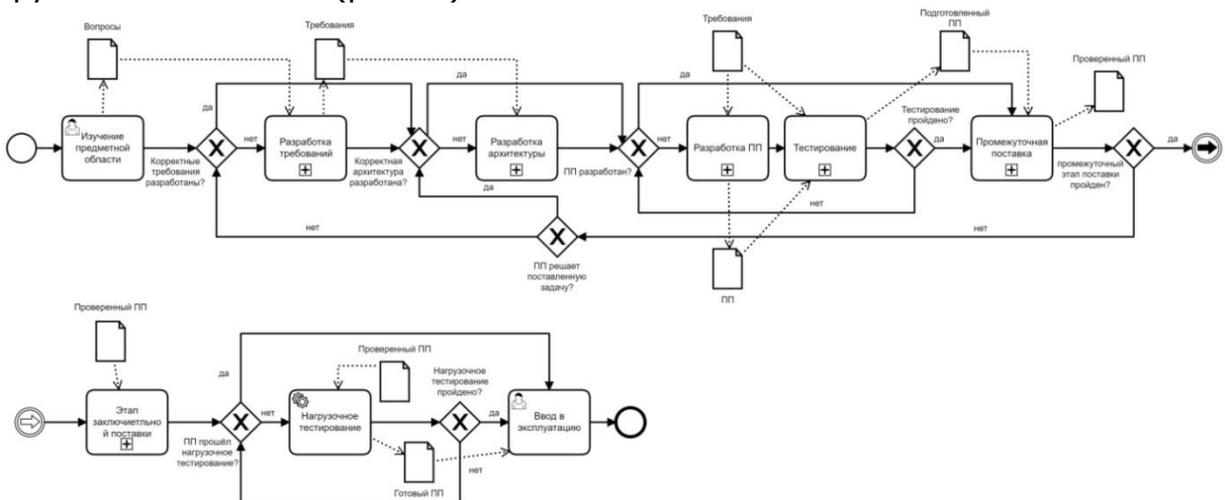


Рисунок 1 - Бизнес-процесс разработки заказного ПО

Работа над инвестиционным ПО ведётся исполнителем на деньги внутреннего или внешнего инвестора. Права на код системы остаётся у исполнителя, что стимулирует непрерывную работу по улучшению своего продукта и последовательный выпуск версий с более развитой функциональностью (рис. 2-3).



Рисунок 2 - Бизнес-процесс разработки инвестиционного ПО

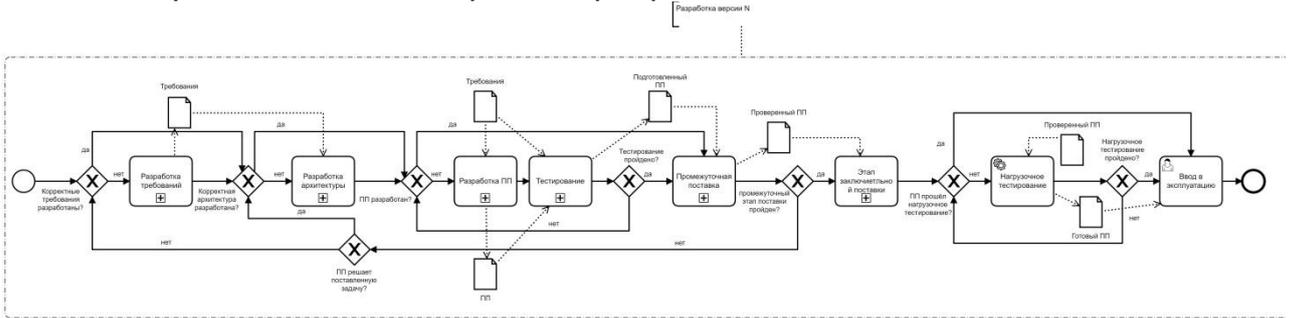


Рисунок 3 - Бизнес-процесс «Разработка версии ПП» в разработке инвестиционного ПО

Игровое ПО также практически не содержит фазы сопровождения (рис. 4), поскольку игра интересна пользователю либо пока он не прошёл последний уровень, либо пока в приложении не произошла фатальная ошибка. Это значит, что вторую версию игры он не будет покупать или даже бесплатно загружать только ради исправлений нескольких ошибок.

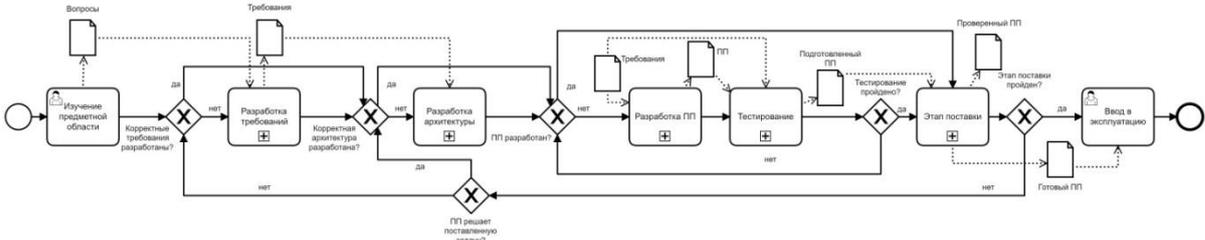


Рисунок 4 - Бизнес-процесс разработки игрового ПО

Встроенное ПО поставляется вместе с аппаратной частью, в связи с чем не подлежит сопровождению (рис. 5).

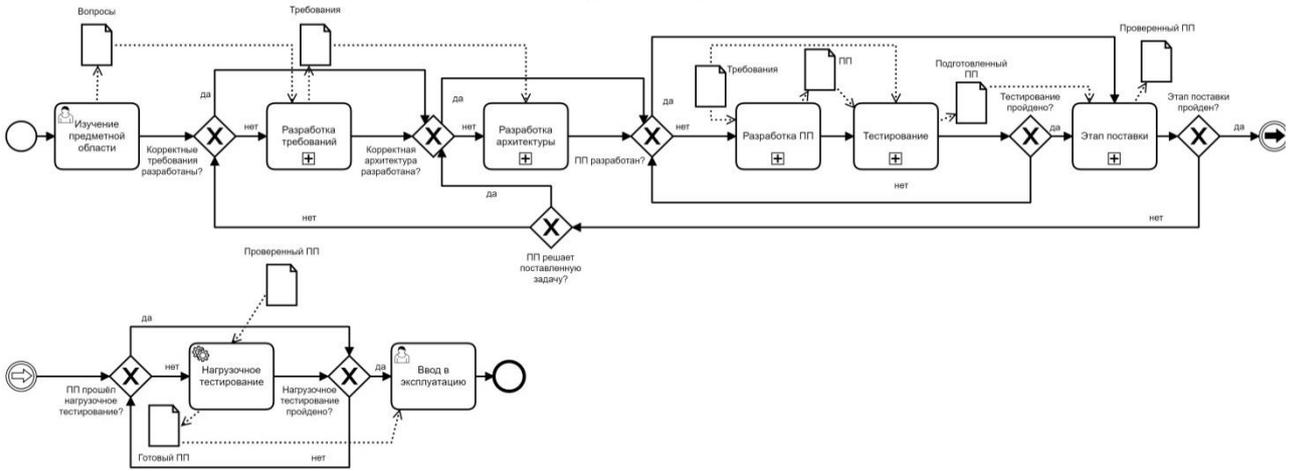


Рисунок 5 - Бизнес-процесс разработки встроенного ПО

Как видно из приведенных примеров, каждый тип разработки имеет свои особенности, которые могут быть учтены, благодаря универсальным методам процессного моделирования.

