

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

---

**НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ  
НИТ-2022**

XXVII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ,  
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ

Материалы конференции



С 2019 года конференция проводится при поддержке Блока  
Технологии Сбера и АО «СберТех»



Рязань 2022

УДК 004+001.1+681.2+681.3+681.5

**Новые информационные технологии в научных исследованиях:** материалы XXVII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов; Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2022 г - 166 с.

**ISBN 978-5-907568-47-1**

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

Авторская позиция и стилистические особенности публикаций полностью сохранены.

#### **Программный комитет:**

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

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

Корячко А.В. – проректор РГРТУ по учебной работе, к.т.н., доцент;

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

Холопов И.С. – проректор по цифровому развитию, 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.О. – 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;

Мамонов С.С. – профессор РГУ имени С.А. Есенина д.ф.-м.н., профессор;

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 государственного аэрокосмического университета им. С.П. Королева, д.т.н., профессор;

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

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

Секретари:

Периго Н.Б.

Чернакова Н. В.

**ISBN 978-5-907568-47-1**

© Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В.Ф. Уткина, 2022

© ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2022

---

**Секция 6. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОЦЕССЫ**

---

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ СТРУКТУРЫ  
С КВАНТОВОЙ ЯМОЙ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ  
ИСТОЧНИКА ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

С.А. Антонова

Научный руководитель – Рыбин Н.Б., канд. физ.-мат. наук, доцент  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В.Ф. Уткина**

В докладе представлены результаты моделирования полупроводниковой гетероструктуры с квантовой ямой и зонной диаграммой первого типа, которая может быть использована для создания источника инфракрасного излучения.

Полупроводниковые гетероструктуры лежат в основе конструкций современных транзисторов, приборов квантовой электроники, СВЧ-техники, электронной техники для систем связи, телекоммуникаций, вычислительных систем и светотехники. Такие устройства производят с использованием полупроводниковых соединений  $A_3B_5$  и  $A_2B_6$ , а также их тройные и даже четверные соединения. Таким образом, количество комбинаций материалов для создания гетероструктур с заданными свойствами достаточно велико. Поэтому моделирование свойств таких гетероструктур является актуальной задачей микро- и наноэлектроники.

В качестве рабочей длины волны излучательного перехода выбрана длина 1,55 мкм, которая считается наиболее перспективной в волоконно-оптических системах передачи информации из-за наименьшего значения материальной дисперсии и минимального затухания [1].

Для достижения поставленной задачи в качестве материала квантовой ямы взят материал  $Ga_xIn_{1-y}As$ , в качестве материала барьера – InP. Слой InP в структуре согласован с периодом кристаллической решетки подложки арсенида галлия. Такая структура потенциально не имеет внутренних упругих напряжений, обеспечивая большой квантовый выход, и является достаточно долговечной в эксплуатации [2].

Моделирование производилось в среде MathCad. На основе математического аппарата [3] были рассчитаны энергии уровней размерного квантования для электронов и дырок в квантовой яме, а также произведен расчет влияния упругих напряжений на зонную диаграмму.

В результате работы была смоделирована полупроводниковая структура, излучающая на длине волны 1,55 мкм, соответствующей диапазону инфракрасного излучения.

*Библиографический список*

1. Гауэр Дж. Оптические системы связи: Пер. с англ.— М.: Радио и связь, 1989. — 504 с.
2. Шильяев П.А., Павлов Д.А. Полупроводниковые гетероструктуры: гетеропереход. Учебно- методическое пособие. / Н.Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2009. – 18 с.

3. В. Г. Литвинов, Н. Б. Рыбин, Н. В. Рыбина, А. В. Ермачихин, Д. С. Кусакин. Физика наносистем: методические указания к лабораторным работам. Рязань, РГРТУ, 2015, 24с.

## **ОБЗОР РЕШЕНИЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЛУЖБ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ С ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

А.Ю. Баранов

Научный руководитель – А.В. Маркин, к-т техн. наук, доцент каф. АСУ

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

Сегодня эксплуатируется множество информационных систем, находящихся на самом длительном этапе жизненного цикла – этапе сопровождения. При желании сохранять актуальность системы её необходимо постоянно поддерживать: добавлять новый функционал, выпуская обновления, поддерживать связь с пользователями системы, устранять ошибки и недоработки. На этом этапе ключевую роль в жизни системы играют именно пользователи. Из необходимости поддерживать пользователей возникает проблема организации этого процесса. В традиционном подходе этими вопросами занимаются сотрудники служб технической поддержки. Их основными задачами являются: общение с пользователями системы, сбор обратной связи и формирование целевых требований разработчикам системы, поддержка пользователей в вопросах эксплуатации. Как раз для увеличения производительности служб технической поддержки и появилась тенденция автоматизировать этот процесс.

Автоматизация процесса поддержки пользователей подразумевает под собой создание системы, которая сможет получать вопросы от пользователей, обрабатывать их и формировать на них свой ответ. Конечно, система не сможет подойти к вопросу так же гибко как человек-специалист, но к этому сейчас активно стремятся все ведущие в этой области разработки. Сам процесс общения пользователей с такой системой можно назвать интеллектуальным взаимодействием так как система представляет собой некий «искусственный интеллект», пусть и достаточно примитивный, который пытается распознать запросы человека и сформировать на них свои ответы.

В докладе рассматриваются процессы интеллектуального взаимодействия систем технической поддержки с пользователями информационных систем. Раскрываются такие понятия как поддержка пользователей и интеллектуальное взаимодействие системы с пользователем.

Задача автоматизации процесса поддержки пользователей информационных систем является актуальной. Уже существуют различные решения этой задачи. Многие крупные IT-компании инвестируют большое количество ресурсов для разработки подобных систем. Например, разработка «Маруси» – многофункционального голосового помощника (одна из разновидностей интеллектуальных систем поддержки) Mail.ru

group, по некоторым оценкам, обошлась компании в 2 млн. долларов [1]. И это лишь один пример подобной системы [2].

Сегодня практически любая компания, которая сопровождает какой-либо программный продукт, нуждается в подобного рода системе. Конечно, не все компании могут позволить себе такое количество ресурсов на разработку подобной системы, поэтому существуют гораздо более простые, быстрые и дешёвые решения этой задачи [3].

В докладе также представлены некоторые существующие подходы к решению задачи поддержки пользователей информационных систем, оценены их преимущества и недостатки.

Существует задача организовать подсистему технической поддержки пользователей расчётно-платёжного комплекса «Абонент+» [4]. На сегодняшний день компоненты программного комплекса «Абонент+» используются в подавляющем большинстве ресурсоснабжающих и управляющих компаний ЖКХ Рязанской области, а некоторые компоненты используются и в других регионах Российской Федерации. Исходя из этого измерять потенциальную аудиторию пользователей разрабатываемой подсистемы можно тысячами человек.

В докладе представлен обзор существующих решений поддержки пользователей и на его основе поставлена задача на разработку подсистемы поддержки пользователей компонентов расчётно-платёжного комплекса «Абонент+».

#### *Библиографический список*

1. Голосовой помощник «Маруся» | Mail.ru group [Электронный ресурс]. URL: <https://marusia.mail.ru/> (дата обращения 13.10.2022).
2. Создание голосовых помощников крупными IT-компаниями | Forbes [Электронный ресурс]. URL: <https://www.forbes.ru/tehnologii/378035-bitva-za-9-mld-zachem-kompanii-odna-za-drugoy-vklyuchayutsya-v-voynu-boltalok> (дата обращения 13.10.2022).
3. Какому бизнесу полезен голосовой бот | RUcenter [Электронный ресурс]. URL: [https://www.nic.ru/info/blog/voice-bot/?ipartner=4444&adv\\_id=191121blog\\_usl\\_fz\\_but&utm\\_source=sbscr&utm\\_medium=but&utm\\_campaign=191121blog\\_usl\\_fz](https://www.nic.ru/info/blog/voice-bot/?ipartner=4444&adv_id=191121blog_usl_fz_but&utm_source=sbscr&utm_medium=but&utm_campaign=191121blog_usl_fz) (дата обращения 13.10.2022).
4. Программный комплекс «Абонент+» | ООО «Абонент+» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.abonent.plus/> (дата обращения 13.10.2022).

## **ОЦЕНКА НАДЁЖНОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ: СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ**

А.А. Батура

Научный руководитель – Боровиков С.М., канд. техн. наук, доцент

**Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники**

В настоящее время обеспечение информационной безопасности является весьма важной задачей для всех организаций, использующих

информационные технологии в своей деятельности (производственной, научной, управленческой, рекламной и т.д.). Для решения задач по обеспечению информационной безопасности организации применяют как специализированное программное обеспечение, так и технические средства. Используемые технические средства представляют собой системы обеспечения физической безопасности, обеспечивая контроль и доступ к информационным ресурсам уполномоченных специалистов и предотвращая несанкционированный доступ посторонних лиц. К надёжности таких технических систем предъявляются повышенные требования, поэтому в большинстве случаев системы обеспечения безопасности включают резервирование (избыточность) для увеличения вероятности выполнения важнейших функций, возлагаемых на системы.

На этапе проектирования систем для подтверждения обеспечения проектных требований к надёжности выполняют инженерный расчёт надёжности, пользуясь классическими методами [1–4], принимая обычно во внимание устойчивые отказы составных функциональных частей системы обеспечения безопасности. Известно [1], что для некоторых функциональных частей технических систем иногда могут возникать временные отказы. Эти отказы согласно новому ГОСТ, устанавливающему термины и определения в области надёжности технических изделий, называют сбоями [5]. Сбой (en interruption) – это самоустранившийся отказ или однократный отказ, устраняемый незначительным вмешательством оператора. Для электронных систем обеспечения безопасности, в отличие от других технических систем, сбои (временные отказы) являются принципиальными с точки зрения выполнения системой своих функций по защите объекта.

Причиной возникновения сбоев технических средств, входящих в состав электронных систем обеспечения безопасности, являются естественные и искусственные воздействия, которым подвергаются функциональные части систем. Примерами таких воздействий могут быть молнии, грозовые разряды, ураганный ветер, электромагнитные импульсы при включении мощных промышленных электрических установок, электромагнитные помехи по цепям электрического питания технических средств системы и т.д. Названные воздействия приводят к тому, что например, электронный датчик, находясь в технически исправном состоянии, кратковременно не выполнит свою функцию по обнаружению нарушителя, т.е. перейдёт в состояние неработоспособности, но после исчезновения воздействия восстановит своё работоспособное состояние без вмешательства обслуживающего персонала и выполнения ремонта. Либо второй пример. Электромагнитная помеха по цепи электрического питания микропроцессорного приёмно-контрольного устройства системы обеспечения безопасности может вызвать сбой в работе этого устройства, что приведёт к тому, что информация о несанкционированном проникновении, поступающая от датчиков, не будет воспринята, либо не будет правильно обработана. Но перезагрузка микропроцессорного устройства восстановит его работоспособное состояние.

Анализируя функционирование многих электронных систем обеспечения безопасности информационных ресурсов, и принимая во внимание

физическое окружение систем, особенно в условиях городской инфраструктуры, можно установить, что всегда имеет место соотношение

$$P_{\text{защ}} < R_{\text{ЭСБ}}, \quad (1)$$

где  $P_{\text{защ}}$  – вероятность обеспечения электронной системой безопасности защиты информационных ресурсов от проникновения несанкционированных лиц;  $R_{\text{ЭСБ}}$  – вероятность работоспособного состояния электронной системы безопасности в любой выбранный момент времени, найденная с учётом устойчивых отказов технических средств системы.

Поэтому актуальным является вопрос, как при оценке надёжности электронной системы безопасности, обеспечивающей защиту информационных ресурсов, учесть возможные сбои (временные отказы) функциональных частей системы и рассчитать показатель  $P_{\text{защ}}$  соотношения (1), который более достоверно характеризует потенциальные возможности системы по защите информационных ресурсов в конкретных эксплуатационных условиях.

Для оценки эксплуатационной надёжности электронной системы безопасности предлагается в расчётах надёжности дополнительно использовать вероятности восприятия нарушителя датчиками системы и вероятности правильной обработки микропроцессорными устройствами (функциональными частями системы) сигналов, поступающих от датчиков или команд от приёмно-контрольных устройств. Причём эти вероятности должны учитывать факты возможного невосприятия нарушителя средствами обнаружения и факты возможной неправильной обработки микропроцессорными устройствами поступающей информации в случаях, когда функциональные устройства системы, будучи технически исправными, кратковременно теряют работоспособность из-за сбоя (временного отказа), вызываемого внешней эксплуатационной средой.

#### *Библиографический список*

1. Надёжность технических систем: справочник / Ю. К. Беляев и др.; под ред. И. А. Ушакова. – М.: Радио и связь, 1985. – 608 с.
2. Боровиков С. М., Цырельчук И.Н., Троян Ф.Д. Расчёт показателей надёжности радиоэлектронных средств: учебно-метод. пособие; под ред. С. М. Боровикова. – Минск: БГУИР, 2010. – 68 с.
3. Надёжность электрорадиоизделий, 2006: справочник / С. Ф. Прытков и др. – М.: ФГУП «22 ЦНИИ МО РФ», 2008. – 641 с.
4. Reliability prediction of electronic equipment: Military Handbook MIL-HDBK-217F. – Washington: Department of defense DC 20301, 1995. – 205 p.
5. ГОСТ 27.002-2015. Межгосударственный стандарт. Надёжность в технике. Термины и определения. Дата введения – 01.03.2017. – М.: Стандартинформ, 2016. – 24 с.

## ФОРМИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ ДИСКРЕТНЫХ ОТСЧЕТОВ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИГНАЛОВ С ПОДБОРОМ СДВИГОВ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОТСЧЕТОВ

Ю.А. Булгаков

Научный руководитель – А.А. Михеев, д-р техн. наук, профессор каф. АСУ

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

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по применению сложных дискретных отсчетов (СДО) для обработки электрокардиосигнала (ЭКС) с целью устранения дрейфа изолинии.

Выражение, связывающее амплитуду составляющей  $k$ -й спектральной зоны в спектрах последовательности основных отсчетов сигнала дрейфа изолинии и сложных дискретных отсчетов, имеет вид [1]:

$$A_{\text{СДО}k} = U_0 \frac{2\tau}{T_d} \frac{\sin\left(k\pi \frac{\tau}{T_d}\right)}{k\pi \frac{\tau}{T_d}} \left[ 1 + 2K_1 \cos\left(2\pi k \frac{\tau_c}{T_d}\right) \right]. \quad (1)$$

Чтобы подавить в спектре последовательности СДО составляющие  $k$ -ой спектральной зоны, необходимо выполнить условие:  $A_{\text{СДО}k} = 0$ . Как следует из (1), выполнить это условие можно, приравняв нулю выражение в квадратных скобках:

$$1 + 2K_1 \cos\left(2\pi k \frac{\tau_c}{T_d}\right) = 0. \quad (2)$$

При заданных периоде  $T_d$  дискретизации и сдвиге  $\tau_c$  дополнительных отсчетов уравнение (2) решается относительно масштабного коэффициента  $K_1$ . Однако изменчивость  $T_d$  в процессе съема отсчетов приводит к нарушению условия (1) при уже выбранном  $K_1$  и, соответственно, к неполному подавлению спектральных составляющих выбранной спектральной зоны [2].

Из рассмотрения условия (2) следует вывод, что выполнение этого условия можно обеспечить, поддерживая постоянство отношения сдвига дополнительных отсчетов к текущему периоду дискретизации. Для этого необходимо для каждого значения периода дискретизации определять соответствующее значение сдвига дополнительных отсчетов относительно основного отсчета [3]:

$$\tau_c = \frac{T_d}{2\pi} \arccos\left(-\frac{1}{2K_1}\right). \quad (3)$$

В связи с тем, что формирование СДО должно производиться в реальном времени, был разработан алгоритм для реализации формирования СДО при

вариабельности периода дискретизации с подбором сдвигов дополнительных отсчетов. Процесс формирования состоит из следующих этапов:

- выделить точку в начале ТР-интервала ЭКС;
- определить амплитудно-временные параметры отсчетов: масштабный коэффициент  $K_I$  и период дискретизации  $T_d$ ;
- вычислить период сдвига дополнительных отсчетов для полученного значения периода дискретизации.

Формирование СДО начинается с крайней левой точки дополнительного отсчета. Формирование отсчетов происходит в циклах по длительности отсчета, в которых происходит перемножение амплитуды сигнала с масштабным коэффициентом в зависимости от того, является ли отсчет дополнительным. При формировании сдвигов используется цикл по рассчитанному времени сдвига, в котором амплитуда сигнала умножается на ноль. В качестве критериев для определения положения текущего времени  $t$  используются характерные точки СДО (появление и окончание отсчетов).

#### *Библиографический список*

1. Yu. Bulgakov, T. Vitiazeva and A. Mikheev Research of the Spectrum of a Complex Discrete Samples with Sample Rate Variability/ 10th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO – 2021) Proceedings. Budva, Montenegro. IEEE Catalog Number: CFP2039T-ART. pp. 323-326.

5. Булгаков Ю.А., Витязева Т.А., Михеев А.А. Сложные дискретные отсчеты в задачах обработки электрокардиосигнала // Биомедицинская радиоэлектроника. 2021. Т. 24. № 4. С. 76–82.

6. Yu. Bulgakov, T. Vitiazeva and A. Mikheev Formation of Complex Discrete Samples of Measuring Signals with a Sampling Period Variability/ 11th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO – 2022) Proceedings. Budva, Montenegro. IEEE Catalog Number: CFP2239T-USB. pp. 275-278.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ В ЛОГИСТИКЕ**

Ю.А. Воронова

Научный руководитель – Поляковский В.В., магистр техн. наук  
**Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники**

Логистическая цепочка – это сложная система, представляющая собой совокупность физических объектов, например, складов или логистических центров, транспортных потоков и политик обслуживания, которые ими управляют. Набор этих политик достаточно широк: от правил, по которым товары отгружаются со склада, размеров грузового транспорта и частоты его рейсов до тарифов на погрузку и транспортировку [1].

Чтобы выполнить перевозку груза от начала до конца, логистическая отрасль в значительной степени полагается на такие данные, как информация о местоположении, логистическая сеть и объемы запасов, поступающие из разных сторон в любой момент времени.