Библиографический список

1. Глухова Т.В. Способы и средства моделирования бизнес-процессов предприятия // Мир науки и образования. 2018. № 3(15) – С. 1-10.

2. Технология разработки программного обеспечения / сост. И.И. Савенко. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 67 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА В ОРГАНИЗАЦИИ

Д.Ю. Александров

Научный руководитель – Грибов Н.В.

к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Данная работа посвящена автоматизации технологического процесса на примере ГБУ РО «ГКБСМП». В статье мы рассмотрим современный подход к автоматизации работы врачей, а так же внедрение современного программного обеспечения «ПАРУС» и принципы его работы.

Для работе в данной программе, в первую очередь нужен защищенный сервер. В нашем случае это ЛИС (Лабораторная информационная система). Сервер должен обладать определёнными характеристиками (Рисунок 1). Если сервер ЛИС не будет удовлетворять этим показателям, дальнейшую установку ПАРУСа мы выполнить будем не в праве.

Рекомендованные системные требования

Сервер начального уровня нагрузки (до 100 материалов в день, объем транзакций в базе в пиковую нагрузку - до 30 Мб/час)

- Количество ядер процессора: не менее 2
- Объем оперативной памяти: не менее 12 Гб
- Объем дисковой подсистемы: не менее 500 Гб

Сервер базового уровня нагрузки (100-200 материалов в день, объем транзакций в базе в пиковую нагрузку - до 100 Мб/час)

- Количество ядер процессора: не менее 6
- Объем оперативной памяти: не менее 16 Гб
- Объем дисковой подсистемы: не менее 500 Гб

Сервер среднего уровня нагрузки (200-1000 материалов в день, объем транзакций в базе в пиковую нагрузку - до 500 Мб/час)

- Количество ядер процессора: не менее 10
- Объем оперативной памяти: не менее 24
- Объем дисковой подсистемы: не менее 1 Тб
- Выделенный канал подключения к дисковой подсистеме.

Рисунок 1 – Рекомендованные системные требования

После установки ЛИСа, мы можем установить ПАРУС, правда есть одно но... Без защищённой сети программа не запустится. В нашем случае, мы устанавливаем пользователям ПАРУСа VipNet Client. Программа не позволит внешним нарушителям вторгнуться в сеть и похитить данные о пациентах или другую какую-либо информацию. Не только VipNet поможет пользователю чувствовать себя безопасно при работе в данной программе. Каждому врачу выдаётся своя индивидуальная цифровая подпись, без которой он не сможет работать в ПАРУСе.

Теперь давайте разберёмся, а для чего собственно говоря нужен этот самый ПАРУС?

Ответ прост. Программа позволяет автоматизировать весь процесс ведения бумажной документации стационара и лаборатории. Врачам больше не надо вручную писать амбулаторные карты, теперь это можно

делать в электронном виде. В ПАРУСе вы можете найти амбулаторную карту любого пациента, занесённого в базу тех медицинских учреждений, которые подключены к ПАРУСу. Если же пациента нет в базе, врач сможет создать новую карту пациента, которая так же будет сохранена в базе (Рисунок 2).

The screenshot shows the 'ПАРУС-Бюджет 8 Управление лечебно-профилактическим учреждением' interface. On the left is a navigation menu with 'Картотека пациентов' highlighted. The main window is a form for 'Карты пациентов: Отбор'. The form includes sections for 'Пациент' (Personal data), 'Медицинская карта' (Medical card), 'Страховой полис' (Insurance policy), and 'Медицинский документ' (Medical document). Red boxes highlight the following fields: 'Фамилия' (Last Name), 'Имя' (Name), 'Отчество' (Patronymic), 'СНИЛС', 'Уникальный номер', 'Тип' (Type), 'Состояние' (Status), and the 'OK' button at the bottom right.

Рисунок 2 – Работа с картой пациента

В данное время программа постоянно дорабатывается и как любая другая не исключает ошибок. Поэтому в любое время IT отдел помогает врачам в освоении данной программы и постоянно поддерживает связь с разработчиками.

В непростое эпидемиологическое время эта программа позволяет так же во взаимодействии с лабораторной программой АРМ посылать в лабораторию электронные направления, что занимает всего 1 минуту и не отвлекает врачей, которые тратят время на доставку направлений в лабораторию. Например, направление, которое было отправлено в лабораторию, поступает на компьютер врача лаборанта. Врач лаборант используя сканер и штрих-код, который отправляется вместе с направлением, сканирует его и в автоматическом режиме отправляет нужный анализ в анализатор. К примеру, пришло направление на ПЦР тест на антитела. Лаборатория, получив направление, отправляет заказ на ПЦР анализатор, тот автоматически заполняет результаты в компьютер и они отправляются обратно врачам, которые могут сообщить о результатах пациенту. Экономия времени и сил очевидна, а если принять ещё и тот факт, что сейчас таких тестов делается в день около 70, то всё становится ещё более понятным.

Библиографический список

1. Инструкция ЭМД
2. ВКС по ЛИС

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КЭШ ПО РАЗЛИЧНЫМ КРИТЕРИЯМ

А.Н. Хутев, О.Н. Олейникова

Научный руководитель – М.Б. Никифоров, доцент кафедры ЭВМ, к.т.н
**Рязанский государственный радиотехнический университет
им. В.Ф. Уткина**

В качестве инструмента исследования памяти в целом и кэш памяти в частности традиционно используется моделирование. Т.к. невозможно полностью выполнить моделирование реально функционирующей памяти с учетом всех возможных факторов и выдачей всех выходных параметров, то обязательно создается модель под поставленную проблему.

В качестве целей исследования в данной работе выделим следующие:

- создание методики определения необходимой структуры кэш памяти;
- создание аналитической модели функционирования кэш памяти для постановки и решения задач оптимального ее проектирования.

Этапы достижения поставленных целей можно сформулировать следующим образом:

- создание кэш памяти;
- анализ данных;
- отбор параметров, определяющих эффективность кэш памяти;
- построение достаточно точных аналитических моделей.

При проведении анализа будем рассматривать процесс функционирования кэш памяти как суперпозицию процессов, протекающих в ней. В качестве задач исследования выберем следующие:

- анализ процессов, протекающих в кэш;
- анализ работы кэш во времени;
- анализ работы и комплексная оценка эффективности;
- исследование эффективности разделения кэш по различным критериям.

Анализ процессов в кэш позволяет оценивать влияние различных факторов не только на эффективность кэш в целом, но и отдельных ее сторон. При этом влияние одних и тех же факторов на разные стороны работы кэш и ее эффективность в целом может быть совершенно противоположным.

Библиографический список

1. Вильямс - Язык программирования C# 2005 и платформа .NET 2.0., 2008. – 256 С.: ил.
2. Павловская Т.А. C#. Программирование на языке высокого уровня – СПб.: Издательство «Питер», 2009. – 432с.
3. Троелсен. Э. C# и платформа .NET. Библиотека программиста – СПб.: Издательство «Питер», 2010г – 544с.

МЕТОДЫ ФИЛЬТРАЦИИ ДИСКРЕТНОГО БЕЛОГО ШУМА И ПЕРИОДИЧЕСКИХ ПОМЕХ НА ИЗОБРАЖЕНИИ

А.И. Пронькин

Научный руководитель – Новиков А.И. д-р техн. наук, доцент

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

В докладе рассматриваются методы фильтрации дискретного белого шума и периодических помех на изображениях. Дискретный белый шум большей или меньшей интенсивности является неизменным участником в составе изображений. Методы фильтрации таких шумов хорошо изучены. Линейные фильтры с корректно подобранной маской обеспечивают хорошее подавление шума. При шуме большой интенсивности приходится применять фильтр с маской большого размера. Такой фильтр, обеспечивая хорошее подавление шума, одновременно искажает границы. Решение проблемы заключается в применении нелинейной фильтрации с помощью сигма-фильтра. Для корректного применения сигма-фильтра необходимо иметь оценку дисперсии шума, с помощью которой устанавливается порог отсека в сигма-фильтре. В работе авторов [1] предложен эффективный способ оценивания уровня шума. Модифицированный вариант сигма-фильтра обеспечивает и эффективное подавление уровня шума, и сохранение границ. В докладе рассматривается алгоритм метода оценивания уровня шума и модификация сигма-фильтра на этой основе, приводятся многочисленные примеры.

Для фильтрации периодических помех на изображениях в виде горизонтальных, вертикальных и диагональных белых или черных полос применяется стандартно частотный метод. Выполняется прямое дискретное преобразование Фурье (ДПФ), вычисляется амплитудный спектр, находятся точки локальных экстремумов амплитудного спектра, «вырезаются» частотные полосы, отвечающие точкам локальных экстремумов, и выполняются обратное ДПФ. Для обнаружения локальных экстремумов и формирования локальных областей в окрестности точек экстремума авторы предлагают использовать предложенный ими детектор [2]. С помощью детектора в автоматическом режиме формируются границы областей, выполняется заливка областей для формирования маски. Эта маска накладывается на изображение, обеспечивая в результате обнуление коэффициентов прямого ДПФ в окрестности точек локальных экстремумов.

Библиографический список

1. Новиков А.И., Пронькин А.В. Метод оценки шума цифрового изображения // Компьютерная оптика, 2021, т. 45, № 5. – с. 713-720.
2. Новиков А.И., Пронькин А.В. Детектор границ градиентного типа для изображений подстилающей поверхности // Вестник РГРТУ, 2019, № 68. – с. 68-76.

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ LIBREOFFICE В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС

А.Н. Крюков, к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Использование в обучении элемента «Задание» предполагает ответ студента в виде файла. Они приводятся в портфолио студентов. Количество файлов лабораторных работ (ЛР) растёт: так, к окончанию весеннего семестра 2021 г ЛР1 по курсу «Электропреобразовательные устройства» в виде файла сдали 21% студентов, а за сентябрь осеннего семестра 2021 г — уже 22%, и эта цифра вырастет к началу сессии.

Рабочее место для выполнения ЛР включает макет лабораторной установки и компьютер с операционной системой на базе Linux и LibreOffice версии 6 или старше. Для облегчения взаимодействия студентов со средой на компьютерах используется окружение Xfce, похожее на Windows XP. Дисциплины, изучаемые бакалаврами специальности 11.03.01 и специалистами 11.05.01 ранее, не содержат времени на изучение LibreOffice.

ЛР выполняются в составе бригады из 2 или 3 человек. Файл отчёта по ЛР работе содержит титульный лист, цели, схему эксперимента, таблицы с результатами измерений, графики полученных характеристик, выводы о принципах действия исследуемого устройства и точности полученных результатов.

Оформление отчётов по ЛР выявило у студентов ряд трудностей.

1. Студент не умеет пользоваться офисным пакетом, так как курс школьной информатики проходил без использования компьютеров. Такому студенту рекомендуется оформить отчёт по ЛР на листах бумаги и сфотографировать их для получения файла.

2. Студент обладает начальными навыками использования офисного пакета, но не может провести параллелей между действиями в MS Office и LibreOffice. Такому студенту нужна методическая разработка с пошаговыми инструкциями и иллюстрациями — как оформить отчёт, а также доступ в сеть Интернет для получения подсказок.

3. Студент ждёт, пока его бригада выполнит работу, чтобы воспользоваться результатами. Такому студенту нужно индивидуальное задание и ответ в форме теста.

При внедрении цифровых технологий у студентов снизились навыки восстановления контактов и чтения показаний приборов. В методической разработке должно быть изложено не только то, что нужно сделать для выполнения работы, но и подробно, с цветными иллюстрациями - как это сделать, иначе работа выполнена и оформлена в срок не будет.

Методическая разработка с цветными иллюстрациями не может быть выполнена высокой печатью. Использование методичек в форме файлов выявило потребность их регулярного изменения. Индивидуализацию обучения сдерживают недостатки, как самих макетов лабораторных установок, так и количества их и компьютеров в лаборатории. Внедрению единой формы электронных методичек препятствует разница требований к ним со стороны различных предметов.

Ряд преподавателей не готовы к составлению электронных методичек такого уровня, так как не обладают достаточными навыками

редактирования изображений и использования LibreOffice. Для их выработки необходимы в первую очередь изменения требований к оформлению руководящих, отчётных и методических документов и лишь во вторую — курсы повышения квалификации.

АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ ФОРМАЛЬНОГО ОПИСАНИЯ ПРЕДМЕТНЫХ ОБЛАСТЕЙ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

И. И. Яковлев, аспирант каф. ЭВМ РГРТУ,

А. И. Баранчиков, д.т.н., профессор, доц. каф. ЭВМ РГРТУ

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

Рассматривается решение задачи получения результатов анализа формальных описаний предметных областей. Формальное описание предметной области, с одной стороны, составляется экспертом в данной области, с другой – формируется алгоритмически. Процесс анализа заключается в рассмотрении данных двух описаний и нахождении их взаимного соответствия и различий, которые позволяют сделать вывод о корректности или ошибочности составленных описаний.

В работе рассматривается алгоритмическое обеспечение сравнительного анализа формальных описаний предметных областей, общее описание которого было приведено в [1]. Рассматриваются аспекты, обуславливающие взаимосвязь моделей в терминах реляционной алгебры и моделей в виде структур данных.