Следовательно, неточные данные от третьих сторон, ручные процессы и медленные ответы приводят к многочисленным недостаткам в системе.

Эти проблемы можно решить путем создания цифровых двойников физической логистической сети. Цифровая копия физических объектов дает представление о производительности, потенциальных ошибках и сбоях, улучшая общую структуру и эффективность.

Цифровые двойники позволяют поставщикам логистических услуг и другим компаниям, участвующим в цепочке поставок, предоставлять партнёрам повышенную прозрачность и повышать спрос потребителей.

Цифровой двойник логистической цепочки представляет собой математическую модель, которая полностью повторяет принципы действия в управлении цепочками поставок. По сути, это виртуальный двойник совокупности реальных бизнес-процессов. Рассмотрим проблемы, решаемые с помощью использования цифровых двойников в логистике.

Во-первых, цифровой двойник поможет в управлении транспортом и маршрутами. Создание цифрового двойника обеспечивает своевременное оповещение водителя о критических ситуациях, таких как: пробки, аварии, пожары, ураганы и другие происшествия, и предлагает новые маршруты. Технология может также предотвратить неаккуратное вождение или нарушения, сигнализируя о них водителю. Результат применения – экономия топлива и времени.

Во-вторых, с помощью применения цифрового двойника возможно добиться улучшения обработки грузов в портах с помощью цифровых моделей. Логистические узлы, такие как аэропорты, морские порты и т.д., являются сложными системами для управления: несовершенство системы или человеческие ошибки могут создать проблемные места. Вероятность возникновения проблем может быть снижена с помощью использования цифровых двойников.

К примеру, Errison и порт Ливорно в Италии работают над созданием цифрового двойника для устранения неэффективности в обработке грузов, погрузке и разгрузки грузов. Это достигается путем создания цифровой копии территории порта в режиме реального времени с использованием сети 5G, умных датчиков, а также современных камер видеонаблюдения.

Цифровые двойники также могут использовать спутниковые фотосъемки и навигационные системы для оценки в реальном времени всего пути следования грузов.

В-третьих, использование цифровых двойников влияет на повышение эффективности на складах и в логистических центрах. Цифровые двойники позволяют создавать точные макеты складов и логистических центров. Это позволяет компаниям переосмыслить как новые планировки могут повысить эффективность деятельности без ущерба для текущих операций.

Кроме того, благодаря последним достижениям в области складских технологий, таких как автоматические роботы, системы подсчета, автоматизированное оборудование для хранения и поиска товаров, компании могут объединить данные, полученные от этих систем, для улучшения планировки склада и повышения производительности.

Например, компания DHL в сотрудничестве с производителем упаковки для пищевых продуктов Tetra Pak смоделировала все действия и оборудование на одном из своих складов. Это позволило им изучить

перемещение упаковок и функциональность оборудования в целях повышения эффективности.

В-четвертых, использование цифровых двойников обеспечивает защиту грузов. Компании могут объединить данные о товарах и об упаковке, чтобы понять, как различные условия упаковки могут повлиять на товар, еще до того, как первая поставка будет отправлена. Цифровые двойники непрерывно собирают данные и помогают выявить потенциальные недостатки во всех процессах от производства товара до его доставки клиенту.

Датчики используются для сбора и передачи данных в несколько точек данных во время перехода фактической поставки. Данные за предыдущие шесть месяцев могут быть сохранены, а повторяющиеся тенденции могут быть замечены и устранены, защищая и улучшая будущие операции [2].

Таким образом, цифровые двойники становятся эффективным инструментом принятия решений в логистике, где цепочки поставок играют большую роль.

#### *Библиографический список*

1. Digital twins in logistics: real gains from real-time models [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gep.com/blog/mind/digital-twins-logistics-warehouse-shipments> – Дата доступа: 27.10.2022.

2. Digital twins and Artificial Intelligence in logistics [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cloudflight.io/en/blog/digital-twins-and-artificial-intelligence-in-logistics/> – Дата доступа: 27.10.2022.

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА**

О.К. Головнин

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

Развитие интеллектуальных технологий, а также технологий интеллектуальных транспортных систем приводит к улучшению дорожно-транспортной ситуации [1-3]. В работе предложена концепция интеллектуальной транспортно-логистической системы, которая может иметь в своем составе компоненты, построенные на различных технологических уровнях. Интеллектуальная транспортно-логистическая система планируется в составе двух основных программных блоков с сопутствующими подсистемами:

1. Программная платформа интеллектуальных транспортных сервисов, обеспечивающая предоставление сведений и функциональных возможностей интеллектуальной транспортно-логистической системы пользователям и реализацию возможности интеграции с внешними системами;

2. Интеллектуальная система мониторинга, моделирования и поддержки принятия решений при управлении транспортными процессами в составе нескольких подсистем: система мониторинга характеристик транспортных потоков и объектов транспортной

инфраструктуры, интеллектуальная система моделирования транспортных потоков, система поддержки принятия решений.

При реализации программной платформы интеллектуальных транспортных сервисов используется подход, основанный на разбиении информационных систем на функционально законченные, независимые компоненты (сервисы).

Система мониторинга характеристик транспортных потоков и объектов транспортной инфраструктуры отвечает за проведение непрерывного качественного мониторинга функционирования транспортной системы, выявление несоответствующих дорожных условий как основы возникновения сложного трафика, а также определение наиболее опасных с точки зрения аварийности участков путем сбора информации о текущем состоянии всех объектов, составляющих дорожно-транспортный комплекс, и статистическую обработку собираемой и хранимой информации и наглядное ее представление.

Интеллектуальная система моделирования транспортных потоков осуществляет работу с имитационными транспортными моделями в части проведения экспериментов по влиянию различных изменений в организации движения (изменения в настройках светофоров, принятие решения о расширении улиц, о запрете или разрешении поворотов, об организации одностороннего движения и т.д.) на трафик. Система поддерживает эксперименты как по введению изменений, действие которых планируется на постоянной основе, так и временных планов организации движения.

Система поддержки принятия решений предназначена для помощи оператору в моделировании различных сценариев развития дорожно-транспортной обстановки на основе исторических, сиюминутных и прогнозных данных за определенный период времени, а также в случае наступления нештатных ситуаций (выхода из строя общественного транспорта, резкого увеличения пассажиропотока по отдельному направлению, перекрытия дороги в результате ДТП и т.д.) и принятии верных решений.

При этом, в составе компонентов программных блоков интеллектуальной транспортно-логистической системы могут присутствовать различные программные реализации тех или иных функций. Например, на рисунке 1 представлено разработанное программное средство моделирования общественного транспорта, использующее в качестве основы среду моделирования Sumo.

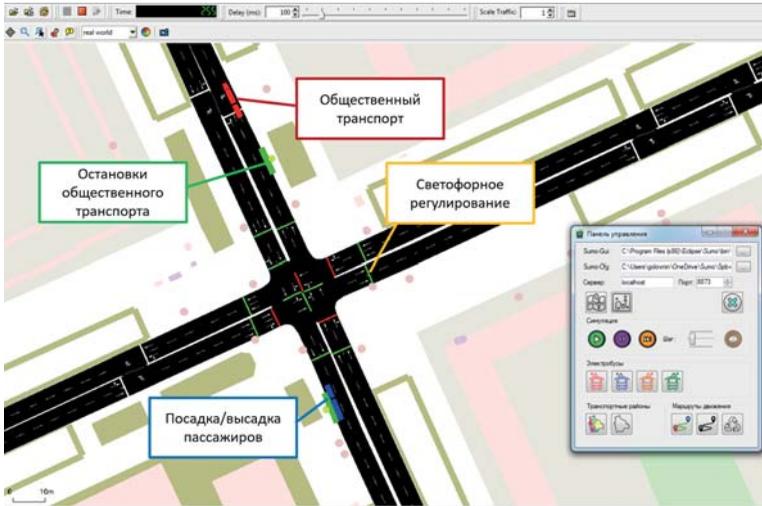


Рисунок 1 – Моделирование общественного транспорта в системе

Таким образом, предложенная интеллектуальная транспортно-логистическая система обеспечит оперативное принятие управленческих решений за счёт эффективного ситуационного моделирования и прогнозирования, позволит проводить комплексный управленческий мониторинг и активное интеллектуальное управление транспортными потоками и общественным транспортом, предоставит возможности для создания транспортных сервисов для населения.

#### *Библиографический список*

1. Структурная модель интеллектуальной транспортно-логистической системы региона / Ю.Н. Ризаева, С.А. Ляпин, Д.А. Кадасев, С.Н. Сухатерина // Информационные технологии и инновации на транспорте: материалы конф. – Орёл: ОГУ, 2020. – С. 154-158.
2. Головнин О.К. Атрибутно-ориентированное моделирование транспортных систем // Актуальные проблемы автотранспортного комплекса: межвуз. сб. науч. статей. – Самара : Самар. гос. техн. ун-т, 2020. – С. 53-57.
3. Малыгин И. Г. Особенности построения и архитектура перспективной интеллектуальной мультимодальной транспортно-логистической системы // Технологии построения когнитивных транспортных систем, 2021. –С.7.

## **РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОТОБРАЖЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ, ПОЛУЧЕННЫХ С ДАТЧИКОВ**

Б. Ю. Добылов, О. В. Павлов

Научный руководитель - Шаронов А. В., д-р техн. наук., профессор  
**Московский авиационный институт**

Интернет вещей — это совокупность различных устройств, датчиков и исполнительных механизмов, которые через любой доступный канал связи с использованием различных протоколов связи объединены между собой. В последние годы ведется активная разработка систем «умного дома», созданы специализированные микроконтроллеры для IoT устройств и различные датчики на их основе. Своевременное получение информации о состоянии наблюдаемой системы может предотвратить множество нештатных ситуаций (резкий перепад температур, изменение веса и нагрузки и др.).

Существующие системы имеют следующие особенности:

- высокая стоимость при использовании достаточно примитивных датчиков;
- частичная привязка к экосистеме (производителю);
- акцентирование на взаимодействие пользователя с голосовыми ассистентами и отсутствие удобных инструментов визуализации данных.

Все эти и другие факторы побуждают разработчиков искать новые технические и технологические решения в развитии подобных систем.

Разрабатываемая система должна отображать и выводить данные, передаваемые с датчиков, о текущих параметрах среды (температура, влажность и др.).

Предлагается использовать концепцию системы мониторинга, основанную на сочетании беспроводных датчиков, передающих данные по wi-fi, и web-страницы с интерактивной картой, на которой отображаются полученные данные. Для обмена сообщениями используется протокол MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) с моделью издатель/подписчик между устройствами и серверной инфраструктурой. Данный протокол хорошо адаптирован для маломощных устройств Интернета Вещей на базе микроконтроллеров. Текстовым форматом обмена данными выбран GeoJSON и для него разработана собственная структура. GeoJSON позволяет хранить данные о местоположении датчика и измеряемые датчиками значения. В качестве системы хранения данных используется база данных для хранения временных рядов InfluxDB.

Аппаратное обеспечение разделено на две части:

- микроконтроллеры ESP с датчиками
- Raspberry Pi

Основными задачами, возлагаемыми на беспроводные датчики, являются начальное преобразование, обработка данных и их передача на верхний уровень первичного запоминающего устройства. Данное устройство может быть реализовано на базе одноплатного компьютера. По соображениям масштабируемости и возможности дальнейшего развития системы, логически и физически имеет смысл отделить устройства первичного преобразования и обработки сигналов датчиков от сети передачи информации.

В разработке серверной части использован высокоуровневый язык программирования Python. Для создания клиентского веб-приложения выбран фреймворк Flask. С целью отображения растровых карт на веб-сайте используется библиотека с открытым исходным кодом Leaflet. Библиотека позволяет дополнительными слоями, поверх основного, отображать интерактивно информацию с датчиков. Предусмотрена автоматическая регистрация приборов мониторинга. В качестве основного языка для программирования микроконтроллеров на базе ESP8266 используется высокоуровневый язык C++.

Предлагаемый в данной работе проект позволяет с минимальными затратами обеспечить мониторинг (интернет-страница с картой, на которую выводятся данные с датчиков) и сбор информации за наблюдаемой системой. Полученные данные могут использоваться для дальнейшей аналитики. В дальнейшем предполагается реализовать систему контроля версий и загрузки прошивки микроконтроллеров OTA (over the air).

## **ОБЗОР ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРОЦЕССОРОВ**

В.А. Елисеев

Научный руководитель – Бубнов С.А., к. ф.-м.н., доцент

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

С самых ранних исследований спецификация производительности компьютерных процессоров состояла в основном из скорости, с которой компьютер выполняет инструкции, и объема его памяти (емкости основной памяти). Всегда было трудно получить общедоступную меру скорости, которая была бы сопоставимой для разных процессоров. Это остается проблемой и сегодня.

Компьютер выполняет различные инструкции. Скорость выполнения каждой инструкции, собственно, является характеристикой компьютера. Соответственно, «скорость» компьютера — это векторная величина, а не скалярная.

Приложениям требуются инструкции в разных объемах (например, графические и офисные программы). Более того, разные пользователи, даже если они используют одни и те же приложения, используют их с разной частотой. Соответственно, в принципе существует множество мер «скорости», потому что скорость — это вектор, и существует множество способов оценки вектора скорости. Тем не менее, необходима некоторая скалярная сводка вектора скорости.

В измерениях скорости с одной командой выбирается скорость одной инструкции (в ранних исследованиях это неизменно было время сложения или время умножения), которая затем служит основой для остальных. Измерение скорости одной команды не будет адекватно характеризовать поперечное сечение компьютеров или отражать изменение производительности компьютера с течением времени.

В смешанных измерениях производительности исследователь ищет спецификацию машины, которая коррелирует с вектором характеристик производительности. В ранних исследованиях скорость цикла памяти была популярной основой для измерения скорости компьютеров. Время цикла памяти коррелирует со скоростью других операций процессора и, следовательно, выступает в качестве основы для других определяющих факторов скорости. Еще одной определяющим показателем является время машинного цикла, также известное как «тактовая частота». Время выполнения логической части любой инструкции равно времени машинного цикла, умноженному на количество машинных циклов, необходимых для этой инструкции.

Измерения с одной переменной для многомерного вектора скоростей инструкций всегда будут представлять проблему, заключающуюся в том, что конкретный выбранный параметр может очень плохо отражать скорость, с которой компьютер выполняет реальные задания. Более выигрышным вариантом является измерение скорости компьютера с помощью подсчета времени, за которое компьютер выполнит ту или иную задачу. Такое упражнение называется «бенчмарк» или «бенчмарк-тест».

Взвешенный набор команд формируется путем изучения записей «тестовых пакетов», либо выборки широко используемых программ. Внутренняя «трассировка инструкций» обеспечивает подсчет частоты каждой машинной инструкции, встречающейся в программах. Скорости выполнения для каждой инструкции могут быть рассчитаны по времени (или получены из опубликованных спецификаций процессора). Сопоставление скоростей различных инструкций по относительным частотам, записанным в трассировке инструкций, дает взвешенный набор инструкций.

Наиболее известным набором взвешенных команд является MIPS (миллионы инструкций в секунду). Он был разработан для измерения скорости для архитектур IBM и может не обеспечивать сопоставимого показателя для разных архитектур машин.

Кеннет Найт опубликовал взвешенную меру скорости совокупности инструкций, предназначенную для научных целей. Его набор инструкций включал сложение с фиксированной запятой, сложение с плавающей запятой, умножение, деление и, наконец, логические операции. Частоты инструкций для научного измерения скорости были получены из трасс в научном вычислительном центре с некоторыми произвольными корректировками для аспектов архитектуры определенных машин. Для коммерческого использования Найт собрал набор инструкций, которые выполнялись в образцах коммерческих программ.

Формула вычислительной мощности Найта объединила характеристики скорости и объема памяти в показатель «вычислительной мощности» процессора. Некоторые значения параметров, принятые при объединении размера памяти и скорости, являются произвольными.

Персональный компьютер (ПК), по сути, представляет собой предварительно собранный компьютерный центр. Например, центральный процессор ПК (ЦП), его жесткий диск и дисплей (клавиатура/монитор) соответствуют отдельным компонентам. Большую часть этого оборудования можно приобрести отдельно. Действительно, изначально эти товары могут

производиться разными производителями. Они не связаны технологически с ПК в том смысле, что компоненты нельзя исследовать отдельно. Однако с точки зрения конечного покупателя ПК обычно включает в себя несколько из них (монитор и клавиатура являются его частью).

Таким образом, при моделировании ПК необходимо задать вопрос, заинтересованы ли мы в производительности ПК (то есть в компьютерной системе) или в каком-то из его компонентов? Конечно, нас могут интересовать и то, и другое. Но важно помнить о разнице между производительностью системы и производительностью компонентов.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ШАХМАТНЫХ ПАРТИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АНАЛИЗА ШАХМАТ**

А.А. Иванов

Научный руководитель – Бубнов С.А. к-т физ. мат наук, доцент,  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В.Ф. Уткина**

В настоящее время, в рамках актуального процесса цифровизации всех сфер деятельности нашей страны, актуальными становятся исследования в области применения новых информационных технологий в различных отраслях промышленности и бизнеса.

В рамках исследований, проводимых в рамках студенческой НИР, была поставлена задача проанализировать эффективность методов анализа шахматных партий.

Конечной целью и основной задачей проводимых работ предполагается разработка алгоритмов функционирования фрагмента информационной системы для анализа шахматных партий и удобства конечного потребителя услуг.

Проведенный анализ существующих методов для решения поставленной задачи позволил выявить основные слабые места, которые состоят в наличии позиций, которые неверно оцениваются во время анализа.

За счет устранения которого предполагается повысить эффективность разрабатываемой системы.

Результаты исследований предполагается использовать в дальнейшем при проектировании ВКР.

## **РАСПОЗНАВАНИЕ ЛИЦ КАК СПОСОБ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЧЕЛОВЕКА**

М.П. Киселёва

Научный руководитель – Марков А.Н., магистр техники и технологии  
**Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники**

Биометрическая идентификация — это процесс сравнения и определения сходства между данными человека и его биометрическим «шаблоном».

Биометрическая идентификация применяется в различных направлениях, таких как подтверждение финансовых операций, поиск преступников, контроль и управление доступом на предприятиях, в области пограничного контроля, а также для обеспечения безопасности в общественных местах.

Биометрическая система распознавания устанавливает соответствие конкретных физиологических или поведенческих характеристик пользователя некоторому заданному шаблону. Она позволяет идентифицировать и проводить верификацию человека на основе набора поведенческих или физиологических характеристик.

Метод биометрической идентификации считается одним из самых надёжных в связи с трудностью подделки применяемых в нем уникальных биометрических данных человека.

Биометрические данные — это уникальные биологические и физиологические характеристики, которые позволяют установить личность человека. К наиболее распространённым типам биометрии относятся отпечатки пальцев, изображение лица, форма ладони, узор радужной оболочки глаза и голос.

Биометрические данные являются особым видом персональных данных, который требует установки специального правового режима и регулирования. Наибольшей уязвимостью обладает цифровая биометрия, которая оставляет цифровые следы [1].

Сейчас активно развивается нормативно-техническая и правовая база биометрических технологий. Государство инициирует формирование единых стандартов, чтобы обеспечить взаимодействие автономных систем. Создаются комитеты и департаменты по биометрии.

Распознавание лиц – это способ идентификации или подтверждения личности человека по его лицу. Идентификация по лицу относится к статическим методам биометрической идентификации, основанных на признаках человека, присутствующих с ним на протяжении всей его жизни.

Технологически системы распознавания лиц имеют схожий принцип работы. Первым этапом является обнаружение лица на изображении. Далее происходит анализ обнаруженного лица. Программа считывает геометрию лица, применяя биометрический алгоритм. Он расставляет на лице антропометрические точки, по которым впоследствии будут вычисляться индивидуальные характеристики человека: форма носа, разрез глаз, расстояние между ними и прочее. Таких признаков может быть много, вплоть до нескольких тысяч. Они определяют черты, отличающие данное конкретное лицо. На следующем этапе происходит преобразование изображения в вектор признаков. В процессе анализа

аналоговая информация преобразуется в набор цифровой информации на основе черт лица человека.

Последним этапом является непосредственная идентификация. Полученный вектор признаков сравнивается с базой других векторов. Если вектор изображения совпадает с вектором изображения из базы данных для распознавания лиц, устанавливается, кому принадлежит данное лицо.

К достоинствам распознавания человека по изображению лица следует отнести отсутствие необходимости специального дорогостоящего оборудования, так как для большинства приложений достаточно персонального компьютера и видеокамеры. Помимо этого, отсутствует физический контакт с техническими устройствами при данном способе идентификации, что соответствует растущему спросу на бесконтактные решения в области идентификации и современной эпидемиологической обстановке.

Что касается недостатков данного способа идентификации, к ним следует отнести необходимость комбинирования нескольких биометрических методов идентификации при наличии высоких требований к надежности, а также возможная непереносимость каких-либо внешних помех, как, например, очки или борода. Основные проблемы при разработке систем распознавания лиц связаны с трудностью распознавания человека при изменении ракурса и условиями освещенности.

Примером системы распознавания лиц является RealSense ID от компании Intel. Данная система была выпущена в 2021 году и является программно-аппаратным комплексом для распознавания лиц, который можно использовать в банкоматах, продуктовых киосках, терминалах самообслуживания и системах умных дверей. Также среди систем распознавания лиц можно выделить Face-интеллект, SecurOSFaceX и VicordFaceControl.

Следует отметить активный рост количества решений по лицевой биометрии в 2022 году в России. Согласно данным компании RecFaces, занимающейся разработкой биометрических решений для бизнеса, в России начал стремительно расти спрос на решения лицевой биометрии. Эксперты RecFaces зафиксировали, что рост спроса на решения по распознаванию лиц только за первые две декады апреля 2022 года составил более 80% по сравнению с апрелем 2021 года. Рынок лицевой биометрии активно растет в том числе из-за потребности повышения уровня безопасности в связи с напряженной политической ситуацией в мире. По предварительным оценкам, в ближайший год рынок биометрических систем будет активно развиваться и его рост может составить более 50% [2].

Актуальность систем распознавания лиц и рост рынка в данной сфере повышают необходимость разработки новых программных средств, использующих данную технологию для решения современных проблем.

#### *Библиографический список*

1. Биометрия в контексте персональных данных и генетической информации: правовые проблемы [Электронный ресурс]: <https://cyberleninka.ru/>

article/n/biometriya-v-kontekste-personalnyh-dannyh-i-geneticheskoy-informatsii-pravovye-problemy/viewer.

2. Facial recognition technology (FRT) [Электронный ресурс]: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:системы\\_распознавания\\_лиц\\_\(Facial\\_recognition\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:системы_распознавания_лиц_(Facial_recognition)).

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИАГРАММ СОСТОЯНИЙ UML НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛЕКСИЧЕСКОГО АНАЛИЗАТОРА**

А.Л. Корякин

Научный руководитель – Алексеев В.Ф., канд.техн.наук, доцент  
**Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники**

Диаграмма состояний UML представляет динамическое поведение сущностей, на основе спецификации их реакции на восприятие некоторых конкретных событий. Диаграмма состояний по существу является графом специального вида, который служит для предоставления некоторого конечного автомата. Хотя понятие конечного автомата основывается на общей теории автоматов, в контексте языка UML оно обладает дополнительной семантикой. Вершинами графа конечного автомата в контексте языка UML, являются состояния и некоторые другие типы элементов модели (псевдосостояния), которые изображаются соответствующими графическими символами. Дуги графа служат для обозначения переходов из состояния в состояние. Диаграммы состояний могут быть вложены друг в друга, образуя вложенные диаграммы для более детального представления отдельных элементов модели. Для понимания семантики конкретной диаграммы состояний необходимо представлять не только особенности поведения моделируемой сущности, но и знать общие сведения из теории конечных автоматов [1].

Конечный автомат (*state machine*) представляет собой некоторый формализм для моделирования поведения отдельных элементов модели или системы в целом. Конечный автомат описывает поведение отдельного объекта в форме последовательности состояний, которые охватывают все этапы его жизненного цикла, начиная от создания объекта и заканчивая его уничтожением. Формализм конечного автомата основан на выполнении следующих обязательных условий [1]:

1. Конечный автомат (КА) не запоминает историю перемещения из состояния в состояние.
2. В каждый момент времени конечный автомат может находиться только в одном из своих состояний
3. Длительность нахождения КА в том или ином состоянии никак не специфицируется.
4. Количество состояний КА конечно.
5. Для каждого состояния, кроме начального, должно быть определено хотя бы одно предшествующее состояние.
6. При наступлении одного и того же события моделируемый элемент не может перейти в два или более последующих состояния.

Работа лексического анализатора также задаётся некоторым конечным автоматом. Непосредственное описание конечного автомата с помощью диаграммы состояний UML может быть использовано для построения простого лексического анализатора [2].

Основная задача лексического анализа – разбить входной текст, состоящий из последовательности одиночных символов, на последовательности одиночных символов, на последовательности слов, или лексем, то есть выделить эти слова из непрерывной последовательности символов. Общая схема работы лексического анализатора такова:

- сначала выделяется отдельная лексема;
- ключевые слова распознаются явным выделением непосредственно из текста, либо сначала выделяется идентификатор, а затем делается проверка на принадлежность его множеству ключевых слов.

#### *Библиографический список*

1. Теория и реализация языков программирования: учебное пособие для СПО / В. А. Серебряков, М. П. Галочкин, Д. Р. Гончар, М. Г. Фуругян. — Саратов: Профобразование, 2021. — 372 с. — ISBN 978-5-4488-1013-8. — Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО ПроФобразование: [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/102206> (дата обращения: 02.11.2022).

2. Леоненков, А. В. Самоучитель UML 2. / А. В. Леоненков. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 576 с.

## **ОВЕРЛЕЙНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ**

В.П. Корячко, А.А. Погудаев

Научный руководитель — В.П. Корячко

д.т.н., профессор

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

Оверлейной компьютерной сетью называют логическую сеть, развернутую поверх другой сети. На текущий момент существует огромное количество различных оверлейных сетей. Попробуем классифицировать оверлейные сети по ряду критериев, а также рассмотрим основные преимущества и недостатки оверлейных сетей.

Оверлейные сети могут использоваться для различных целей:

- создание аналога локальной сети, для совместной работы или развлечений;

- для обхода блокировок в сети интернет;

- для анонимизации;

- для обмена файлами;

- для организации доступа к компьютерам, которые находятся за NAT;

- для криптовалютных транзакций;

- для других нужд.

Все оверлейные сети по архитектуре можно разделить на несколько типов.

**Многоранговые централизованные сети** — это сети с одним главным сервером и множеством клиентов. Типичным примером является VPN (Virtual Private Network - виртуальная частная сеть). В сетях с одним главным сервером все данные, передаваемые от одного участника сети к другому, обязательно будут проходить через сервер. Эти сети сравнительно легко настроить, но для их работы, критически важным является работа сервера. Кроме того, слабым местом является пропускная способность сервера. При построении большой сети сервер должен пропускать через себя много данных, что может быть невозможно из-за ширины физического канала или из-за недостатка вычислительных ресурсов сервера. Такие сети обычно работают на основе протоколов PPTP, L2TP, PPPoE, Wireguard и других, позволяющих проложить туннель от клиента к серверу.

**Многоранговые распределенные сети** по своей архитектуре напоминают централизованные, но имеют несколько серверов, что повышает надежность сети, а в некоторых случаях и пропускную способность.

**Сети с частичной децентрализацией** — это сети для функционирования которых, необходим главный сервер или сервера, но он нужен только для установки связи между участниками сети и передачи метаданных. Данные в такой сети передаются напрямую от одного устройства к другому (peer-to-peer). К таким сетям относятся: Direct Connect, EDonkey, BitTorrent. При выходе из строя сервера, такие сети, как правило, могут продолжать работу некоторое время, поддерживая те соединения, которые уже установлены. В отличие от централизованных сетей сервер может обслуживать значительно больше клиентов, так как не пропускает весь трафик через себя.

**Одноранговые или децентрализованные сети** — это сети, в которых все участники имеют одинаковый функционал, сочетающий в себе роль клиента и сервера. Все участники сети равны. Ни один участник сети не гарантирует своего постоянного присутствия в сети. Такие сети не требуют сервера, но при малом количестве участников сети могут работать нестабильно. Важным недостатком является то, что для успешного подключения к такой сети, устройство должно знать адрес хотя бы одного действующего участника сети. Примерами таких сетей являются I2P, Gnutella2.

**Гибридные сети** напоминают многоранговые, но часть клиентов берет на себя серверные функции сочетая свойства многоранговых и одноранговых сетей. Такие сети могут иметь самую сложную логическую топологию. Пример: сеть TOR.

Оверлейные сети могут передавать зашифрованные и незашифрованные данные. По соображениям безопасности оверлейные сети без шифрования практически не применяются.

По способу подключения оверлейные сети можно разделить на закрытые (частные) и открытые (общего пользования). Закрытые сети имеют механизмы авторизации, которые позволяют подключиться к сети только определенным компьютерам. Частные сети, как правило, являются многоранговыми централизованными, но могут быть и многоранговыми децентрализованными, или сетями с частичной децентрализацией.

Оверлейные сети работают по принципу туннелирования протокола (инкапсуляции). То есть, между двумя точками сети создается соединение, и в область полезной нагрузки одного протокола (несущего) помещается фрейм другого протокола (транспортируемого). При этом, в разных сетях и даже в разных сегментах одной сети, могут быть использованы разные уровни несущего и транспортируемого протокола.

Оверлейные сети, в которых транспортируемый протокол находится на канальном и сетевом уровне могут предоставлять узлам доступ во внешнюю сеть. Такая оверлейная сеть может быть использована для доступа к ресурсам из другой точки родительской сети (большинство VPN сетей, сеть TOR).

Оверлейные сети — это мощная технология, но она не лишена недостатков. Для организации некоторых видов оверлейных сетей, таких как VPN, требуются дополнительные вычислительные мощности. Все оверлейные сети имеют пропускную способность ниже, чем сеть, поверх которой они построены. Это объясняется инкапсуляцией протоколов и временными задержками на шифрование. Для некоторых оверлейных сетей скорость будет в десятки и даже сотни раз ниже (пример TOR, I2P). Открытые оверлейные сети с высокой анонимностью иногда называют даркнетом. Такие сети представляют опасность для пользователя, так как могут содержать противозаконные ресурсы (компьютерные вирусы, объекты, защищенные авторским правом, информационные ресурсы мафии и террористов). Такие сети часто вызывают недовольство у государственных органов и за это подвергаются блокировкам. При построении одноранговых оверлейных сетей проблемы вызывает и то, что часть узлов может находиться за NAT, такие узлы не всегда могут выполнять все возложенные на них серверные функции. Общий недостаток всех видов оверлейных сетей вытекает из самого определения — оверлейная сеть не может существовать без основы, то есть устройства уже должны быть соединены некоторой сетью.

#### *Библиографический список*

1. Скачиваем фильмы, музыку и программы из интернета, пиринговые сети: eDONKEY, BitTorrent, KaZaA, DirectConnect / Пер. с чеш. / Рус. изд. под ред. М.В. Финкова. Серия «Просто о сложном». - СПб.: Наука и Техника, 2006. — 272 с., ил.
2. Проект The Invisible Internet (I2P) - Режим доступа: <http://geti2p.net/ru/about/intro> Дата доступа: 29.10.2022
3. Securing the Tor Network. Black Hat USA 2007 Supplementary Handout. Mike Perry - Режим доступа: <https://www.blackhat.com/presentations/bh-usa-07/Perry/Whitepaper/bh-usa-07-perry-WP.pdf> Дата доступа: 29.10.2022
4. Bittorrent Protocol Specification v1.0 - Режим доступа: <https://wiki.theory.org/BitTorrentSpecification> Дата доступа: 29.10.2022
5. Компьютерная газета 2009/27. Пиринговые сети. Direct Connect - Режим доступа: <https://nestor.minsk.by/kg/2009/27/kg92714.html> Дата доступа: 29.10.2022
6. Gnutella2 - Режим доступа: <https://g2.doxu.org/wiki/Gnutella2> Дата доступа: 29.10.2022

## **ОБЗОР СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ БАЗАМИ ДАННЫХ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ**

К.А. Краснов

Научный руководитель – Маркин А.В., канд. техн. наук, доцент каф. АСУ  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В.Ф. Уткина**

На сегодняшний день спрос на эффективные и мощные инструменты для работы с данными вызван многими факторами. К ним можно отнести потребность в непрерывных и высоконагруженных системах для анализа данных. Такая потребность объясняется ростом числа приложений и сервисов, постоянно генерирующих большие объемы неструктурированных данных. Рост объема неструктурированных данных, генерируемых различными приложениями и сервисами, и принятие компаниями факта ценности таких данных привели к востребованности систем, способных анализировать большие объемы данных без участия человека [1].

Для извлечения данных, т.е. полезных знаний, из больших данных используются ETL-системы, которые включают в себя процессы трансформации и очистки данных. Такие процессы приводят к образованию массивных хранилищ данных, для работы с которыми необходимо пользоваться технологиями, предоставляемыми СУБД.

Задача интеллектуального анализа данных является актуальной. Более половины российских компаний (55,4%) имеют выделенный бюджет на внедрение решений аналитики больших данных, следует из опроса 101 компании с числом сотрудников от 500 человек, который провели IDC и Hitachi Vantara (результаты исследования есть у "Ъ"). В среднем на такие решения приходится 5–10% всего ИТ-бюджета у 35% опрошенных и более 10% — у других 35%. Компании, которые уже занимаются аналитикой big data, планируют расширение таких проектов и рост бюджетов на них в ближайшие год-два [2].

В докладе исследуются системы управления базами данных, используемые для интеллектуального анализа большого количества данных. Раскрывается такое понятие как интеллектуальный анализ данных. Для минимизации негативных эффектов конкуренции между операциями транзакций и аналитическими запросами используются аналитические массивно-параллельные СУБД, предназначенные для хранения и обработки больших объемов данных [3]. На основе проведенного анализа СУБД, представлено сравнение наиболее популярных аналитических массивно-параллельных СУБД, оценены их преимущества и недостатки.

Исследование проводится на основе расчетной системы «Абонент» расчетно-платежного комплекса «Абонент+» [4]. В настоящее время для хранения данных используется реляционная СУБД. Такой подход в процессе эксплуатации и наполнения базы данных большим количеством информации сталкивается с проблемой одновременной обработки транзакционных операций и работы с анализом данных, что приводит к общему замедлению работы системы.

На основе результатов сравнений, представленных в докладе сделан выбор в пользу массивно-параллельной СУБД.

*Библиографический список*

1. Наумов Р.К., Самылкин М.С., Копейкин М.В. Способы интеллектуального анализа данных средствами СУБД// Научный результат. Информационные технологии. – 2021. – № 2. – С. 22-40.
2. Жукова К. [Электронный ресурс] URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3968186> (дата обращения: 12.10.2022).
3. Павлов Д. [Электронный ресурс] URL: <https://www.osp.ru/os/2018/01/13053940> (дата обращения: 12.10.2022).
4. Расчетно-платежный комплекс «Абонент+» [Электронный ресурс] URL: [https://www.abonent.plus/product\\_01](https://www.abonent.plus/product_01) (дата обращения: 12.10.2022).

**АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ УДАЛЕННОГО МЕДИЦИНСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ**

А.А. Крошила

Научный руководитель – Никифоров М.Б., к-т техн. наук, доцент

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

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов, связанный с проектированием интеллектуальной системы удаленного медицинского осмотра (ИСУМС) [3].

Любое проектирование системы начинается с анализа требований. Так как ИСУМС в широком смысле включает в себя два аспекта (экономический и технический), то перед этапом ее непосредственного создания необходимо обратить внимание на потребительский спрос и создавать такую систему, которая наиболее полно могла бы удовлетворить их ожиданиям. В этом и заключается экономическая составляющая проектирования, которая строится на определении функционала системы на основе текущего состояния рынка, предложений конкурентов и в целом потребности потенциальных покупателей в продукте. Следует отметить, что требования, определенные на этапе анализа экономической составляющей проекта, являются фундаментом для реализации технического решения. Чем точнее будет определена потребность пользователя, тем более эффективную систему можно будет построить.