Для начала оговоримся о правилах формирования корректных входных данных. В качестве входных данных принимается список функциональных зависимостей, составленный экспертом и информацию БД, к которой производится подключение в процессе работы алгоритма. Процесс извлечения функциональных зависимостей на основе семантического анализа данных рассмотрен в [2], опишем правила составления списка ФЗ:

- каждая функциональная зависимость записывается с новой строки;
- для разделения левых и правых частей функциональных зависимостей используется символ «|»;
- атрибуты разделяются пробелами [3].

Структура базы данных определяется числом и видом включенных в нее отношений, и связями типа "один ко многим", существующими между кортежами этих отношений. Семантическая часть описывает множество функциональных зависимостей, существующих между атрибутами этих отношений [5].

Пусть R – отношение. Множество атрибутов Y функционально зависимо от множества атрибутов X (X функционально определяет Y), если в любой момент времени каждому значению X соответствует ровно одно значение Y . Функциональная зависимость обозначается $X \rightarrow Y$. Таким образом, если $X \rightarrow Y$ и для любых кортежей $t_1, t_2 \in R$ $t_1(X) = t_2(X)$, то $t_1(Y) = t_2(Y)$. Обозначается как $r = X \rightarrow Y$ [3].

Начнём рассмотрение формирования выходных данных разрабатываемого алгоритма – различных результатов анализа формальных описаний предметных областей.

Первые результаты анализа можно получить после чтения входных данных и синтеза формальных описаний, поскольку имеются две модели и возможно судить об их взаимном соответствии. Так уже известны количества функциональных зависимостей, по которым системный аналитик может сделать вывод о том, насколько верно выделены сущности в обеих моделях, о возможном ненахождении одного из описаний в нормальной форме, о возможном несоответствии одного из описаний актуальному состоянию предметной области или же о наличии грубой ошибки, «промаха» при составлении экспертной модели.

Следующей задачей, разрешаемой алгоритмом сравнительного анализа формальных описаний предметных областей, является задача поиска идентичных атрибутов. При поиске идентичных атрибутов в базе данных в первую очередь анализируются их имена. По этим причинам затрудняется автоматизация поиска совпадений, и становится очевидной необходимость конечной корректировки результатов работы алгоритмов разработчиком.

Для уменьшения вероятности ошибочного объединения необходимо учитывать тип атрибута, хотя и здесь могут быть не точности.

Каждому имени атрибута ставится в соответствие множество допустимых для соответствующего столбца значений. Это множество называется доменом атрибута.

Идентичные атрибуты – атрибуты, относящиеся к одной предметной области и имеющие одинаковые домены [4].

При разработке алгоритма принимается допущение, что идентичные атрибуты в различных описаниях имеют одинаковые имена. Отсюда следует, что если имена атрибутов различаются, то они являются различными по своей сути. На предыдущем этапе работы алгоритма сравнительного анализа формальных описаний предметных областей были отброшены атрибуты, которые отсутствовали в противопоставляемом формальном описании и множества атрибутов тем самым были приведены во взаимное соответствие. Но в результате этого могли быть отброшены атрибуты, удаление которых сделало само формальное описание некорректным.

Выделяя те участки формальных описаний, в которых содержатся различия, алгоритм позволяет работающему с ним эксперту локализовать возможные ошибки, допущенные либо при составлении экспертной модели, либо при построении базы данных, и обращает отдельное внимание на те функциональные зависимости, которые являются уникальными для каждого описания, то есть которых нет в другом описании.

Библиографический список

1. Баранчиков А.И., Яковлев И.И., Громов А.Ю. Алгоритм сравнительного анализа формальных описаний предметных областей // Известия ТулГУ. Технические науки. 2014. №9-2.

2. Баранчиков А.И., Костров Б.В., Громов А.Ю. Метод и алгоритм формирования семантического описания предметной области на основе схемы реляционной базы данных // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1.;

3. Баранчикова Е.А. Алгоритм автоматической генерации регулярных выражений (РВ) для спам фильтра на основе обучающей выборки // Информационные и телекоммуникационные технологии. Материалы 34-ой всероссийской научно технической конференции. Часть 1. Рязань: РВВКУС. - 2009, с. 380-381

4. К.Дж. Дейт, Хью Дарвен Основы будущих систем баз данных. Третий манифест. Перевод: С.Д.Кузнецов, Т.А.Кузнецова, Издательство Янус-К, 2004. - 656 с.

5. Крэнке Д. Теория и практика построения баз данных, 8-е изд."Питер", 2003. - 800 с.

Содержание

Пленарные доклады

В.В.Еремеев, А.Э.Москвитин. Комплексование видеоинформации от различных систем зондирования Земли из космоса	3
С.И.Гусев, С.В.Колесников. Базовые импортозамещающие технологии создания инфокоммуникационных и радиолокационных систем на основе пространственного ресурса реконфигурируемой роевой группировки малых космических аппаратов	5

Секция 1

Информационные технологии в социальных и экономических системах

Н.Ю.Юрков. Применение библиотеки классов платформы .NET и пакета Telegram.Bot при создании чатбота в Telegram	9
М.А.Исаева. Исследование методов принятия решений в сфере здравоохранения	10
М. А. Исаева. Машинное обучение в сфере туризма	12
Д.А. Палагин. HTTP запросы и методы анализа	14
Ю.А. Гуров. Использование автоматизированной системы управления финансами предприятия на бирже	16
С.А. Павлова. Реализация контроля и оценки знаний в условиях дистанционного обучения.....	18
Т.Е. Гладышева. Особенности построения автоматизированной информационной системы пропускного учета сторонних посетителей для службы безопасности на предприятии.....	20
Ю.С. Трифонова. Особенности построения автоматизированной информационной системы комплексной оценки состояния здоровья детей раннего и дошкольного возраста	22
А.А. Камордин. Аспекты моделирования процессов управления персоналом	24
М.А. Лащилин. Программное обеспечение для помощи сотруднику поддержки банка при общении с клиентом на основе искусственных нейронных сетей .	25
И.В. Васильев. Разработка модели нейросети для классификации музыкальных жанров	27
В.В. Ананенко. Проблемы управления развитием персонала Белорусских IT-компаний на современном этапе.....	28
В.В. Гаврилова. Автоматизации розничного и оптового товарооборота предприятия	30
А.В. Кохович. Развитие рынка HRM-систем	31
А.В. Кохович. Онбординг персонала.....	33
Н.В. Павлович. DATA VAULT: преимущества и недостатки	35
А.С. Русакович. Автоматизация процесса привлечения талантов на IT-проекты	37
А.А. Игонина. Информационная поддержка пространственного размещения нестационарных торговых объектов	39
А.А. Столбова. Разработка универсального самообучаемого экспандера для понимания документации на русском языке.....	41

И.М. Куликов, Д.В. Жигалин. Реверс-инжиниринг ASK сигнала пульта управления RC модели с помощью SDR трансивера HackRF	42
Е.Е. Ганченко, Д.С.Ларченко, С.А. Миклин. Внедрение терминала видеоконференцсвязи в действующую систему ВКС в структуре ОАО «РЖД»	43
А.В. Крошилин, С.В. Крошилина. Особенности построения автоматизированной информационной системы мониторинга аспирантов кафедры	45
А.О. Сапрыкина. Причины снижения эффективности использования электронного портфолио в образовательном процессе	46
Е.Б. Кузин. Применение дистанционных технологий обучения в образовательном процессе Академии ФСИН России в условиях распространения коронавирусной инфекции (COVID-19).....	48

Секция 2

Математические модели в информационных технологиях

Н.С. Козырева, М.О. Удовик. Математический анализ согласованности активности в социальных сетях и реальных процессов	49
А.А.Жидова, С.И. Мурзагалина. Прогнозирование объема Интернет-торговли в социальных сетях в период пандемии COVID-19	51
О. Када, Э.Г. Ахметшина. Обработка очереди запросов к веб сайту приемной кампании вуза	53
И.В. Стройков, А.В. Карпушкин, А.В. Проскура. Регрессионный анализ некоторых статистических взаимосвязей онлайн и оффлайн процессов.....	54
Д.Н. Арбузов. Программное решение задачи Дирихле уравнения Лапласа методом Монте-Карло.....	57
Р. С. Румянцев. Исследование региональных эффектов производственного потенциала субъектов Центрального федерального округа с помощью лаговой модели панельных данных	59
Д.К. Симонов. Применения компьютерных вычислений для решения задачи об оптимальной работе склада.....	61
А.С. Севальников. Прогнозирование по двухпараметрической трендовой модели на примере рождаемости в Рязанской области	62
А.А. Сазонова. Решение неантагонистической игры по Нэшу с помощью компьютерных вычислений.....	64
С. А. Попель. Об исследовании состояний равновесия динамической модели типа Солоу с производственной функцией Аллена и конкуренцией за ресурс рабочих мест	65
Г.В. Печерица. Анализ характера причинно-следственной связи между инфляцией и ВВП на примере Колумбии.....	66
Н. С. Карпеев. Исследование состояний равновесия в одной системе дифференциальных уравнений с параметром в критическом случае	68
А. В. Алыпов. Исследование нулевого состояния равновесия в одной системе дифференциальных уравнений с квадратичной нелинейностью в критическом случае.....	69

Секция 3

Телекоммуникационные технологии

Л.В. Аронов. Подводный гибридный оптико-акустический канал передачи данных.....	70
В.Т. Дмитриев, М.В. Лялякина. Модификация алгоритма кодирования CELP на основе представления Хургина-Яковлева	71
Е.А. Мартынов. Разработка системы «УМНЫЙ ДОМ» для многоквартирных домов.....	72
С.А. Ермилов. Адаптивный алгоритм низкоскоростного кодирования речевых сигналов на основе представления Хургина – Яковлева	74
Т.А. Лобов. Выбор оптимального вида вейвлет-пакета с целью эффективного сжатия речевого сигнала.....	75
П.Н. Сконников. Сравнение алгоритмов комплексирования изображений различных спектральных диапазонов по комбинированному объективному показателю качества.....	77
В. А. Шмаков. Разработка модели речевого вокодера для систем подвижной радиосвязи.....	78
Е.С. Куликова, М.А. Черентаев. Оценка точности алгоритма обработки сигналов на основе представления Хургина-Яковлева.....	80
Р.С. Спиряков. Разработка совместного алгоритма кодирования и маскирования речевого сигнала.....	82
Г.П. Мазаев. Исследование параметров низкочастотных шумов.....	83
М.С. Смирнов. Исследование совместимости первичного и помехоустойчивого кодирования.....	85
А.А. Бауков. Разработка показателя качества алгоритмов уменьшения видимости частиц дождя на видеоизображениях.....	86
В.Н.Т. Нгуен. Вероятность ошибки приема сигналов в беспроводных MIMO системах при наличии помех	88
А.А. Кудряшова. Методы подавления помех в радионавигационных системах	90
А.Ю.Соломонова. Анализ и выбор модуляции в условиях плотной городской застройки для сигнала миллиметрового диапазона.....	91
Нна Банга Эммануэль Жуниор. Проектирование сети сотовой связи поколения 5G для города Криби (Республика Камерун)	93
К. С. Григорян, В.Н. Столбин, А. С. Зимовнов, Э. А. Сергеев, М. В. Токарев. Криптографическая защита речевой информации в цифровой системе радиосвязи	94
М.Ю.Дружков, В.А. Ерофеев, С.В.Григорьев. Модернизация лабораторного комплекса для изучения процедур конфигурации сигнализации базовой станции сотовой связи NokiaUltraSite	96
С.О. Алексенко. Применение свёрточного кодирования в бортовых радиотелеметрических системах видеоконтроля	98
Э.А. Бронникова. Адаптация кодеков речевых сигналов к различным воздействующим факторам.....	99
В.А. Дойбань. Исследование физического уровня системы связи 5 поколения.....	101
В.А. Телешинин. Фазовый шум в автогенераторах.....	102

Д.А. Назарков. Исследование влияния корректирующих функций на возможность повышения точности навигационных систем с весовой обработкой.....	106
Д.В. Антонов. Адаптивный алгоритм маскирования речевых сигналов на основе представления Хургина-Яковлева	108
Ю. В. Муравьева. Разработка модификации алгоритма кодирования CELP с переменной скоростью передачи	110
Ю.О. Мартишина. Улучшение параметров речевого кодека MELP при зашумленной связи	111
А.И. Успенский. Эффективность пространственного кодирования и декодирования MIMO систем передачи информации в пространстве собственных лучей.....	112

Секция 4

Информационные ресурсы и программно-инструментальные средства

А.Ю. Савченко. Разработка программно-аппаратного комплекса системы контроля частоты дыхания пловца	115
Ю.В. Ханенко, М.А. Маркушин. Программное обеспечение для исследования электростатических полей, формируемых источником высоковольтного газового разряда	117
А.М. Фам. Разработка программной системы для планирования и распределения разнородных ресурсов в промышленных телекоммуникационных сетях.....	118
А.И. Петрова. Исследование методов и средств автоматизированного тестирования WEB-приложений	119
Корячко В.П., М.А. Иванчикова, С.С. Корнеев. Разработка WEB-приложения управления цифровыми услугами сервис провайдера.....	121
А.Д. Игнатенко. Анализ программных средств реализации менеджеров задач	123
М.К. Крыгина. Исследование сейсмоакустических методов.	125
А.А. Жильников, Т.А. Жильников. Разработка прикладного программного обеспечения, реализующего алгоритмы работы с базой данных оценки уровня огневой подготовки личного состава при стрельбе из боевого оружия.....	127
М.С. Игошина. Сравнительный анализ высокоуровневых языков описания аппаратуры VHDL и VERILOG	129
М.С. Игошина. Сравнительный анализ платформ проектирования в базисе ПЛИС	131
А.Н. Сапрыкин, М.С. Игошина. Сравнительный анализ архитектуры современных ПЛИС	133
А.С. Соловьева. Построение и оптимизация мультисервисной сети связи на базе оптического волокна	135
А.Н. Митина. Основные критерии формирования и оптимизации маршрутной сети	137