Актуальность применения ИСУМС будет рассматриваться с точки зрения 4 аспектов: емкость и динамика рынка; уровень спроса и релевантность предложения потребностям целевой аудитории; анализ конкурентов, выявление их достоинств и недостатков; анализ внешних факторов и глобальных тенденций, которые могут повлиять на рынок.

Медицинский осмотр (МО) можно разделить на 6 категорий: профилактический, предварительный, периодический, предсменный (предрейсовый), послесменный (послерейсовый), иной [1]. Как правило, первые три вида предполагают взаимодействие пациента и врача, причем как с применением технологий телемедицины, так и в традиционном формате, поскольку они охватывают наиболее комплексное обследование с возможной сдачей анализов и необходимостью физического контакта. Предсменные (предрейсовые) и послесменные (послерейсовые) МО

характеризуются тем, что они направлены лишь на *выявление признаков* воздействия вредных факторов окружающей и рабочей среды. А значит, именно в этих видах будет целесообразным использование ИСУМС, которая не предполагает прямого взаимодействия врача и пациента.

Согласно данным RG.RU [2], на сегодняшний день профессия водитель остается самой массовой в России (на протяжении 15 лет). В цифрах – это 7%, или 5 млн человек из работающих россиян. При этом, согласно абз.3 ст.213 ТК РФ, время проведения обязательных медицинских осмотров включаются в рабочее время сотрудника. Автоматизация этого процесса позволит увеличить полезное время водителя, ведь помимо самого приема, необходимо еще добраться до пункта осмотра и отстоять очередь.

То есть можно сделать вывод, что систему целесообразно разрабатывать для удаленного предрейсового МО.

Таким образом, **потенциальная емкость рынка** - те предприятия, которые имеют в штате сотрудников, которым необходимо проходить предсменные и послесменные осмотры, в частности – водителей

#### *Библиографический список*

1. Федеральный закон от 21.11.2011 N 323-ФЗ (ред. от 11.06.2022, с изм. от 13.07.2022) "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2022)// Собрание законодательства РФ, 28.11.2011, N 48, ст. 6724

2. Самыми массовыми профессиями в России остаются водитель и продавец // Российская газета [rg.ru] – 2022 – URL: <https://rg.ru/2017/10/19/samymi-massovymi-professiiami-v-rossii-ostaiutsia-vo-ditel-i-prodavec.html?ysclid=I9simk0822761349700>

3. Mikhail Kaplan, Olga Melnik, Mikhael Nikiforov, Dmitriy Ustyukov, Andrey Shulyakov Microprocessor-based system for collection and processing of biomedical information // 10th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO). Proceedings – Research Monograph. June 7th – 10th, 2021, Budva, Montenegro. IEEE Catalog Number: CFP2039T-ART. P. 530-536.

### **ПРОБЛЕМА СОВМЕЩЕНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ ОБЛАКОВ ТОЧЕК**

Т.Н. Крючкова

Научный руководитель – Ефимов А.И., к-т техн. наук, доцент  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
 Имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматриваются ряд проблемных вопросов по совмещению трехмерных облаков точек.

Данная проблема актуальна в настоящее время, так как совмещение трехмерных облаков точек является одним из ключевых способов создания и 3D-моделирования цифровых объемных объектов.

Применение совмещенных между собой трехмерных облаков точек обусловлено их использованием в создании 3D-моделей для различных целей, например, деталей в компьютерном проектировании, персонажей в

компьютерной анимации, рендеринга, метрологии и проверки качества, медицине (компьютерная томография) и так далее.

Облако точек является набором точек данных в пространстве. Точки могут представлять трехмерную форму или объект. Каждое положение точка имеет свой набор декартовых координат ( $X, Y, Z$ ). Создаются облака точек с помощью 3D-сканеров или программного обеспечения для фотограмметрии, с помощью которой измеряют множество точек на внешних поверхностях объектов вокруг них.

Совмещение и выравнивание облаков точек с другими чаще всего происходит в ходе такого процесса, как регистрация облаков точек (или сопоставление сканирования, или регистрация набора точек). Данный процесс представляет собой нахождение пространственного преобразования, которое выравнивает два облака точек. Цель этого нахождения – объединение нескольких наборов данных в глобально согласованную модель (или систему координат) и сопоставление нового измерения с известным набором данных для идентификации функций или оценки их положения.

Существуют различные типы алгоритмов для решения данной проблемы. Опишем такие, как: жесткая регистрация, нежесткая регистрация, а также использование библиотеки облаков точек (PCL).

Жесткая регистрация – для двух наборов точек дает жесткое преобразование, которое отображает один набор точек в другой. Жесткое преобразование относится к преобразованию евклидова пространства, и определяется, как преобразование, которое не изменяет расстояние между любыми двумя точками. Обычно такое преобразование состоит из геометрических переноса и вращения. В редких случаях облако точек может быть зеркальным по отношению друг к другу. Данная регистрация имеет наибольшее применение в робототехнике и компьютерном зрении.

Нежесткая регистрация – для двух наборов точек дает нежесткое преобразование, которое отображает один набор точек в другой. К нежестким преобразованиям относятся аффинные преобразования, такие как равномерное масштабирование и отображение сдвига. В контексте же регистрации облаков точек нежесткая регистрация включает в себя нелинейное преобразование.

Библиотека облаков точек (PCL) – библиотека с открытым исходным кодом для задач обработки облаков точек и обработки 3D-геометрии, например, в трехмерном компьютерном зрении. Библиотека содержит алгоритмы фильтрации, оценки признаков, реконструкции поверхности, 3D-регистрации облаков точек, распознавания объектов и сегментации. Каждый модуль реализован в виде небольшой библиотеки, которую можно скомпилировать отдельно. PCL имеет собственный формат данных для хранения облаков точек – PCD – но также позволяет загружать и сохранять наборы данных во многих других форматах. Для работы с PCL требуется установка нескольких сторонних библиотек.

#### *Библиографический список*

1. Pankaj K. Agarwal, Lars Arge, Andrew Danner. "From Point Cloud to Grid DEM: A Scalable Approach" [Электронный ресурс] // Department of Computer

Science. URL: [http://terrain.cs.duke.edu/pubs/lidar\\_interpolation.pdf](http://terrain.cs.duke.edu/pubs/lidar_interpolation.pdf) (дата обращения: 26.10.2022 г.)

2. Zhang Ji, Singh Sanjiv. "Visual-lidar odometry and mapping: low-drift, robust, and fast" [Текст]: науч. журн. - 2015 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA) (дата обращения: 26.10.2022 г.)

3. Point Cloud Library. [Электронный ресурс] // Wikipedia. The Free Encyclopedia. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Point\\_Cloud\\_Library](https://en.wikipedia.org/wiki/Point_Cloud_Library) (дата обращения: 26.10.2022 г.)

## **СИСТЕМА МОДЕРАЦИИ ЧАТОВ В МЕССЕНДЖЕРАХ НА ОСНОВЕ ВЫЯВЛЕНИЯ ИМЕНОВАННЫХ СУЩНОСТЕЙ В ТЕКСТАХ КОРОТКИХ СООБЩЕНИЙ**

А.В. Курганов

Научный руководитель – О.К. Головинн, к.т.н., доцент

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

В современных системах мгновенного обмена сообщениями в день отправляется более миллиона сообщений, при этом не редко мессенджеры используются для решения рабочих задач [1]. На текущий момент практически не существует систем, которые обеспечивают информационную поддержку пользователям, модерирующим публичные чаты [2]. В работе предлагается система модерации чатов с интерфейсом, построенным на основе технологии «чат-бот». Система использует технологии искусственной нейронной сети для выделения именованных сущностей из текстов сообщений. Система позволяет минимизировать время модерации чата: модератор не просматривает весь модерирруемый чат, а проверяет только сообщения, помеченные чат-ботом. Проведены эксперименты по проверке эффективности системы, для чего чат-бот настроен на определение разглашения банковской тайны.

Чат-бот реализован в виде серверного приложения, которое по API взаимодействует с сервером системы мгновенного обмена сообщениями для получения информации о сообщении пользователя. Входными данными для чат-бота являются сообщения пользователей из системы мгновенного обмена сообщениями, упакованные пакетами в json-файлы.

Чат-бот разработан на языке Python. Для реализации нейронной сети используется нейронная сеть с архитектурой LSTM. Для подготовки входных данных используется One-Hot Encoding [3]. В качестве функции активации используется функция Softmax.

Для взаимодействия с модератором используется подсистема генерации и отправки уведомлений. Благодаря этому модератор оперативно получает информацию о потенциальной утечке банковской информации и может своевременно принять решения о том, какие действия предпринять.

Разработанная система модерации может быть использована администраторами и модераторами каналов для анализа текстового контента, что позволит не допускать утечки информации, содержащей банковскую тайну.

*Библиографический список*

1. Стефанова Н.А., Шматок К.О. Мессенджеры как цифровой бизнес-инструмент // Карельский научный журнал. – 2018. – Т7; №2(23). – С. 127-129.
2. Головин О.К., Курганов А.В. Автоматизированная система анализа комментариев пользователей в службе мгновенного обмена сообщениями Telegram // Перспективные информационные технологии: труды конф. – Самара : СНЦ РАН, 2022. – С. 23–25.
3. Correlation analysis and text classification of chemical accident cases based on word embedding / Jing S. et al. // PSEP. – 2022. – Vol. 158. – P. 698-710.

**ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СВЯЗЕЙ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С УДАЛЕННЫМИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ**

Е.О.Макаровская

Научный руководитель – Никифоров М.Б., к-т техн. наук, доцент

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

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов, связанный с оптимизацией производственных связей научно-производственного предприятия с удаленными подразделениями.

Сегодня эффективная экономика – это, прежде всего, эффективное управление. Действенное управление достигается за счет: разработки стратегии организации как заранее спланированной ее реакции на изменения внешней среды; формирования организационной структуры управления, обеспечивающей реализацию выбранной стратегии.

Основным фактором формирования организационной структуры управления производством является разделение труда, появление функции управления. Совместная работа, объединение рабочей силы создали новый характер отношений, сформировавшийся как отношения между участниками производственного процесса между руководителями и подчиненными. Налаживается обратная связь. Все это, и особенно увеличение масштабов производства, способствовало быстрому развитию организационных структур управления. По статистике, в 2028 году 73% всех предприятий будут иметь удаленных сотрудников. Это показывает тенденцию бизнеса формирования удалённых подразделений.

Данная тема актуальна на сегодняшний день, поскольку разработка стратегически эффективной организационной структуры управления является основным условием реализации выбранной предприятием стратегии функционирования и процветания. Большинство российских предприятий нуждаются в существенной реструктуризации и совершенствовании управления. Традиционные структуры управления, которые используются на предприятиях в течение нескольких десятилетий без существенных изменений, в настоящее время не могут обеспечить эффективную работу, толкая предприятие к кризису.

Согласно Росстату, оборот малого и среднего бизнеса в российской экономике на 2021 год составил 13,7 трл. руб.

Таким образом, наши потенциальные заказчики - те предприятия, которые пытаются масштабировать свой бизнес и перейти на новый уровень, а также оптимизировать организационную структуру. Благодаря этому, путем исключения некоторых управленческих уровней, возможно сэкономить достаточно крупные суммы, которые в последствии могут быть заново инвестированы в предприятие.

#### *Библиографический список*

1. ГК РФ Статья 55. Представительства и филиалы юридического лица //Консультант– URL:  
[https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5142/2137d34030da23ed0f386d72ed9836b8e071a6e4/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142/2137d34030da23ed0f386d72ed9836b8e071a6e4/)
2. Росстат впервые раскрыл долю малого и среднего бизнеса в экономике// РБК:  
<https://www.rbc.ru/economics/05/02/2019/5c5948c59a794758389cfd7https://www.vedomosti.ru/economics/articles/2021/11/14/895810-dolya-malogo-biznesa-v-oborote-dostigla-minimuma>
3. Аммельбург Г. Предприятие будущего: структура, методы и стили руководства / Г. Аммельбург; Пер. с нем. В.А. Чекмарева. – М.:
4. Тематический выпуск: Предприятие и его обособленные подразделения // Экономико-правовой бюллетень. 2001 № 3 С. 11–12.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ ЗАТРАТАМИ ГРУЗОВОЙ АВИАКОМПАНИИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ НЕРЕГУЛЯРНЫХ РЕЙСОВ**

Т.А. Мигалевич

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

Динамичный рынок грузоперевозок требует от белорусских авиационных предприятий постоянного совершенствования моделей управления. Конкурентоспособность авиационного предприятия зависит не только от финансовых и кадровых ресурсов, эффективного менеджмента, но и от управления затратами. Исследование подходов к управлению затратами в современных условиях – одна из приоритетных задач управления в грузовых авиакомпаниях.

Затраты – это объем ресурсов, используемых на производство и сбыт производственной продукции, трансформирующихся в себестоимость продукции, работ или услуг [1].

Авиатранспортная продукция имеет существенные отличия в структуре затрат, входящих в себестоимость продукции. Во-первых, в отличие от большинства отраслей продукцией авиатранспорта является услуга (авиаперевозка). Во-вторых, для оказания транспортных услуг не требуется сырье и, следовательно, отсутствует незавершенное производство. В-третьих, стоимость чартерных рейсов не тарифицируется и является

договорной, в зависимости от конъюнктуры мирового рынка. Стоимость договоров рассчитывается для каждой перевозки отдельно и формируется исходя из уровня понесенных переменных затрат и объемов выполненных работ.

Изучение структуры затрат авиакомпании по степени зависимости от объемов авиатранспортных работ показало, что затраты, как правило, делятся на постоянные и переменные [2]. Проведенное исследование позволило установить, что переменные затраты являются слабой стороной авиакомпании, так как подвержены постоянным изменениям и требуют тщательного анализа. Необходимо проводить анализ отклонений фактических затрат от затрат, рассчитанных в договоре по каждому чартерному рейсу. Установлено, что данные затраты включают в себя следующие статьи расходов: стоимость авиатоплива; стоимость аэропортового обслуживания; стоимость аэронавигационного обслуживания; стоимость полетного времени; суточные экипажу; гостиница; борТПитание. Основная задача – нахождение оптимального соотношения между затратами, фактически понесенными авиакомпанией при выполнении рейса и предварительно рассчитанными затратами по договору, на основе метода сравнительного анализа. Решение данной задачи позволит контролировать и анализировать затраты по договору, и в конечном итоге оценивать хозяйственную деятельность авиакомпании.

#### *Библиографический список*

1. Зазерская, В.В. Управление затратами: учеб. пособие / В.В. Зазерская, С.Ф. Курган, Н.В. Потапова. – Брест: Издательство БрГТУ, 2020. – 59 с.
2. Немчиков, О.А. Экономика авиатранспортной отрасли: учеб. пособие / О.А. Немчиков, В.А. Хайтбаев. – Самара: Изд-во Самарского университета, 2018. – 112 с.

## **ГЕЙМИФИКАЦИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ**

В.С. Ольховик

Научный руководитель – Гладков Леонид Анатольевич, к.т.н., профессор

**Инженерно-технологическая академия Южного федерального университета**

В данной статье рассматривается применение геймификации на предприятии, приведены примеры игровых механизмов, используемых в геймификации. Приводятся статистические данные, показывающие пользу и интерес к геймификации. Рассмотрен процесс внедрения геймификации организации.

Геймификация — это концепция, которая используется для повышения мотивации к выполнению определенных задач и определяется как использование элементов игрового дизайна в неигровом контексте.

Геймификация может использоваться во многих областях. Предприятия часто применяют принципы геймификации в процессе обучения

сотрудников, найма, оценки и повышения производительности труда в организации.

Геймификация задействует внутреннюю мотивацию пользователя, например повышение квалификации в своей работе, предлагая внешнюю мотивацию, такую как награды, баллы и значки. По данным исследований, геймификация позволяет поднять вовлеченность сотрудников на 60% и повысить их производительность на 50%

Преимущества, которые дает геймификация, ценны для тех, кто отвечает за обучение и развитие. Вовлечение учащихся в корпоративную среду часто является самым большим препятствием, которое необходимо преодолеть менеджерам по обучению и развитию. Учащимся просто не так нравится взаимодействие с традиционными формами обучения, как геймификация. Захватывающий опыт, который увлекает пользователя на эмоциональном уровне, безусловно, является увлекательной формой обучения, как показывают приведенные статистические данные, 80% работников в США считают обучение на основе игр более увлекательной формой обучения, в то время как внедрение этого метода также оказало положительное влияние, как сообщают компании, которые нашли использование игр в своей стратегии обучения. повысить вовлеченность сотрудников на 60% и производительность на 50%. 89% сотрудников также сообщили, что они были бы более продуктивными, если бы их работа была геймифицирована.

Успешным примером геймификации может быть разработка пути, который сочетает в себе задачи и викторины с системой баллов и таблицей лидеров. С помощью этой системы сотрудники развивают свои знания, соревнуясь со своими коллегами в том, кто сможет полностью освоить программное обеспечение.

## **CLICKHOUSE: СЦЕНАРИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Н.В. Павлович

Научный руководитель – Тонкович И.Н., канд. хим. наук, доцент

**Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники**

Потребность бизнес-систем в обработке больших массивов данных в режиме реального времени непрерывно растет, что требует специальных инструментов. Yandex Clickhouse – один из таких инструментов, ключевые особенности и сценарии использования которого рассмотрены в данном исследовании.

Yandex Clickhouse – это open-source СУБД, позволяющая выполнять быстро OLAP-аналитику на структурированных больших данных. Данная СУБД разработана компанией Яндекс для системы Яндекс.Метрика [1].

Другими словами, ClickHouse – столбцовая система управления базами данных для онлайн-обработки аналитических запросов.

Колоночное хранение данных означает, что значения из разных столбцов хранятся отдельно, а данные одного столбца – вместе. Столбцовые СУБД отлично подходят для OLAP-сценария работы.

Если говорить об OLAP-нагрузке, то стоит выделить следующие ключевые особенности сценариев аналитики:

- в запросах используется классическая схема звезда (одна большая таблица и неопределенное количество малых таблиц);
- требуется высокая скорость работы сложных аналитических запросов, но допустима небольшая задержка (не более 50 мс) выполнения простых запросов;
- запросы идут сравнительно редко. Запросы, идущие несколько раз в минуту и чаще, нежелательны;
- результат выполнения запроса существенно меньше исходных данных, то есть данные фильтруются и агрегируются.

При выборе инструмента для OLAP необходимо учитывать, на наш взгляд, три критерия использования ClickHouse.

Первый критерий. Существует необходимость в очень быстром выполнении сложных запросов с группировками и агрегациями.

Второй критерий. Если имеет смысл собрать данные в одну очень большую таблицу, но не представляется возможным сделать это в другой СУБД из-за объема данных.

Третий критерий. Долгое ожидание итогов сложного запроса в Hive неприемлемо.

Основными ограничениями ClickHouse считаются следующие:

- ClickHouse предназначен для OLAP-сценария и на порядок менее эффективен для key-value запросов, чем специализированные решения такие как Hbase, AeroSpike;
- ClickHouse плохо подходит для частого обновления уже существующих в таблице строк;
- ClickHouse не способен делать эффективный join двух больших таблиц. Большая таблица в терминах ClickHouse – более 100 миллионов строк;
- ClickHouse не подходит для хранения неструктурированных данных. В случаях хранения больших неструктурированных строк происходит потеря производительности.

В ходе исследования были выделены отличительные возможности ClickHouse, которые отсутствуют у СУБД-конкурентов.

Сжатие данных. Некоторые столбцовые СУБД (InfiniDB CE, MonetDB) не используют сжатие данных. Однако сжатие данных действительно играет одну из ключевых ролей в демонстрации отличной производительности Clickhouse.

Хранение данных на диске. Многие столбцовые СУБД (SAP HANA, Google PowerDrill) могут работать только в оперативной памяти. ClickHouse спроектирован для работы на обычных жестких дисках, что обеспечивает низкую стоимость хранения на гигабайт данных.

Параллельная обработка запроса на многих процессорных ядрах. Большие запросы естественным образом распараллеливаются, используя все необходимые ресурсы из доступных на сервере.

Поддержка SQL. ClickHouse поддерживает декларативный язык запросов на основе SQL и во многих случаях совпадающий с SQL-стандартом. Поддерживаются операции группировки и сортировки, подзапросы, а также скалярные подзапросы. Зависимые подзапросы и оконные функции не поддерживаются.

Векторный движок. Данные не только хранятся по столбцам, но и обрабатываются по векторам – кусочкам столбцов. За счёт этого достигается высокая эффективность в использовании оперативной памяти.

Поддержка приближённых вычислений. ClickHouse предоставляет различные способы разменять точность вычислений на производительность.

Репликация данных и поддержка целостности. Используется асинхронная репликация. После записи на любую доступную реплику, данные распространяются на все остальные реплики в фоне. Система поддерживает полную идентичность данных на разных репликах. Восстановление после большинства сбоев осуществляется автоматически, а в сложных случаях – полуавтоматически.

ClickHouse имеет и ряд недостатков по сравнению с аналогичными СУБД:

- отсутствие полноценных транзакций;
- не предусмотрена возможность изменять или удалять ранее записанные данные с низкими задержками и высокой частотой запросов;
- разреженный индекс делает ClickHouse плохо пригодным для точечных чтений одиночных строк по своим ключам.

Резюмируя вышеперечисленное, можно констатировать: ClickHouse является одним из лучших инструментов в сфере анализа данных и OLAP сценариев работы вследствие высокой скорости генерации аналитических отчетов по большим массивам данным в режиме реального времени.

#### *Библиографический список*

1. Официальная документация Clickhouse [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://clickhouse.com/docs/ru/>. – Дата доступа: 10.10.2022.

## **ЗАДАЧА ВЫЧИСЛЕНИЯ МЕТРИКИ КАНАЛОВ СВЯЗИ В ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ**

Д.А. Перепелкин, К.В. Анисимов

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

Технология программно-конфигурированных сетей (ПКС) предполагает разделение уровней передачи данных и управления [1]. За перенаправление потоков данных отвечают OpenFlow коммутаторы, получающие правила по обработке входящих пакетов от контроллера сети. Коммутаторы соединяются между собой с помощью каналов связи, которые имеют множество значений различных метрик, таких как задержка, пропускная способность, процент потерь пакетов. Это необходимо учитывать при поиске оптимальных маршрутов между коммутаторами.

ПКС можно представить в виде неориентированного взвешенного связного графа, содержащего множество узлов сети  $Nodes$ ,  $|Nodes| = n$ ,

включающее в себя подмножества коммутаторов  $S$ , хостов  $H$ , контроллеров  $C$ , и множество ребер  $L$  между ними, причем каждое ребро имеет множество значений весов  $W$ , соответствующих разным метрикам.

Для представления ПКС в контроллере была предложена математическая модель ПКС. Модель включает в себя две матрицы. Первая –  $SCM$  (Switch Connections Matrix), является матрицей смежности, описывающей соединения между коммутаторами сети. Эта матрица необходима для нахождения оптимальных маршрутов. Вторая матрица –  $PMM$  (Port Mapping Matrix), нужна для определения соответствия между портами сетевых устройств. С ее помощью контроллер определяет на какой порт коммутатора, являющегося узлом оптимального маршрута, необходимо отправить пакет, чтобы он продолжил перемещение по оптимальному маршруту.

Для определения оптимальных маршрутов в ПКС при наличии у каналов связи множества значений метрик часто используют такие метрики как  $LARAC\ Metric$ , учитывающую задержку и пропускную способность  $LARAC\ Metric = Bandwidth - \lambda Delay$ , а также  $LARAC\ Cost\ Metric$ , учитывающую задержку и процент потерь пакетов  $LARAC\ Cost\ Metric = (1 - \delta)Delay + \delta Losses$ .

Для определения значения совокупной метрики на основе имеющихся значений метрик каналов связи было предложено использовать систему нечеткого вывода типа Мамдани. Предлагаемая система имеет множество входных лингвистических переменных (ЛП)  $ILV$ , в которое входят ЛП «Delay», «Bandwidth» и «Losses», своими терминами описывающие возможные значения задержки, пропускной способности и процента потерь соответственно. Выходной ЛП является «AggregateMetric», описывающая возможные значения получаемой совокупной метрики канала связи.

Каждая ЛП содержит по четыре термина, описанных с помощью треугольных или трапециевидных функций. Для системы нечеткого вывода была составлена база из шестидесяти четырех правил. В общем случае количество правил будет определяться как произведение количества

термов входных ЛП  $|X| = \prod_{i=0}^{|ILV|} |ILV_i|$  или  $|X| = k^{|ILV|}$ , если количество термов, описывающих каждую входную ЛП равно  $k$ .

Помимо системы  $FISDBL$ , учитывающей три метрики, были разработаны две системы нечеткого вывода  $FISBD$  и  $FISDL$ , которые являются нечеткими аналогами  $LARAC\ Metric$  и  $LARAC\ Cost\ Metric$ . Они имеют по две входные ЛП: «Delay» и «Bandwidth», и «Bandwidth», и «Losses» соответственно, а выходная ЛП также «AggregateMetric».

В качестве объекта исследования была выбрана топология ПКС, изображенная на рисунке. Каналы связи сети имеют по три значения вышеобозначенных метрик.

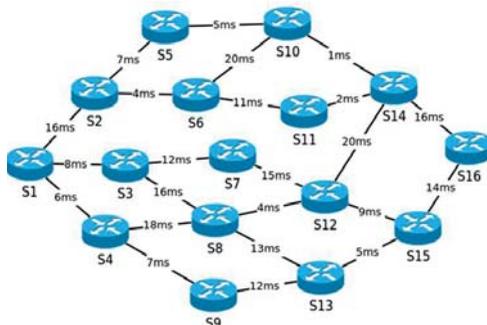


Рисунок – Экспериментальная топология ПК

Алгоритм вычисления оптимального маршрута состоит из двух шагов. Первый – для каждого канала связи вычислить совокупную метрику с помощью системы нечеткого вывода. Второй – применить алгоритм поиска минимальных маршрутов, входными данными для которого будут являться значения, вычисленные на первом шаге.

При проведении экспериментов для топологии на рисунке были вычислены следующие оптимальные маршруты между узлами S1 и S16: по задержке, по пропускной способности, по совокупной метрике *FISBD*, по совокупной метрике *FISDL*, по совокупной метрике *FISDBL*.

По результатам экспериментов был сделан вывод о том, что при определении оптимальных маршрутов, учитывающих только две метрики, можно использовать четкие методы, такие как *LARAC Metric* и *LARAC Cost Metric*, однако, если учитывать три значения метрик, то для вычисления совокупной метрики целесообразно использовать систему нечеткого вывода.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ МД-3201.2022.1.6.*

#### Библиографический список

1. Корячко В. П., Перепелкин Д. А. Программно-конфигурируемые сети. Учебник для вузов. М.: Горячая линия-Телеком, 2020. 288 с.

## РАЗРАБОТКА ОБЛАЧНОЙ ПЛАТФОРМЫ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Д.А. Перепелкин, Д.Д. Ткачев

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

Программно-конфигурируемые сети становятся трендом в построении компьютерных сетей нового поколения [1]. В докладе рассматривается задача разработки облачной платформы, которая агрегирует данные о структуре программно-конфигурируемой сети устройств Интернета вещей, хранит информацию о конечных устройствах, осуществляет выработку

команд в зависимости от конфигурации сети и их передачу на исполнительное устройство, реализует внешние API интерфейсы для интеграции с визуальной программной системой.

Для разработки облачной платформы используется язык программирования Python. В качестве конечных устройств Интернета вещей используются умная розетка TP-Link Tapo P100 и микроконтроллер ESP32.

Для хранения информации обо всех узлах и конечных устройствах программно-конфигурируемой сети устройств Интернета вещей в облачной платформе используется база данных. В базе данных идентификация узлов ПКС осуществляется с помощью их глобального IP-адреса, конечные устройства Интернета вещей идентифицируются с помощью MAC-адреса.

Для взаимодействия с базой данных в облачной платформе реализованы методы *select* и *insert\_or\_update*. Каждый из методов в качестве входных значений принимает параметризованную SQL-строку и кортеж параметров, необходимых для выполнения запроса. Метод *select* используется для извлечения данных из базы данных и возвращает полученный после выполнения запроса кортеж значений. Метод *insert\_or\_update* используется для выполнения операция вставки, обновления и удаления записей в базе данных. Для соединения с базой данных используется пул подключений, который осуществляет кэширование подключений в памяти для их повторного использования без необходимости создания нового соединения с нуля, что обеспечивает значительное повышение производительности.

Для получения данных с устройств сбора параметров Интернета вещей и сетевых сканеров, а также отправки команд на конечные устройства в облачной платформе реализован сокет-сервер. Для настройки сервера выполняется последовательность методов *socket*, *bind*, *listen* и *accept* объекта класса *socket* встроенной в язык Python библиотеки *socket*. Вызов данных методов осуществляется в методе *launch\_server* облачной платформы. После того, как входящее соединение принято сервером с помощью метода *accept*, выполняется вызов метода, прослушивающего данные из соединения.

Для прослушивания данных от клиента, являющимся сканером устройств Wi-Fi сети, используется метод *client\_server*. Данный метод сохраняет соединение со сканером сети в словаре *sockets* по ключу равному IP-адресу узла, а затем запускает цикл прослушивания данных от сканера сети, выполняющийся до тех пор, пока соединение не будет разорвано. Полученную от сетевого сканера через сокет строку данных метод *client\_server* дешифрирует и преобразует в формат *json*, после чего заносит в таблицу *client\_devices* информацию об устройствах узла сети, содержащую данные о IP и MAC-адресе, типе, задержке и доступности устройств, а также обновляет значения параметров устройств Интернета вещей в таблице *device\_indicators* базы данных облачной платформы Интернета вещей.

Метод *client\_esp32* вызывается, когда клиент является устройством сбора параметров Интернета вещей (микроконтроллером ESP32). Данный метод запускает цикл прослушивания данных от устройства сбора параметров, также выполняющийся до тех пор, пока соединение с микроконтроллером

не будет разорвано. Из полученной через сокет строки данных после ее дешифрации и преобразования в формат json извлекаются и заносятся в базу данных новые значения параметров Интернета вещей.

Выполнение методов прослушивания данных от конечных устройств Интернета вещей осуществляется в облачной платформе в отдельных потоках, что уменьшает время получения информации с различных устройств, ускоряет процесс обновления значения параметров в базе данных и механизм работы облачной платформы Интернета вещей в целом.

Для интеграции с визуальной программной системой и предоставления доступа к различным данным в облачной платформе реализован веб-сервер на основе архитектуры REST. Веб-сервер позволяет программной системе получать данные о структуре программно-конфигурируемой сети устройств Интернета вещей и задавать ее конфигурацию через интерфейс прикладного программирования (API). Облачная платформа отвечает на веб-запросы от программной системы с помощью представлений, которые имеют схожий с функциями синтаксис и сопоставляются с одним или несколькими URL запросами. Представление *send\_cloud\_mac* веб-сервера возвращает MAC-адрес облачной платформы. Представление *send\_network\_data* используется для получения информации о структуре ПКС устройств Интернета вещей, ее узлах и конечных устройствах. Представление *send\_esp32\_data* возвращает текущие значения параметров, полученные конкретным микроконтроллером ESP32. Для получения списка правил конфигурации сети используется представление *get\_rules*. Получение и дальнейшая отправка через сокет сканеру сети команд управления умной розеткой TP-Link Таро Р100, а также возврат статуса работы розетки осуществляются в представлении *manage\_tapo\_p100*. Для получения от визуальной программной системы и сохранения в базе данных сформированных пользователем правил конфигурации сети используется представление *add\_command*.

Контроллер ПКС устройств Интернета вещей реализован в методе *controller*. Контроллер получает из базы данных список всех правил конфигурации, сформированных пользователем, и проверяет их истинность. В случае, когда правило истинно, контроллер посылает команду, указанную в правиле, на соответствующий узел или конечное устройство.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ МД-3201.2022.1.6.*

#### *Библиографический список*

1. Корячко В. П., Перепелкин Д. А. Программно-конфигурируемые сети. Учебник для вузов. М.: Горячая линия-Телеком, 2020. 288 с.

**РАЗРАБОТКА СКАНЕРА УСТРОЙСТВ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ**  
Д.А. Перепелкин, Д.Д. Ткачев  
**Рязанский государственный радиотехнический университет**  
**имени В.Ф. Уткина**

Интеграции технологии программно-конфигурируемых сетей с концепцией Интернета вещей является перспективным подходом к построению и проектированию современных компьютерных сетей [1]. В докладе рассматривается задача разработки сканера устройств беспроводной сети применительно к концепции Интернета вещей. Сканер устройств беспроводной сети (сетевой сканер) осуществляет сканирование сети, к которой подключено устройство, и определяет все клиенты, подключенные к этой сети. Идентификация каждого клиента в сети происходит с помощью его IP и MAC-адреса. Для определения активных устройств используются утилиты `ping` и `arp`, основанные на протоколах ICMP и ARP. Утилита `ping` осуществляет отправку пакета эхо-запроса протокола межсетевых управляющих сообщений ICMP на указанный клиент и ожидает эхо-ответа ICMP. Утилита `arp` позволяет определить MAC-адрес клиента по известному IP-адресу. Кроме того, сетевой сканер выполняет функции по управлению умной розеткой TP-Link Taro P100. Для разработки сканера устройств беспроводной сети используется язык программирования Python.

Методы `get_router_ip` и `get_server_ip` сканера сети используются соответственно для получения локальных IP-адресов маршрутизатора и устройства, на котором запущен сканер. Метод `get_global_ip` возвращает внешний (глобальный) IP-адрес всего узла. На основе локального IP-адреса маршрутизатора определяется идентификатор подсети и формируется пул доступных IP-адресов устройств в сети.

Для выполнения утилиты `ping` используется метод `ping_device`, который принимает целевой IP-адрес в качестве входного параметра и определяет доступность устройства по этому IP-адресу. Данный метод позволяет также определить задержку передачи данных до устройства и его тип. Метод `connect_pup100` определяет факт того, является ли сканируемое устройство умной розеткой TP-Link Taro P100, и в случае успешного соединения с ней, возвращает текущее состояние розетки. Метод `get_devices` реализует выполнение утилиты `arp` и возвращает словарь соответствий IP и MAC-адресов устройств в сети. Для ускорения сканирования устройств в сканере сети реализована многопоточность.

Поскольку в операционных системах Windows и Linux формат записи утилит `ping` и `arp` отличаются, сканер сети при запуске определяет тип операционной системы и осуществляет выбор необходимого формата для дальнейшего выполнения утилит.

Кроме того, сканер реализует отправку информации об устройствах данной сети в облачную платформу, используя сокет – двунаправленное соединение, по которому осуществляется передача данных. Метод `send_messages` отправляет данные в облако через сокет, а метод `receive_messages` отвечает за прослушивание входящих сообщений. В случае недоступности облачной платформы сканер циклически

осуществляет попытки установления соединения с ней в методе *do\_connection\_attempt* до момента, пока соединение не будет установлено.

Вся информация о сети отправляется в облачную платформу в виде json файла, содержащего информацию об IP-адресах, MAC-адресах, задержках и типах устройств данной сети.

Для управления умной розеткой TP-Link Tapo P100 сетевой сканер содержит методы *turn\_on* и *turn\_off* которые отвечает за включение и выключение розетки соответственно. IP-адрес управляемой розетки и тип команды содержатся в json объекте, принимаемом сканером сети от облачной платформы. Если целевая розетка в конкретный момент времени недоступна, то сканер циклически продолжит осуществлять попытки подключения к ней, пока не будет установлено соединение и выполнена команда.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ МД-3201.2022.1.6.*

#### *Библиографический список*

1. Корячко В. П., Перепелкин Д. А. Программно-конфигурируемые сети. Учебник для вузов. М.: Горячая линия-Телеком, 2020. 288 с.

## **АРХИТЕКТУРА ПРИЛОЖЕНИЯ, ПОСТРОЕННАЯ НА ЦИКЛЕ ОБРАБОТКИ СОБЫТИЙ**

А.А. Погудаев

Научный руководитель — В.П. Корячко, д.т.н., профессор  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В. Ф. Уткина**

В настоящее время существуют различные подходы к организации архитектуры приложения. Для решения каждой задачи требуется выбрать соответствующую именно ей архитектуру. К сожалению, универсального подхода не существует и архитектура, подходящая для одного случая, не подойдет для другого. В данной статье мы рассмотрим способы организации архитектуры приложений, которые получают информацию от некоторых событий.