Секция 5

Технологии искусственного интеллекта в проектировании

Ю.Р. Шабанова. Основная классификация САПР	139
Т.А. Калинин. Разработка программных средств сравнения ортогональных деревьев Штейнера и кратчайших связывающих деревьев	140
А.С. Танцев. Модели нейронных сетей для выявления мошеннических транзакций.....	141
Д.А. Перепелкин, М.А. Иванчикова. Задача нейросетевого управления ресурсами в мультипровайдерных облачных инфраструктурах	143
Н.Н. Романович. Применение библиотеки OPENENCLAVE для разработки доверенных приложений	145
Н.Н. Романович. Сравнительный анализ технологий доверенных сред ARM TRUSTZONE и INTEL SGX	146
А.Д. Сыс. Тенденции развития технологий корпусирования силовых микросхем.....	147
А.Д. Сыс. Тенденция уменьшения шага выводов корпуса микросхем	150
И.А. Скурко. Алгоритмы компьютерного зрения в цифровой идентификации личности	152
П.С. Киреев, С.В. Скворцов. Применение автоматизированных информационных систем в археологии	154
Х.Х. Нгуен. Разработка программного модуля трассировки печатных плат .	156
А.С. Большаков. Создание одностраничных пользовательских форм с React	158
В.А. Бессонова. Вейвлет-анализ вибрационных сигналов	159
Т.Ю. Голиков. Алгоритм обнаружения спама для комплексной защиты электронной почты	161
Т.Ю. Голиков. Самообучение системы обнаружения вредоносных программ комплексной защиты электронной почты.....	162
А.А. Семёнова. Изучение метода наименьших квадратов с помощью DESMOS CALCULATOR.....	164
М.С. Дьяков, С.В. Скворцов. Решение транспортной задачи на основе генетического алгоритма	166
С.В. Давыдочкина. Визуализация процесса разложения в ряд при изучении гармонического анализа.....	168
М.А. Бакулева, К. Шульгин. Автоматизация процесса генерации расписания проведения приемо-сдаточных испытаний.....	169

Секция 6

Информационные системы и процессы

Ю.А. Булгаков, М.С. Мартанов. Модель изменения периода опроса измерительных сигналов	172
Д.В. Аникеев, Е.М. Федотов. Использование чат-бота в процессе обучения SQL.....	174

А.А. Конкин, М.С. Никифоров. Сравнительный анализ средств защиты информации от утечки по каналу ПЭМИН	176
Е.В. Лынов, А.А. Конкин. Защита информации от утечки по каналу ПЭМИН путем применения пассивных средств защиты информации.....	178
М.С. Никифоров, Е.В. Лынов. Защита информации, обрабатываемой на объектах информатизации, от утечки по каналу ПЭМИН посредством применения активных средств защиты информации	179
Д.В.Тавлуй. SEO-продвижение как основной метод интернет-маркетинга ..	180
Д.В.Тавлуй. Интернет-маркетинг как эффективное средство продвижения	182
А.В. Курганов. Умный чат-бот для семантического анализа текста сообщений в мессенджерах	183
В.С. Кочергин, Н.И. Штрауб, Д.В. Суняйкин. Деградационные характеристики проводящей нити мемристора	184
Е.С. Иванова. Разработка программного обеспечения для преобразователей абсолютного давления	186
А.А. Крошила. Особенности бизнес-процессов в сфере разработки программных продуктов	188
Ю.Б. Щенёва, А.Н. Пылькин. Особенности проектирования базы данных для цифровой технологии обучения ИТ–специалистов.....	190
А. В. Ефремов, Д.В. Ожигина. Искусственный интеллект в распознавании жестов	192

Секция 7

Обработка изображений в системах управления

Д.А. Борисенко, С.Е. Корепанов. Слежение за объектами в последовательности изображений с использованием алгоритма TLD	194
А.В. Яковлев. Алгоритм локализации распознавания номеров транспортных средств на изображениях	195
К.Ю. Коноплич. Алгоритм сопоставления координат точки с геозоной на основе метода трассировки лучей при решении задачи планирования оптимальных маршрутов	197
К.Ю. Коноплич. Алгоритм расчета затрат на доставку груза при решении задачи планирования оптимальных маршрутов.....	199
А.А. Исаев. Обзор разновидностей метода управления с прогнозирующими моделями воздушным манипулятором	200
П.А. Макаркин. Сравнительный анализ алгоритмов выделения малоразмерного объекта на изображении в системах технического зрения	202
Р.В. Ярмов. Разработка мобильного приложения-ассистента водителя для детектирования и сопровождения пешеходов по видеопотоку	204
А.С. Большаков. Создание одностраничных пользовательских форм с React	205
А.Е. Латахин. Анализ существующих методов фильтрации для обработки искаженных изображений	206
О.Н. Буркина. Автоматическое управление экспозицией в видеокамерах ..	208
И.А. Кудинов, М.Б. Никифоров. Выбор стратегии формирования панорамного видеоизображения в зависимости от количества персональных областей интереса пользователей.....	210

Секция 8

Геоинформационные технологии

В.А. Ушенкин, А.В. Соловьев. Выявление лесов на космических радиолокационных изображениях с помощью поляриметрических признаков	212
К.А. Верхов. Обнаружение объектов на изображении с помощью метода REGIONPROPOSALNETWORK.....	213
К.А. Верхов. Алгоритм Виолы-Джонса в решении задачи поиска объектов на изображении.....	214
О.К. Головнин. Геоинформационная модель для распределения состояния информационного пространства сложноорганизованной транспортно-логистической системы	215
Е.В. Чекина. Построение электронных паспортов автомобильных дорог на основе цифровой модели местности в среде геоинформационной системы ITSGIS	216
П.А. Киселева. Моделирование регистрации сейсмосигнала лазерным сейсмометром на волнах с ортогональной поляризацией	217
Т.М. Невдах. Программная реализация экспертной системы для исследования динамики современных литосферных геодеформационных процессов на платформенных территориях	218
А.С. Рыжиков. Алгоритм быстрого сопоставления SURF-дескрипторов на основе многомерной кластеризации	220
А.С. Рыжиков. Алгоритм автоматического формирования абрисов с использованием внешней информации.....	221
В.В. Назарцев. Адаптивное сжатие гиперспектральной информации	222
С.М. Ларионов. Сравнение функций разделения областей при кластеризации аэрокосмических гиперспектральных снимков	223
А.М. Кочергин, С.А. Ларюков. Особенности использования векторных картографических данных в онлайн ГИС-системах.....	225
М.М. Егин, О.А. Пресняков. Программные средства создания и отображения мозаичных изображений земной поверхности.....	226
Н. А. Райков. Анализ методов фильтрации цифровой модели местности при формировании цифровой модели рельефа.....	227
А.А. Макаренков. Анализ подходов по организации бортовой обработки видеоданных ДЗЗ с привлечением нейросетевых процессоров.....	229
В.А. Зенин. Автоматизация радиометрической калибровки видеодатчиков с использованием технологий искусственного интеллекта.....	230
В.А. Еремеев. Выделение однородных областей на изображениях от космических систем наблюдения Земли.....	231
А.А. Воронин. Совмещение видеоданных от спутниковых систем глобального наблюдения.....	233
Е. С. Кожина. Сравнение алгоритмов обнаружения движущихся объектов в видеоинформационной системе в условиях геометрических преобразований.....	233
А. С. Танцев. Модели интеллектуального анализа данных для выявления мошеннических транзакций.....	235

Секция 9

Информационные технологии в промышленности

Р.Н. Дятлов, Е.К. Буханова. Термомеханические процессы на электродах при электроэрозионной обработке	238
О.А.Жуков. Полуавтомат для получения формы из поролона.....	240
М.Д. Корниенко. Оптимальная система управления движением колесного робота по заданному пути	242
В.В. Глазкова. Приоритеты внедрения информационных технологий в деятельность предприятий оборонно-промышленного комплекса	243
И.Н. Романов, М.В. Ленков, А.Г. Зиненко. Моделирование трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором по каталожным данным в пакете SCILAB/XCOS.	245
В.А. Линьков, М.В. Ленков, Фролова И.А. Оценка мощности искажений и коэффициента балансировки нелинейных нагрузок в 3-фазных сетях аддитивных производств	247
Н.В. Румянцев. Применение и особенности тепловых трубок.....	250
Д.В. Ворвуль. Оптические системы передачи	251
А.Д. Ващилов. Прибор инерциальной навигации на основе MEMS-датчиков	253
Р.С. Ромашин. Разработка регулируемого соединительного блока питания	255
В.Д. Степнов. Методы исследования дефектов поверхности.....	256
С.М. Шитова. Исследование метода построение параметрической 3D модели вала на основе контура вращения.....	258
И.А. Фролова, М.В. Ленков. Автоматизация технологического процесса Изготовления индуктивных элементов.....	259
И.И.Сабуров, А.Д.Силкин. Воздействие магнитного поля на устройства автоматики и телемеханики	261
Д. В. Кутузов. Автоматизированная система прогнозирования, реагирования и локализации аварийных ситуаций на опасных производственных объектах	262
Э.И. Таминдаров. Вычисление двойного интеграла для подсчёта запасов нефтяного месторождения	264

Секция 10

Космические информационные технологии

М.С. Поборуева, О.А. Бодров. Особенности методов разделения каналов в системах передачи информации.....	267
Р.Н. Соболев. Реализация алгоритма детектирования фотофиксации.....	269
А.И. Таганов, М.И. Цыцына, А.А. Фоломеев. Анализ методов оценки надежности алгоритмических процессов в ГИС	271
В.О. Лизунова. Методы оценки временных ресурсов в проектах по разработке программного обеспечения.....	273
Н.В. Куликов. Определение требований к системе оценки времени разработки программного обеспечения на основе анализа существующих систем.....	275
В.А. Титкин. Антенный блок для бортовой пассивной ФАР с электронным управлением лучом.....	277
И.А. Новиков. Синфазная антенная решетка в волноводном исполнении....	278

Е. В. Тишковец. Процесс подготовки данных для сверточной нейронной сети для решения задачи увеличения разрешения изображений, снятых с помощью спутниковых технологий.....	279
М. А. Бакулева, А.В. Бакулев. Анализ цифровых изображений для оценки динамики области деструкции.....	281
А.Н. Кашеев. Табличные методы вычисления функций синуса и косинуса.....	282
А. В. Алыпов. Исследование нулевого состояния равновесия в одной системе дифференциальных уравнений с квадратичной нелинейностью в критическом случае.....	288
Буй Куок Выонг. Разработка имитационной модели устройства защиты от пассивных помех.....	289
Д.С. Воробьев. Алгоритмы вейвлет-обработки зашумленных мультиспектральных изображений.....	291
Д.В. Климов. Вероятностный подход к инженерным расчетам.....	293
Н.А. Кононенко. Методы и средства распознавания визуально неразличимых объектов на спутниковых снимках.....	294
А.А. Крошила. Особенности бизнес-процессов в сфере разработки программных продуктов.....	296
Д.Ю. Александров. Автоматизация технологического процесса в организации	298
А.Н. Хутев, О.Н. Олейникова. Исследование эффективности КЭШ по различным критериям.....	300
А.И. Пронькин. Методы фильтрации дискретного белого шума и периодических помех на изображении.....	301
А.Н. Крюков. Проблемы внедрения LIBREOFFICE в учебный процесс.....	302
И. И. Яковлев, А. И. Баранчиков. Алгоритм формирования формального описания предметных областей информационных систем.....	303

Архитектура промышленных автоматизированных систем и системный анализ

Курс от Блока "Технологии" Сбера
для студентов 3-4 курсов бакалавриата и магистрантов РГРТУ



Обучающий курс по архитектуре АС и системному анализу

Сегодня на рынке востребованы специалисты, обладающие навыками системного анализа, знанием разных типов архитектур Enterprise приложений, практик DevOps и Machine Learning. Именно эти знания и навыки охватывает предлагаемый курс.

Основные блоки курса:

- архитектура Enterprise приложений:
 - многозвенная архитектура;
 - микросервисы;
 - облачные технологии;
 - event stream processing.
- современные методологии разработки ПО;
- DevOps и непрерывная интеграция (CI);
- практический Machine Learning (ML);
- интеграция корпоративных приложений (EAI);
- практика системного анализа.

Требования к кандидатам: базовые знания программирования, ООП.

Успешное прохождение курса гарантирует вам:

- знание основных архитектурных подходов к проектированию промышленных АС;
- понимание процесса интеграции приложений;
- понимание культуры DevOps;
- практические навыки применения машинного обучения с помощью нейросетей;
- знакомство с основными задачами и практиками системного анализа.

Длительность курса: 64 часа (2 занятия в неделю).

Как попасть на курс: набор на курс осуществляется два раза в год: в осеннем и весеннем семестрах. Узнать ближайшую дату начала набора на курс можно на странице курса или по электронной почте.

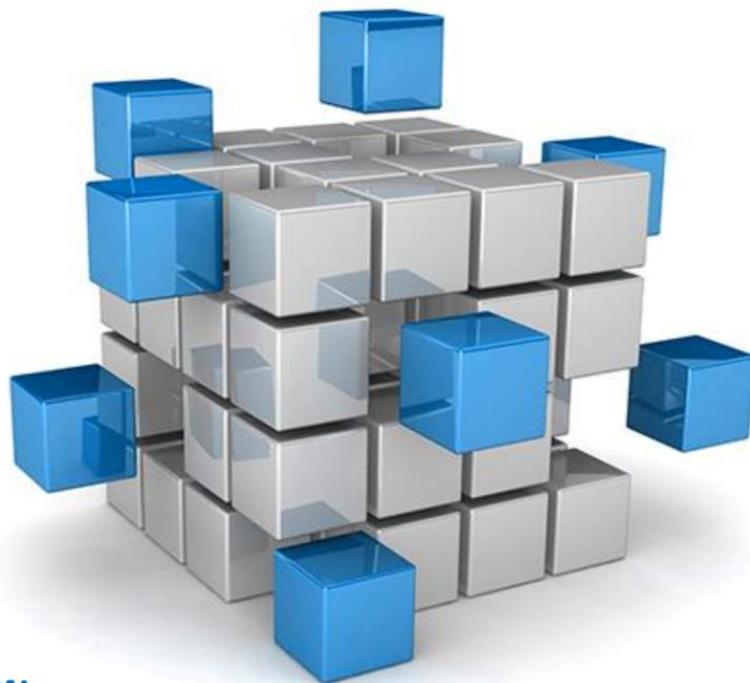
E-mail для связи: Gornova.E.Ser@sberbank.ru

Обучение на бесплатной основе.