Событие — это действие, требующее реагирования или "обработки" в коде. События могут генерироваться действиями пользователя (например, нажатием кнопки мыши или клавиши на клавиатуре), программным кодом, или системой [1].

Модель, или парадигма программирования, в которой ход выполнения программы определяется событиями, называется событийное-ориентированным программированием (СОП) [2].

Программа, обрабатывающая события, строится на основе цикла обработки событий. В самом упрощенном виде алгоритм работы такой программы можно представить блок-схемой изображенной на рисунке 1.



Рисунок 1 – Примитивная программа с циклом обработки событий.

Программа получает информацию о событии или событиях, вызывая некоторую функцию. Рассмотрим три принципиально разных вида функций, получающих информацию о событии: блокирующие, неблокирующие и функции высшего порядка, принимающие функцию обратного вызова в качестве аргумента.

Блокирующая функция блокирует поток выполнения программы до тех пор, пока не произойдет событие. На рисунке 1 изображено именно такое поведение ожидания события. К преимуществам можно отнести простоту работы с такой функцией. Например, таким образом работает функция `scanf` в языке программирования C — она ожидает ввод от пользователя. Недостатком таких функций является то, что с помощью них нельзя получать события одновременно из нескольких источников. При попытке последовательного вызова блокирующих функций, первый вызов блокирует поток в ожидании события от одного источника, и все остальные источники игнорируются до тех пор, пока первый не сигнализирует о событии. Этот недостаток можно обойти, используя многопоточность, когда в каждом потоке существует свой цикл обработки событий, и он обрабатывает только один источник. Такой способ не всегда уместен, так как усложняет программу, требуя в ряде случаев синхронизацию потоков для монополизации доступа к ресурсам. Если источников событий становится слишком много, а события от них поступают редко, то такая архитектура приводит к нерациональному расходу ресурсов.

Неблокирующая функция не блокирует поток выполнения. Возрат в вызывающую функцию происходит почти мгновенно. Такая функция, в отличие от блокирующей, обязательно должна иметь возможность сообщить об отсутствии события, если его не произошло. Как правило, подобные функции имеют буфер, в котором сохраняется информация о последнем событии или о нескольких событиях, которые произошли с момента предыдущего вызова. Такая функция позволяет организовать опрос нескольких источников событий в один поток, однако, вне

зависимости от количества событий, процессор будет загружен циклом обработки событий на 100%, так как поток выполнения не будет приостанавливаться для ожидания события. Для устранения такого недостатка иногда применяют искусственную задержку между итерациями, но такая архитектура будет скорее всего неудачной.

Функция высшего порядка с обратным вызовом является самым удобным подходом, так как она позволяет абстрагироваться от цикла обработки событий и просто указать какой код следует выполнить, когда произойдет событие. Именно такой подход называется событийно-ориентированным программированием. Но при этом следует помнить, что СОП все равно требует наличия цикла обработки событий, однако, в некоторых языках программирования он встроен, и программисту требуется лишь задать обработчики для различных событий. К таким языкам можно отнести JavaScript/Node.js. Для других языков программирования есть библиотеки с реализацией цикла обработки событий, например для C++ есть библиотека boost.asio и Qt, для Python есть библиотека asyncio.

Если нам необходимо следить за множеством источников событий с помощью блокирующих или неблокирующих функций, то можно использовать мультиплексирование. В большинстве операционных систем существуют функции позволяющие следить одновременно за несколькими источниками событий. К сожалению, такие функции обычно работают только с вводом-выводом (файлы, сокет, и другие подобные объекты), поэтому они могут применяться не во всех случаях. Перечислим основные из этих функций и их поддержку в разных ОС в таблице 1.

Таблица 1. Функции мультиплексоры и их поддержка ОС.

ОС\функция	select	poll	epoll	kqueue	WSAPoll
POSIX	+	+			
Linux	+	+	+		
FreeBSD	+	+		+	
Windows	+				+

Однако, почти всегда можно перейти от любого источника события к дескриптору сокета. Для этого можно запустить отдельный поток с циклом обработки событий, в котором записывать информацию о событии в сокет или pipe, а функция-мультиплексор будет следить за дескриптором этого сокета.

На примере функции poll, как самой распространенной и удобной (WSAPoll — это аналог poll), рассмотрим, как работает мультиплексирование (Рисунок 2).

```

struct pollfd fds[2]; //Будем следить за двумя источниками hndl1 и hndl2
fds[0].fd = hndl1;
fds[0].events = POLLIN; //Событие поступления данных
fds[1].fd = hndl2;
fds[1].events = POLLOUT; //Событие завершения записи данных
int ret = poll( &fds, 2, 1000 ); //Ждем события 1000 миллисекунд
if ( ret == -1 ) {
    //произошла ошибка при вызове poll
} else if ( ret == 0 ) {
    //За 1000 миллисекунд не произошло событий
} else {
    if ( pfd[0].revents & POLLIN ) {
        //обработка события поступления данных от hndl1
    }
    if ( pfd[1].revents & POLLOUT ) {
        //обработка завершения записи данных от hndl2
    }
}
}

```

Рисунок 2 – Фрагмент кода на С. Использование функции poll

pollfd — это специальная структура, в которой сохраняется информация о дескрипторах — источниках событий. В поле этой структуры fd записывается дескриптор, за которым мы хотим следить. А в поле events записывается битовая маска событий, которые необходимо отслеживать. Если нам нужно следить за несколькими источниками, то используется массив структур pollfd, в данном случае из двух элементов. Вызов функции poll вызывает блокировку потока до тех пор, пока не случится хотя бы одно событие, или пока не истечет указанный таймаут, в зависимости от того, что наступит раньше. После чего функция poll вернет одно из возможных значений. -1 — означает, что произошла ошибка, из-за которой невозможно корректно выполнить poll. 0 — означает, что таймаут истек, и ни одного события не произошло. Если таймаут задать равный -1, то функция poll заблокирует поток пока не произойдет событие. Если таймаут установить 0, то функция poll станет неблокирующей. Если произошло одно или несколько событий, то poll вернет положительное число, равное количеству источников, на которых произошли эти события. Узнать о том, на каких источниках случились события, можно, проверив поле revents структуры pollfd для каждого элемента массива. В revents будет записана битовая маска событий, которые случились.

Другие функции мультиплексоры работают схожим образом, но имеют свои особенности.

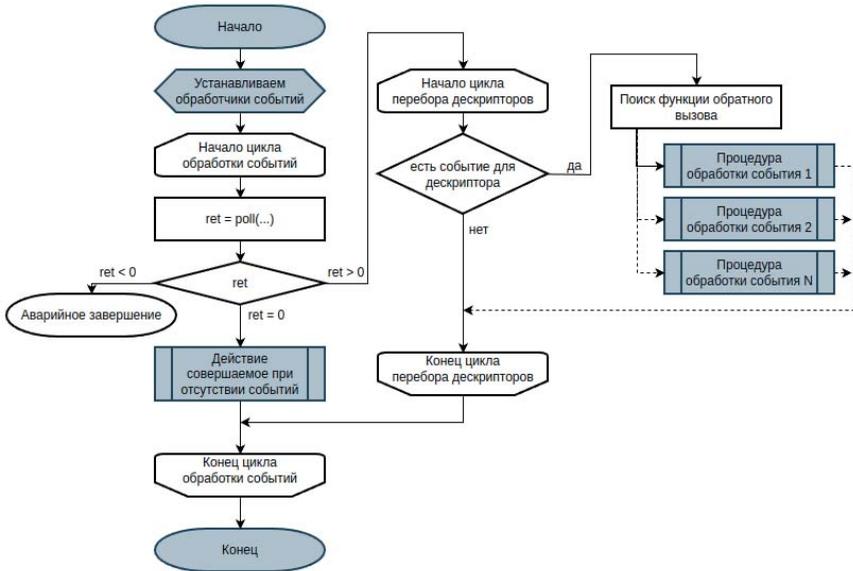


Рисунок 3 – Цикл обработки событий с мультиплексором poll.

Теперь, если поместить функцию-мультиплексор в основной цикл обработки событий, то мы сможем обрабатывать события от набора источников в одном потоке, не перегружая при этом процессор. Однако для перехода к СОП нам потребуется сделать динамическое добавление и удаление дескрипторов для отслеживания, а так же потребуется дополнительный массив для хранения указателей на функции обратного вызова, в которых будут обрабатываться события.

Факт отсутствия событий за отведенный период времени может рассматриваться как особое событие и использоваться для выполнения каких-либо действий.

На рисунке 3 изображена блок-схема варианта алгоритма с циклом обработки событий и функцией-мультиплексором poll. Темные блоки символизируют те части кода, которые не относятся непосредственно к циклу обработки событий, и должны быть реализованы программистом в любом случае. Светлые блоки не требуют реализации в языках программирования со встроенным циклом обработки событий.

Конечно, блок-схема, изображенная на рисунке 3 сильно упрощена, архитектура реальной программы может быть значительно сложнее, особенно, если мультиплексирование сочетается с многопоточностью. Так, например, часть событий может обрабатываться в отдельном потоке и отдельном небольшом цикле для того, чтобы в главном потоке мультиплексировать эти события через сокет. Если процедуры обработки событий занимают много вычислительных ресурсов, то для них может быть создан отдельный поток. В программе может быть одновременно несколько

равноправных циклов обработки событий и источники событий могут распределяться между ними динамически.

#### *Библиографический список*

1. Общие сведения о событиях (Windows Forms .NET) - Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/desktop/winforms/forms/events> Дата доступа: 24.10.2022
2. П. Пай, П. Абрахам Реактивное программирование на С++ / пер. с англ. В. Ю. Винника. – М.: ДМК Пресс, 2019. – 324 с.: ил.
3. Функция WSAPoll (winsock2.h) — Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/windows/win32/api/winsock2/nf-winsock2-wsapoll> Дата доступа: 24.10.2022
4. функция select (winsock2.h) — Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/windows/win32/api/winsock2/nf-winsock2-select> Дата доступа: 24.10.2022
5. Интерактивная система просмотра системных руководств — poll() - Режим доступа: <https://www.opennet.ru/man.shtml?topic=poll> Дата доступа: 24.10.2022
6. Интерактивная система просмотра системных руководств — select() - Режим доступа: <https://www.opennet.ru/man.shtml?topic=select> Дата доступа: 24.10.2022
7. Интерактивная система просмотра системных руководств — epoll() - Режим доступа: <https://www.opennet.ru/man.shtml?topic=epoll> Дата доступа: 24.10.2022
8. Интерактивная система просмотра системных руководств — kqueue() - Режим доступа: <https://www.opennet.ru/man.shtml?topic=kqueue> Дата доступа: 24.10.2022

## **СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМ НА АВИАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

П.А. Раптанова

Научный руководитель – Михеева Т.И., д-р. техн. наук, профессор

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

Системный анализ относится к таким направлениям науки управления, которые возникли в период обострения социальных, экономических, технических, политических проблем, вызывавших необходимость поиска и обоснования новых решений в различных областях деятельности. Причём решения в науке, в управлении производством, при проектировании и технической эксплуатации транспорта, оборудования, сооружений должны приниматься быстро, в то же время с минимальным риском ошибок. Этому способствует системный анализ, а также системный подход при решении конкретных научных, управленческих, проектных и других технических задач.

На современном этапе развития авиации при планировании или прогнозировании её развития становятся устаревшими расчётные методы,

в которых оперируют изолированными воздушными судами, авиационными комплексами или даже авиационными системами, выполняющими заданные объемы авиационных работ и услуг. Рассмотрение интегрированных авиационных систем (ИАС), в рамках которых возможна совместная оптимизация состава и численности парка авиационной техники, необходимой авиационной инфраструктуры и неавиационных объектов целевого заказчика авиационных работ или услуг, является наиболее комплексным и эффективным подходом.

Данные системы направлены на решение целевых задач высокого уровня и включают в себя парки различных воздушных судов, а также инфраструктурные и управляющие подсистемы, в том числе неавиационные подсистемы целевого заказчика. Методология исследования базируется на теории систем, методах системного анализа и синтеза, математическом моделировании. Предлагаемый подход позволяет выявлять потенциальные области применения перспективной авиационной техники в сфере транспорта и различных отраслях национальной экономики, а также оценивать масштабы применения авиации.

#### *Библиографический список*

1. Желтов С.Ю., Кислицын Ю.Д., Самойлов Д.В., Хохлов С.В. Современные подходы в моделировании авиационных систем // Сборник тезисов докладов IV Всероссийской научно-технической конференции. – М.: ГосНИИ АС. – 2020. – С. 5.

2. Михеева Т.И., Ключников В.А., Головнин О.К. Методы и алгоритмы экспертизы объектов транспортной инфраструктуры // Современные проблемы науки и образования. – №6. – 2014. – С.271.

3. Клочков В. В., Топоров Н. Б., Егошин С. Ф. Интегрированные авиационные системы // Управление большими системами. – №9. – 2021. – С.94-120.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ И СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В РАЗЛИЧНЫХ ЯЗЫКАХ ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

А.В. Родин

Научный руководитель – Бубнов С.А., доцент, к. ф.-м.н.

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

В настоящее время, в рамках актуального процесса цифровизации всех сфер деятельности нашей страны, актуальными становятся исследования в области защиты информации в сети интернет и способы её защиты в различных отраслях промышленности и бизнеса.

В рамках исследований, проводимых в процессе студенческой научно-исследовательской работы, была поставлена задача анализа эффективности методов защиты информации в сети интернет.

Конечной целью и основной задачей проводимых работ предполагается разработка и тестирование информационной системы для повышения качества защиты данных и информации в сети интернет, а также удобство конечного потребителя услуг.

Проведенный анализ существующих методов для решения поставленной задачи позволил выявить основные слабые места, которые состоят в:

1. Юридическая составляющая и сложность изучения законов по защите информации

2. Многообразии и сложности алгоритмов, связанных с сохранением данных и защитой информации

В результате проведенных исследований были изучены материалы данной предметной области: основные понятия, необходимые для сохранения и удержания данных, безопасного хранения и их защиты, алгоритмы и способы защиты информации, основные средства, используемые для работы с информацией в сети в различных языках программирования.

Таким образом, в рамках проводимой научно-исследовательской работы, была исследована предметная область, связанная с защитой информации для достижения поставленных целей работы.

Результаты исследований предполагается использовать в дальнейшем при проектировании ВКР.

#### *Библиографический список*

1. Е. Баранова, А. Бабаш Информационная безопасность и защита информации 3-е издание, 2016.
2. Браун С. «Мозаика» и «Всемирная паутина» для доступа к Internet, 1996.
3. Хоффман Эндру, Безопасность веб-приложений. Разведка, защита нападение, 2021.

### **ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ- СТРУКТУРА, КАК НАБОР ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ПОДСИСТЕМ**

Н. А. Серегин

Научный руководитель – Вороной А. А., к-д ф.-м. наук, доцент

**Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики**

В прошлом информация считалась областью бюрократической работы и ограниченным инструментом для принятия решений. Сегодня информация рассматривается как один из основных ресурсов развития общества, а информационные системы – как средство повышения производительности и эффективности труда людей.

Информационная система- взаимосвязанная система средств, методов и персонала, используемая для хранения, обработки и вывода информации для достижения определенной цели.

Современное понимание информационной системы подразумевает использование персонального компьютера как основного технического средства обработки информации. В крупных организациях технической базой информационной системы помимо персонального компьютера может быть центральный компьютер или субкомпьютер. Более того, технический дизайн информационной системы ничего не будет означать сам по себе, если не будет учитывать роль лица, для которого информация предназначена и без которого ее запись и представление невозможны.

Мы должны понимать разницу между компьютерами и информационными системами. Компьютеры, оснащенные специализированными программными средствами, образуют техническую базу и инструмент для информационных систем. Информационная система немыслима без взаимодействия персонала с компьютерами и телекоммуникациями.

Создание и использование информационных систем для каждой организации направлено на решение различных задач. Структура информационной системы, ее функции должны соответствовать целям организации. Например, в коммерческом предприятии-эффективный бизнес; в государственном предприятии- решение социально-экономических проблем.

Информационная система должна контролироваться, пониматься и использоваться людьми в соответствии с основополагающими социальными и этическими принципами. Производить точную, достоверную, своевременную и систематическую информацию.

Для того, чтобы создать и использовать информационную систему, в первую очередь необходимо понять структуру, функции и политику организации, цели управления и принимаемые решения, возможности компьютерных технологий. Информационная система является частью организации, и ключевыми элементами любой организации являются ее структура и органы управления, стандартные процедуры, персонал, субкультура. Построение информационной системы должно начинаться с анализа структуры управления организацией.

Структура информационной системы состоит из набора ее отдельных частей, так называемых подсистем. Подсистема является частью системы, которая расположена на любом экране.

Общая структура информационной системы может рассматриваться как совокупность подсистем, независимо от ее охвата. В этом случае это называется структурной особенностью классификации, а подсистемы — обеспечительной. Таким образом, структура любой информационной системы может быть представлена в виде набора обеспечивающих подсистем.

#### *Библиографический список*

1. Г.Р. Громов. Очерки об информационных технологиях. — М.: ИнфоАрт, 1994.

2. Данилевский Ю.Г., Петухов И.А., Шибанов Б.С. Информационные технологии в промышленности. — Машиностроения. Ленинградский филиал, 1983 год.
3. Информационные системы в экономике / Под ред. В.В. Дика / Под ред. В.В. — М.: Финансы и статистика, 1994.
4. Компьютерная наука: Учебник. — 3. Перерабо. Эд. / Эд. Н.В. Макарова. — М.: Финансы и статистика, 2006.

## **РАЗРАБОТКА ПЕРСЕПТИВНОЙ ХЕШ-ФУНКЦИИ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ПОИСКА ИЗОБРАЖЕНИЯ ПО СОДЕРЖАНИЮ**

В.Ю. Тарасова

Научный руководитель – Никифоров М.Б., к-т. техн. наук, доцент  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматривается технология информационного поиска, а именно, поиска изображений по содержанию. Информационный поиск – это процесс поиска неструктурированной документальной информации, удовлетворяющей информационные потребности [1]. Поиск изображений по содержанию заключается в распознавании содержания графического файла. В результате поиска пользователь получает похожие изображения. Развитие интернета привело к тому, что объем цифровой информации постоянно увеличивается и отыскать в таком потоке данных необходимое становится сложной задачей [2, 3]. Для оперативного поиска необходима разработка специальных алгоритмов, методов и технологий.