ОСНОВЫ BI

Твой первый шаг в мир BIG DATA



BUSINESS
INTELLIGENCE

Мы предлагаем:

- узнать особенности проектирования **хранилищ данных**;
- повысить навыки работы с **СУБД**;
- на практике освоить основные **ETL** приемы;
- изучить один из инструментов **Business Intelligence** – **OLAP** кубы;
- перенять бесценный опыт работы **ПАО Сбербанк** с большими массивами данных;
- обучение на **бесплатной** основе.

Наши ожидания:

- владение базовыми знаниями **SQL**;
- желание учиться и развиваться.

Срок обучения: 2 цикла по 2 месяца (2 занятия в неделю)

Как попасть на курс: узнать ближайшую дату начала набора на курс можно на странице курса или по электронной почте.

E-mail для связи: Gornova.E.Ser@sberbank.ru;

Обучение на бесплатной основе.



Java

```
@Override
public Function simplify(boolean compute) {
    List<Expression> simplifiedOperands = null;
    for (int i = 0; i < operands.size(); i++) {
        Expression operand = operands[i];
        Expression simplifiedOperand = operand.simplify(compute);
        if (simplifiedOperand != operand) {
            if (simplifiedOperands == null) {
                simplifiedOperands = new ArrayList<>();
                if (i > 0) {
                    simplifiedOperands.addAll(operands[:i]);
                }
            }
            simplifiedOperands.add(simplifiedOperand);
        } else {
            if (simplifiedOperands != null) {
                simplifiedOperands.add(operand);
            }
        }
    }
}
```

Обучение с возможностью последующего трудоустройства

СБЕР приглашает разработчиков, студентов выпускных курсов технических ВУЗов, а также технических специалистов, которые хотят обучиться программированию на **Java**.

Если вы чувствуете в себе потенциал талантливого разработчика, желание расти и развиваться в крупной, динамично развивающейся IT-компании, приглашаем попробовать свои силы в конкурсе на место студента в шестом потоке **Java-школы**.

По результатам прошлых потоков - нам удалось подготовить сильных специалистов и взять в штат не менее **85%** обученных.

Мы предлагаем

- обучение в течение **4-х** месяцев у ведущих специалистов с большим практическим опытом;
- выполнение учебных практических задач;
- при успешном окончании обучения - **трудоустройство** в штат компании.

График обучения

- 2 раза в неделю (будние дни) в вечернее время;
- каждую субботу в первой половине дня.

Ваши карьерные перспективы

- возможность участвовать в масштабных, интересных проектах крупнейшего банка страны;
- работать в молодой и сильной команде профессионалов;
- получать высокую оплату своего труда (оклад, развитая система премирования);
- продолжить обучение за счет компании.

Наши ожидания

- профильное образование (бакалавриат, магистратура, специалитет);
- знание алгоритмов;
- логическое мышление;
- умение писать программы на одном из объектно-ориентированных языков программирования.

Как попасть на курс

- узнать ближайшую дату начала набора на курс можно на странице курса или по электронной почте.

e-mail для контактов: Gornova.E.Ser@sberbank.ru

Обучение на бесплатной основе.



НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ
НИТ-2021

XXVI ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ,
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ

Материалы конференции

Подписано в печать 30.11.21. Формат 60x84/16

Бумага офсетная. Гарнитура Times.

Усл. печ. л. 18,975

Тираж 200 экз. Заказ № 4815

Компьютерный дизайн: Бакулев А.В.

Компьютерная верстка: Бакулева М.А., Бакулев А.В.

Отпечатано в типографии BookJet
390005, г. Рязань, ул. Пушкина, д.18

Сайт: <http://bookjet.ru>

Почта: info@bookjet.ru

Тел.: +7(4912)-466-151

ISBN 978-5-907400-90-0



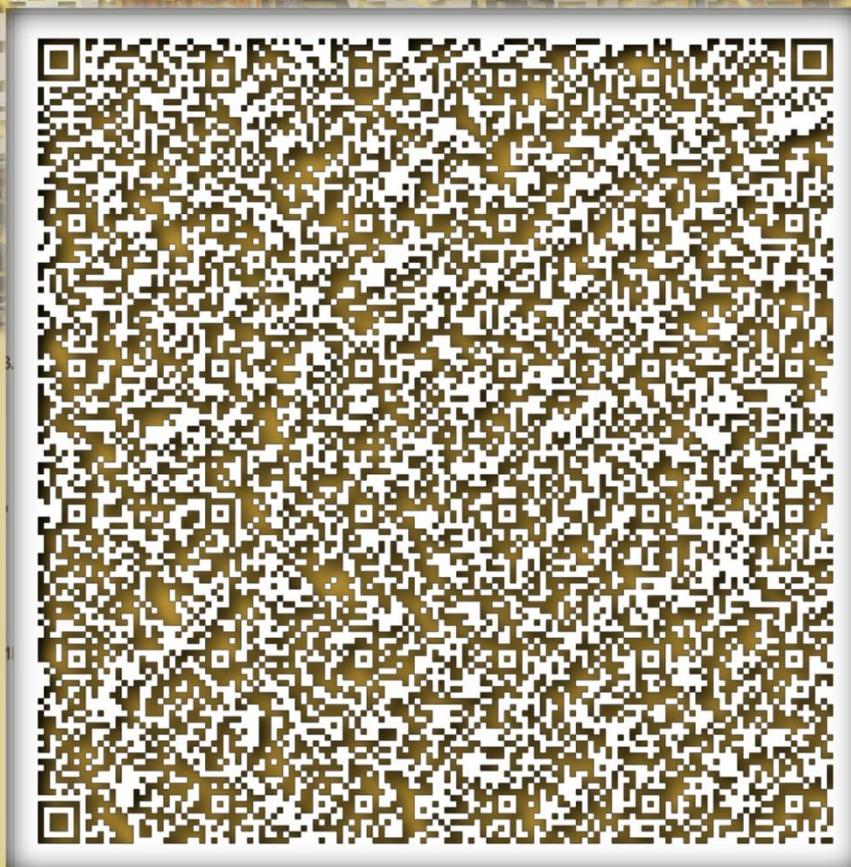
КАФЕДРА СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ (САПР ВС)



<http://sapr.rsreu.ru>



<http://nit.rsreu.ru>



РГРТУ-SBERTECH



События SBERTECH