Для оперативного поиска необходима разработка специальной метрики, на основании которой будет осуществлено сравнение изображения-запроса с изображением из поисковой коллекции. В представленной работе используется совокупность следующих метрик:

- 3 основных цвета;
- значения, полученные путем анализа гистограммы изображения;
- метрики, полученные из последних слоев классификационной нейронной сети [4].

По полученным метрикам строится перцептивный хэш, и на его основе в дальнейшем и выполняется сравнение изображений. В качестве цветовой составляющей изображения формируется 3 ключевых цвета, определяемых при помощи метода k-means. Для анализа используется палитра HSV и только Hue-составляющая. На гистограмме (используется гистограмма обесцвеченного изображения) выделяются 5 зон: тень, полутень, основная зона, светлые тона, пересвет. Для каждой из зон рассчитывается количество точек, попавших в данную зону. Данное число отражается в итоговом хэше изображения.

Важной частью анализа изображения является оценка содержания. Для этого применяется свёрточная нейронная сеть MobileNet v2 [5]. Применяемая архитектура относится к классификационным сетям и позволяет определить класс объекта, который отражен на изображении. Предлагается использовать данные с предпоследнего слоя.

Хэш формируется на основе представленных методов и представляет собой 136 байт данных:

- ключевые цвета (3 байта);
- зоны гистограммы (5 байт);
- сведения об информационной составляющей (128 байт).

Для определения меры близости изображений, выполняется их побайтовое сравнение. Для каждого из показателей может быть вручную определен коэффициент масштабирования для того, чтобы отдать приоритет одной из трех составляющих

Разработанный алгоритм позволяет определять схожие по содержанию изображения с использованием перцептивных хэш функций. Поиск осуществляется в локальных хранилищах данных.

#### *Библиографический список*

1. Басипов А.А., Демич О.В. Информационный поиск. Модели информационного поиска // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. 2012. № 2-1. С. 159-165.
2. Гринченко Н.Н., Потапова В.Ю. Алгоритм поиска изображений в базе данных // Проблемы передачи и обработки информации в сетях и системах телекоммуникаций. Материалы 18-й Международной научно-технической конференции. 2015. С. 161-164.
3. Тарасов А.С., Тарасова В.Ю. Разработка системы поиска похожих изображений в локальных хранилищах // Нейроинформатика-2020. Сборник научных трудов. XXII Международная научно-техническая конференция. Москва, 2020. С. 286-293.
4. С. Николенко, А. Кадури, Е. Архангельская Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей // СПб.: Питер, 2018. — 480 с.: ил
5. Абдулкадиров Р.И., Гречкина Т.Д. Две сверточные нейросети VGG19 и MOBILENETV2 // Высокопроизводительные вычисления для решения прикладных задач. Сборник материалов IX-й(66-й) ежегодной научно-практической конференции преподавателей, и молодых ученых Северо-Кавказского федерального университета. Ставрополь, 2022. С. 9-12.

### **ПРИМЕНЕНИЕ ОРТОГОНАЛЬНОГО БАЗИСА НА ОСНОВЕ М-ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ СЕРИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

Е.А. Трушина

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

В докладе рассматривается применение ортогонального преобразования на основе псевдослучайных последовательностей для передачи серии изображений по каналу связи.

В настоящее время наблюдается бурное развитие беспилотных летательных аппаратов (далее - БПЛА) для решения широкого круга задач военного и гражданского назначения. Например, противопожарное патрулирование лесных массивов, контроль трубопроводов и

высоковольтных линий передач, борьба с браконьерством и т.д. Во всех этих случаях решается задача передачи цифровых графических изображений на пункт управления.

Передаваемая информация состоит из серии изображений, где каждый кадр представляет собой цифровую матрицу определенного размера. При этом цифровую матрицу любого размера можно представить как набор матриц малой размерности, удобный для цифровой обработки бортовым вычислительным комплексом.

Для многих случаев применения БПЛА требуется решение следующих задач:

- 1) обеспечение помехоустойчивого кодирования;
- 2) передача информации на пункт управления без избыточного кодирования для увеличения быстродействия передачи по каналу связи.

Перечисленные задачи можно решить математическими методами путем построения ортогонального преобразования на основе псевдослучайных последовательностей (далее – ПСП).

Решение этих задач позволяет уменьшить габариты системы, что чрезвычайно важно для БПЛА.

Искусственные и естественные помехи при передаче информации по каналу связи неизбежны, что будет вызывать ошибки в получаемой информации. Однако, за счет обратного математического преобразования на пункте управления эти ошибки не будут существенно влиять на потребительское качество полученных данных. В существующих системах передачи изображений [1], использующих протоколы сжатия и помехоустойчивое кодирование на основе ортогональных преобразований с кусочно-постоянными базисными функциями [2], усматривается ряд недостатков, в числе которых неравномерное распределение энергии по базису преобразования, приводящее к существенным пульсациям энергии в канале передачи [3].

Отсутствие резких перепадов мощности на интервале преобразования можно обеспечить за счет случайности смены состояний (шумоподобности) ПСП. При построении ортогонального преобразования на основе ПСП, порождаемых регистром сдвига с линейной обратной связью, исходной информацией является образующий многочлен

$$M(x) = \sum_{i=1}^N a_i x^i,$$

где  $a_N, a_1 = 1$ ;  $a_i \in \{0,1\}$ ;  $N$  – число разрядов регистра сдвига.

Выбираемый из множества полиномов образующий многочлен обязательно должен быть неприводимым и задавать начальное состояние в младшем разряде, иначе будет получена нулевая последовательность. Состояния разрядов регистра сдвига формируются с помощью генератора Фибоначчи [4].

Для решения поставленных задач предлагается использовать ПСП, обладающие определенными свойствами, называемые последовательностями максимального периода (M-последовательностями).

Любая M-последовательность имеет период  $M = 2^n - 1$ , который влияет на количество образующих полиномов  $M(x)$ . Вид получаемой

последовательности зависит от начальных условий, задающихся на этапе инициализации формирования М-последовательности.

Например, для  $n=8$  существует 16 образующих полиномов [5] и 255 начальных условий, что в результате дает  $16(2^n - 1) \approx 4000$  различных М-последовательностей.

Полученные таким образом ортогональные преобразования могут использоваться для преобразования сигналов при передаче информации по каналам связи.

В результате применения данного метода достигается быстроедействие передачи информации без избыточного кодирования.

#### *Библиографический список*

1. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB. М.: Техносфера, 2006. 616 с.
2. Ахмед Н., Рао К.Р. Ортогональные преобразования при обработке цифровых сигналов / под ред. И. Б. Фоменко. М., Связь, 1980. 248 с.
3. Светлов Г.В., Суменков Н.А., Костров Б.В., Гринченко Н.Н., Трушина Е.А. Построение ортогонального базиса на основе псевдослучайных последовательностей // Вестник Концерта ВКО "Алмаз – Антей". 2020. № 4 (35). С. 95-100.
4. Гарифуллина З.Р., Иванов М.А., Рябков В.Е., Чугунков И.В. Способ формирования нелинейных М-последовательностей // Безопасность информационных технологий. 2011. № 2. С. 31-36.
5. Захаров И.Д., Ожиганов А.А. Использование порождающих полиномов М-последовательностей при построении псевдослучайных кодовых шкал // Известия вузов. Приборостроение. 2011. Т. 54. №. 6. С. 49-55.

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СИМВОЛЬНЫХ МНОГОПороГОВЫХ ДЕКОДЕРОВ В СИСТЕМАХ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ**

Т.З. Чан, Г.В. Овечкин

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

Наиболее эффективным средством повышения достоверности цифровой информации при ее передаче по каналам с шумом является применение помехоустойчивого кодирования. В настоящее время существует много методов коррекции ошибок в памяти, например коды БЧХ, Коды с низкой плотностью проверок на четность LDPC, символьный многопороговый декодер (qMПД). Однако наиболее предпочтительными для применения в системах хранения данных являются многопороговые декодеры. В докладе рассматривается символьный многопороговый декодер (qMПД). Приводится его основные характеристики, обсуждаются достоинства, недостатки и области применения.

Для представления зависимости эффективности декодирования символьного многопорогового декодера на рисунке 1 представлен график, для разных длин кодов, с кодовой скоростью равной 1/2.

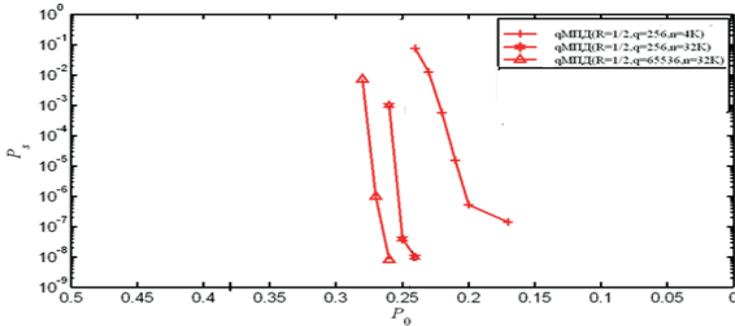


Рис.1. – График эффективности декодирования qМПД для кодов разных длин

На рисунке 1 кривые 1 и 2 показывают характеристики недвоичных многопороговых декодеров для однобайтовых кодов длиной около 4000 и 32000 символов соответственно. Кривая 3 на этом же рисунке показывает характеристики недвоичных многопороговых декодеров для двухбайтовых кодов длиной около 32000 символов. Отметим, что qМПД позволяют справляться значительно большей долей ошибок в канале [1,2].

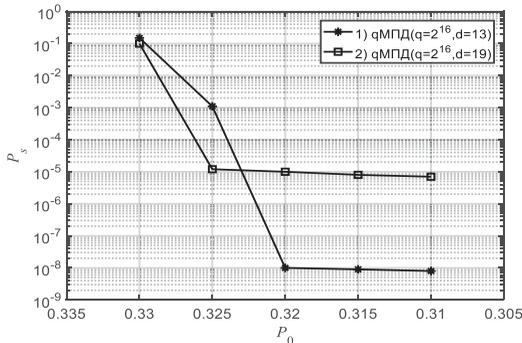


Рисунок 2 – Результаты моделирования qМПД с различным кодовым расстоянием

На рис. 2 представлены графики зависимости полученных дивергентных схем кодирования в  $q$ -ичном симметричном канале с алфавитом  $q=2^{16}$ . Кривая 1 соответствует СОК с  $d=13$ , а кривая 2 – коду с  $d=19$ . Задержка решения символьного МПД второго кода составляет 1.2 млн. информационных символов, его скорость декодирования  $\sim 10$  тыс. двухбайтовых символов/с при  $I=150$  итерациях. В обоих случаях символьный МПД реализует характеристики ОД для использованных кодов, но при собственной линейной, т.е. теоретически минимальной сложности [3].

#### Библиографический список

1. Многопороговые декодеры. Веб-сайт ИКИ РАН [www.mtdbest.iki.rssi.ru](http://www.mtdbest.iki.rssi.ru).
2. Золотарёв В.В., Овечкин Г.В. О сопоставлении новых методов помехоустойчивого кодирования //18 Международная конференция

"Цифровая обработка сигналов и её применение – DSPA 2016". М., 2016, Т.1, с.59-65.

3. Зубарев Ю.Б., Золотарёв В.В., Овечкин Г.В. Теория кодирования как оптимизационная проблема декодирования вблизи границы Шеннона // 21 международная конференция «Цифровая обработка сигналов и ее применение». 2019, Вып. XXI-1. с.10-16.

## **ИНТЕГРАЦИЯ ВЕБ СЕРВИСА ДЛЯ МАЛОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ (КАФЕ)**

А.А. Харитонов, И.С. Чернышева

Научный руководитель — Никифоров М.Б., канд. техн. наук, доцент

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

В докладе рассматривается ряд вопросов по интеграции веб сервиса для малого предприятия общественного питания, компоненты интерфейса и прототип. Предлагается совершенствование процессов за счет автоматизации процесса взаимодействия клиентов с организацией.

Это достигается за счет создания личного WEB-сайта с подписанием к нему формы авторизации на сайте и оформление заказа на дом, упрощающего взаимодействие клиентов с предприятием. Осуществлен выбор наиболее лучшей информационной системы для работы с заказами и документацией.

При проектировании моделей данных использован MS SQL Server (Создание таблиц и связей между ними, определение ограничений, триггеров, процедур).

Спроектировано интернет-приложение с использованием стека технологий:

HTML, CSS, JS (React, Redux) — на стороне клиента

C#, MS SQL Server – на стороне сервера

Спроектирована ИТ-инфраструктура веб сервиса (как и где расположены оборудование и вычислительная техника, каким образом используется).

Также доклад иллюстрирует, каким образом организация сможет внедрить информационную систему и сократить время выполнения задач сотрудниками

### *Библиографический список*

1. ГОСТ Р 53622-2009 «Стадии и этапы жизненного цикла, виды и комплектность документов»

2. Евдокимова, А. Б. Выбор информационных систем для компаний малого бизнеса / А. Б. Евдокимова. — [Текст]: научная статья // Экономика, управление, финансы: материалы VII Междунар. науч. конф. (г. Краснодар, февраль 2017 г.). — Краснодар: Новация, 2017. — URL: <https://moluch.ru/conf/econ/archive/220/11756/>

3. Программирование в СУБД Microsoft SQL Server [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cdo.rsreu.ru/course/view.php?id=2237>. – Дата доступа: 09.08.2022.

4. Базы данных SQL Server [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/sql/relational-databases/databases/databases?view=sql-server-ver15>. – Дата доступа: 17.08.2022.

5. Нильсен Якоб, Хоа Лоранжер "Web-дизайн. Удобство использования Web-сайтов" - М.: Вильямс, 2015. - 376 с.

6. Фримен, Адам ASP.NET MVC 3 Framework с примерами на C# для профессионалов / Адам Фримен, Стивен Сандерсон. - М.: Вильямс, 2011. - 672 с.

## **ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ МОНЕТИЗАЦИИ РЕМЕСЛЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРЫ**

М.С. Чернышенко

Научный руководитель – Бруй Н.М., магистр техн. наук

**Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники**

В настоящее время большую популярность набирает разработка приложений с микросервисной архитектурой. Это связано с тем, что более ранняя монолитная модель имеет существенные недостатки: слишком большая связанность кода и сложная масштабируемость усложняют процессы добавления новой функциональности и внедрения технологий [1].

Микросервисная архитектура решает вышеперечисленные недостатки монолитной архитектуры, однако усложняет обеспечение безопасности приложений.

Рассмотрим разработку программного средства монетизации ремесленной деятельности и обмена знаниями между ремесленниками. Программное средство создано для ремесленников, которые хотят расширить свой бизнес в сети Интернет с целью получения прибыли от продвижения продуктов ремесленной деятельности, и предоставляет функциональность для осуществления процесса купли-продажи либо бесплатного приобретения результатов ремесленной деятельности без прямого взаимодействия с продавцом.

Программное средство имеет микросервисную архитектуру, поэтому логически делится на несколько сервисов исходя из предоставляемой ими функциональности. Серьёзной задачей является обеспечение защиты при взаимодействии сервисов, для чего используется стандарт OAuth 2.0 [2]. При таком подходе для обеспечения безопасности используется сервер авторизации, он авторизует пользователя и выдаёт токен, который участвует в каждом запросе и является удостоверением личности пользователя. Единственной входной точкой для всех запросов к приложению является сервис api-gateway. Он перенаправляет запросы на остальные сервисы, то есть сервисы ресурсов, которые для выполнения запроса каждый раз проверяют валидность токена через сервер авторизации.

Таким образом, с помощью описанной модели по проектированию микросервисных приложений с протоколом OAuth 2.0. достигается основа надёжного взаимодействия сервисов.

С использованием принципов построения микросервисной архитектуры разработано программное средство для монетизации ремесленной деятельности и обмена знаниями. Особенности архитектуры программного средства делают его безопасным в контексте взаимодействия от сервиса к сервису, масштабируемым для обеспечения возможности добавления функциональности с течением времени и в зависимости от потребностей рынка.

#### *Библиографический список*

1. Microservices [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://articles.microservices.com/monolithic-vs-microservices-architecture-5c4848858f59>.
2. OAuth 2.0 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://oauth.net/2/>.

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА НА ОСНОВЕ ИМЕЮЩИХСЯ КОМПЛЕКТУЮЩИХ НА МИРОВОМ РЫНКЕ**

Шаповский С.В.

Научный руководитель – Горин В.С., к. техн. наук - доцент

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

В современном мире без персонального компьютера решать математические, графические, технические и технологические задачи с каждым днём становится всё тяжелее. Области применения персонального компьютера абсолютно различные: от хранения и обработки информации до создания эффектов в кинематографии и в современных компьютерных играх.

Но всё же, сейчас компьютер является не только средством решения определённых задач, но и одним из самых востребованных продуктов для удовлетворения потребностей в проведении досуга. Рассмотрим статистические данные, полученные при опросе группы людей в возрасте от 14 до 25 лет. Около 46% среди опрошенных отвечают, что используют компьютер 3 часа в день, еще 14% проводят более 5 часов в день за компьютером. В основном, они проводят время за компьютером, играя в компьютерные игры для получения спектра эмоций, которые они не могут получить в "реальном" мире, например:

- увлекательный сюжет, который не отражается в книгах;
- качественно проработанный мир, отражающий воображение и задумку главного сценариста и создателя игры;
- ощущение достижения целей, которые игра ставит пользователю.

Также, нельзя забывать о том, что человек проявляет свою сущность именно в индивидуализации. Это просматривается во всём: в его повадках, поведении, общении, предпочтениях, и так далее. В следствии того, что человек не хочет быть похожим на остальных, он хочет выделяться всем,

что окружает его личностную биосферу, и, глядя на то, как развивается наука не только в промышленном аспекте, но и в творческом, он однажды обратит внимание на предметы его постоянного пользования, каким и является персональный компьютер.

Тема моей дипломной работы подразумевает решение данной проблемы для людей, которые не только могут себе позволить индивидуальность персонального компьютера, но и которые не имеют больших денежных средств.

---

**Секция 7. ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ**

---

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА ОБНАРУЖЕНИЯ  
ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ НА ОСНОВЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ  
ФИЛЬТРАЦИИ**

А.А. Абрамкин

Научный руководитель – Стротов В.В., канд. тех. наук, доцент  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В.Ф. Уткина**

В настоящее время часто возникает задача анализа объектов по данным видеонаблюдений. Для решения этой задачи требуется предварительно обнаружить объекты в последовательности изображений [1]. Также обнаружение объектов является важным этапом при разработке алгоритмов слежения за объектами.

Целью работы является разработка алгоритма обнаружения объектов на изображении на основе пространственной фильтрации. Исходными данными для алгоритма являются видеопоследовательности, в которых фон может быть, как однородным, так и неоднородным. Сами объекты при этом могут быть контрастными и неконтрастными.

Для решения данной задачи был предложен следующий алгоритм. На каждом кадре видеопоследовательности формируется окно, которое будет скользить по кадру с определенным шагом. На каждом шаге в окне производится извлечение центрального пикселя окна. Затем формируется карта отличий центрального пикселя от других пикселей окна [2]. На следующем этапе алгоритма к полученной карте применяется отличий усредняющий фильтр, который будет иметь размер скользящего окна, в результате чего формируется сглаженная карта отличий. На последнем этапе производится поэлементное деление значений карты отличий на соответствующие значения сглаженной карты. Полученное значение сравнивается с порогом.

В результате работы алгоритма формируется бинарное изображение. На нем единичное значение соответствует пикселям выше порога, нулевое – остальным. Изображение может быть подвергнуто процедуре разметки и параметризации за выделения связанных областей единичных точек.

Выделение объектов производится путем наложения полученного бинарного изображения на исходное. При этом связанные области единичных элементов на бинарном изображении интерпретируются как области, содержащие объект.

Проверка работоспособности алгоритма была произведена на ряде натуральных видеосюжетов. Были получены показатели качества выделения для различной фоноцелевой обстановки.

*Библиографический список*

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. Издание 3-е, Москва: Техносфера, 2012. – 1104 с
2. Бабаян П.В., Сконников П.Н., Трофимов Д.В. Процедура разностной фильтрации изображений для обнаружения и сопровождения объектов. Актуальные проблемы современной науки и производства. с.3-

**СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНИВАНИЯ КООРДИНАТ ТОЧЕЧНЫХ  
ОБЪЕКТОВ В МНОГОЭЛЕМЕНТНЫХ ФОТОПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВАХ**

Д.Р. Абрамов

Научный руководитель - Бехтин Ю.С., доктор технических наук, профессор  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В.Ф. Уткина**

Большинство методов измерения координат точечных объектов основано на корреляционно-экстремальной обработке и различных модификациях алгоритмов со взвешиванием [1-4]. При этом обычно полагают, что изображение точечного объекта (пятно рассеяния) перекрывает несколько фоточувствительных элементов (ФЧЭ) приемника излучения, шумы приёмника не коррелированы, фон и структурная помеха отсутствуют и т.п. В этих условиях указанные методы обеспечивают высокую точность измерения (до 0,01 размера ФЧЭ) координат точечного объекта. Однако в ряде разработок оптико-электронных систем с фотоприемными устройствами (ФПУ), которые содержат многоэлементные линейчатые фотоприемники (МЛФП), подобные предположения оказываются недопустимыми по следующим причинам. Во-первых, диаметр пятна рассеяния обычно согласован с размером ФЧЭ. Во-вторых, шумы в каждом канале ФПУ оказываются сильно коррелированными вследствие большой постоянной времени фотоприемника. В-третьих, имеет место значительная по величине структурная помеха, обусловленная действием темнового тока фотоприемника. Наконец, при последовательном опросе большого числа каналов ФПУ встроенным электронным коммутатором точечный объект представляется ограниченным числом дискретных отсчетов, разделенных периодом опроса линейки фотоприемника.

Сегодня наряду с использованием волоконной иммерсионной оптики, идет поиск конструктивных методов повышения чувствительности МЛФП, что приводит к синтезу новых геометрических структур линейки ФЧЭ.

Предлагаемый ниже сравнительный обзор известных методов оценивания координат точечных объектов является попыткой в полной мере учесть отмеченные выше особенности формирования кадра изображения многоэлементным ФПУ, техническая реализация которого обеспечивала бы определение координат в темпе развертки изображения.

В ходе анализа рассматривались следующие методы: метод измерения по координатам максимума (ИКМ); метод взвешенных сумм, также называемый в зарубежной литературе «Центром гравитации» (CoG – Center of Gravity); метод «Взвешенный центр гравитации» (WCoG –

Weighted Center of Gravity); метод Quad Cell (QC) (или метод квадратных областей); метод взаимной корреляции (BK) [1-4].

Сравнение вышеупомянутых методов оценивания координат точечных объектов в многоэлементных ФПУ проводилось путем статистического моделирования в среде MATLAB. При использовании двумерной функции Гаусса на выходе ФПУ формировался полезный сигнал в трех каналах, причем для случая попадания пятна на два ФЧЭ информационный сигнал в третьем канале полагался равным нулю. Амплитуда полезного сигнала выбиралась из диапазона [1,10], величины смещений начальных импульсов относительно моментов квантования и пятна рассеяния вырабатывались независимыми датчиками случайных чисел (ДСЧ). Коррелированный нормальный шум с заданными коэффициентом корреляции и дисперсией также формировался независимо тремя ДСЧ в каждом канале. Диапазон изменения структурной помехи в каналах [-2;2]. Наконец, сама ситуация попадания пятна рассеяния на два или три ФЧЭ определялась механизмом случайного выбора. Длина выборки эксперимента - 1000.

Результаты экспериментов с различными методами оценивания координат точечных объектов сведены в таблицу, где указаны следующие основные характеристики:

- погрешность оценивания горизонтальной и вертикальной координат точечного объекта в долях размера ФЧЭ;
- количество вычислительных операций (сложение и умножение).

Из таблицы видно, что преимущество по точности имеет метод со взвешиванием, однако его вычислительная сложность зависит от числа отсчетов канального импульса  $L$ , и при больших  $L$  он проигрывает методу QC. Другие методы явно уступают по точности оценивания координат, поэтому однозначного «победителя» среди представленных методов выявить не удалось.

Таблица. Сравнение методов оценивания координат точечных источников

Метод оценивания координат точечных объектов	Характеристика метода			
	Абсолютная погрешность, в долях размера ФЧЭ $d$		Число операций, $L$ – число отсчетов канального импульса	
	Горизонтальная координата, $x$	Вертикальная координата, $y$	Сложение	Умножение
ИКМ	0,5	0,5	$nL$	$nL-1$
BC (CoG)	0,032	0,074	$3L-1$	$3L+1$
ВЦГ (WCoG)	0,036	0,092	$3L+1$	$3L+3$
КО (QC)	0,12	0,23	4	12
БК	0,097	0,17	$4L$	$4L+1$

#### Библиографический список

1. Замятин В. В. Алгоритмы координат источника излучения на фоточувствительной поверхности матрицы. Ползуновский вестник №3, 2008.

2. Akondi Vyas, Roopashree M. B., Prasad B. R. Performance of Centroiding Algorithms at Low Light Level Conditions in Adaptive Optics. Bangalore. 2009.

3. Захаренков В. Ф., Раковский Ю. Н., Шibaев С. Н. Об ошибках определения координат точечного источника методом центраида // Оптический журнал. 2001. № 8.

4. Березин В. В., Цыцулин А. К. Обнаружение и оценивание координат изображений точечных объектов в задачах астронавигации и адаптивной оптики // Вестник ТОГУ. 2008. Т. 1. № 8. С. 11-20.

## **РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ ПО ФОТОИЗОБРАЖЕНИЮ**

А.А. Александров

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

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

В докладе рассматриваются методы и алгоритмы, используемые при разработке информационной системы распознавания и идентификации личности по фотоизображению.

Система распознавания лиц – это технология, сопоставляющая цифровое изображение (или видеокادر) человеческого лица с базой данных лиц.

В разработанной системе для распознавания лица применяется метод Виолы-Джонса с использованием признаков Хаара. Данный алгоритм характеризуется низкой вероятностью ложных срабатываний, высокой эффективностью распознавания, а также применением простых классификаторов, что позволяет использовать его в видеоряде [1]. Признаки – это набор геометрических фигур (маски) (рисунок 1). Их применение позволяет выделить основные компоненты лица. В алгоритме Виолы-Джонса маски накладываются на разные части кадра, а программа определяет, может ли в них находиться объект. В разработанной системе реализован функционал выделения таких компонент лица, как: глаза, зрачки и рот.

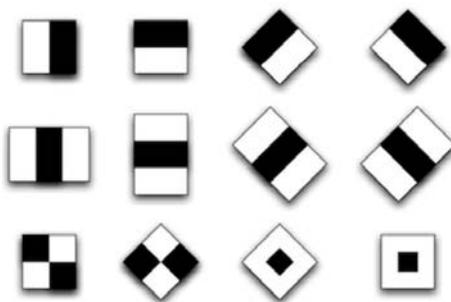


Рисунок 1 – Признаки Хаара

Для идентификации личности применяются локальные бинарные шаблоны (ЛБШ) – представляет собой описание окрестности пикселя изображения в бинарном представлении. В базовом операторе ЛБШ, применяемом к пикселям на изображении, используются восемь пикселей окрестности [2]. Для пикселей, яркость которых больше или равно значению яркости центрального пикселя, принимается значение – 1, для остальных устанавливается значение – 0. В результате на входе получается восьмиразрядный двоичный код, описывающий окрестность данного пикселя (рисунок 2).

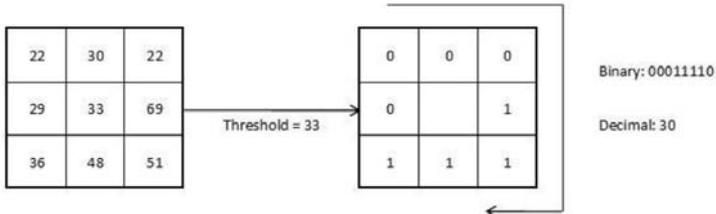


Рисунок 2 – Базовый оператор ЛБШ

Процесс распознавания заключается в разделении изображения на области, для которых применяется алгоритм ЛБШ. По итогу, для каждого пикселя вычисляется некоторое значение. Далее на основе этих чисел для всех частей, на которые было разделено изображение, считается гистограмма. После чего все гистограммы со всех частей объединяются в единый вектор, характеризующий все изображение в целом. Для сравнения, текущего и эталонного объектов, необходимо вычислить для каждого из них такой вектор и сравнить их.

#### *Библиографический список*

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.
2. Т. Маенпаа. The Local Binary Pattern Approach to Texture Analysis – Extensions and Applications. М.: Oulu University Press, 2003. – 216 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ШУМОПОДАВЛЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

А.Ю.Артамонов

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

В настоящее время, в рамках актуального процесса цифровизации всех сфер деятельности нашей страны, актуальными становятся исследования в области применения новых информационных технологий в различных отраслях промышленности и бизнеса.

В рамках исследований, проводимых в рамках студенческой НИР, была поставлена задача изучения и анализа методов шумоподавления для обработки изображений.

Конечной целью и основной задачей проводимых работ предполагается реализация алгоритмов шумоподавления и проведение их сравнительной характеристики.

Проведенный анализ существующих методов для решения поставленной задачи позволил выявить основные слабые места, которые состоят в

1. Малом количестве алгоритмов шумоподавления используемых в одной системе, что негативно сказывается на качестве их работы.

2. Использовании неэффективных и устаревших методов.

Для устранения вышеописанных проблем предлагается изучить алгоритмы шумоподавления, реализовать их и провести сравнительную характеристику для выявления наиболее эффективных методов.

- В результате проведенных исследований были изучены материалы в обозначенной предметной области.

- На основе проведенных обзоров сформирован список основных алгоритмов шумоподавления.

- Создана их реализация с помощью программных средств.

- Проведён анализ эффективности рассматриваемых методов.

Таким образом, в рамках проводимой НИР, была исследована предметная область алгоритмов шумоподавление и выявлены наиболее эффективные методы их применения.

Результаты исследований предполагается использовать в дальнейшем при проектировании ВКР.

## **СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И АНАЛИЗА ДОРОЖНОГО ТРАФИКА**

П.В. Бабаян, С.В. Перфильев, П.Е. Жгутов, К.Т. Сайян

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

На современном этапе, процесс управления текущим функционированием и развитием транспортных систем крупных городов невозможен без применения транспортного моделирования как на микро-, так и на макроуровне.

В свою очередь для построения адекватной транспортной модели необходим массив исходной информации о строении и характеристиках транспортной системы города, основное место в котором должны занимать данные о транспортной подвижности населения – дорожном трафике. Данная информация применяется непосредственно для построения моделей, а также их калибровки и актуализации.

При этом, получение информации о дорожном трафике является достаточно трудоемким процессом и длительным, что снижает оперативность и точность построения моделей. В силу данных обстоятельств, необходима разработка и развитие способов автоматизированного мониторинга и анализа дорожного трафика [2].

В основном задачи мониторинга и анализа трафика подразумевают оценку плотности транспортных потоков, заключающуюся в подсчете автотранспортных средств на отслеживаемом участке дороги. В настоящее время подобная оценка трафика нашла широкое применение в системах автоматического управления дорожным движением (АСУДД),

представляющих собой совокупность средств фото и видеофиксации и центра управления.

В качестве средств фото и видеофиксации в АСУДД активно используются камеры наблюдения с встроенным вычислительным устройством, способные самостоятельно выполнять алгоритмы обнаружения и подсчета транспортных средств [1]. Однако текущие системы обладают рядом недостатков, связанных с точностью обнаружения транспортных средств. Небольшая вычислительная мощность камер позволяет реализовывать только классические алгоритмы обнаружения, дополненные простыми эвристическими методами, совокупно с отсутствием адаптации под меняющиеся условия окружающей среды это существенно снижает точность обнаружения. Использование более мощных камер ведет к серьезному увеличению стоимости всей системы и делает ее менее массовой, что негативно сказывается на целостности оценки дорожной обстановки.

Чтобы увеличить точность классических алгоритмов можно использовать обратную связь с центром обработки данных. Обеспечив регулярный, но не постоянный контроль за результатами работы алгоритма, можно реализовать динамическую адаптацию одной или нескольких камер под текущие условия. Данный подход позволит существенно увеличить точность видеофиксации, используя более дешевые камеры с малыми вычислительными мощностями, повысить эффективность функционирования АСУДД и построения транспортных моделей

#### *Библиографический список*

1. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Ершов М.Д. Подходы к обнаружению и оценке параметров движущихся объектов на видеопоследовательности применительно к транспортной аналитике // Компьютерная оптика. – Самара: ИСОИ РАН, 2020. – Т. 44. – № 5. – С. 746-756. DOI: 10.18287/2412-6179-CO-701. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://computeroptics.ru/KO/PDF/KO44-5/440509.pdf>

2. Швецов В.Л., Ущев Ф.А. Средства моделирования PTV VISION ® VISUM как основа технологии управления транспортными системами // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах: Сборник докладов восьмой международной научно-практической конференции. СПб гос. архит.- строит. ун-т. СПб, 2008 – 544 с.

### **РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА РАСПОЗНАВАНИЯ СИТУАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ДВИЖЕНИИ АВТОРОБОТОВ В КОЛОННЕ**

А.В. Елманов

Научный руководитель - Бехтин Ю.С., доктор технических наук, профессор  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
 имени В.Ф. Уткина**

Разработанная система управления движением авторобота состоит из набора датчиков (лазерные дальномеры, видеокамеры оптического и инфракрасного диапазонов) и малогабаритного бортового компьютера.

Система, используя алгоритмы искусственного интеллекта (логический вывод и нейронные сети), анализирует текущее показание датчиков автороботов и выдает рекомендации к управлению. Одной из важных задач, решаемой такой системой, является распознавание возможных ситуаций, возникающих в процессе движения автоколонны в условиях экстремальной и нестационарной среды.

Техническая реализация разработанного метода распознавания ситуационной обстановки заключается в следующем (рис.1).

Ввод в компьютер видеоизображений производится с помощью видеокамеры с разрешением не менее  $640 \times 480$  пикселей. Фильтрация и математическая обработка видеoinформации основана на использовании преобразования Хаара. Для распознавания ситуации применяется метод формально-концептуального анализа, где создание кластеров производится с использованием специально созданной базы данных.

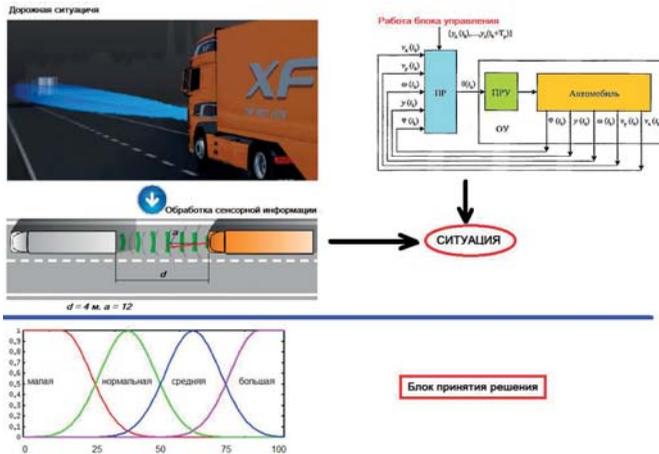


Рисунок 1 – Схема распознавания ситуационной обстановки

Для решения задачи формирования логических правил для идентификации ситуаций составляется таблица (на примере 4-х команд), в строках которой записываются идентифицируемые ситуации, а в столбцах – признаки данных ситуаций. Каждый символ «+» помечает пару, являющуюся элементом инцидентного отношения. Признаками являются отклонение впередиидущего авторобота и параметры состояния программной системы. Всего определено 8 признаков. Кластеризация формируется из нескольких миллионов значимых признаков. Кластеризатор входит в обучающую выборку, которая хранится в базе данных. Объем обучающей выборки системы распознавания ситуации (не менее 400 образов) обеспечивается мощностью базы данных, хранящей обучающие выборки. На рис. 2 изображена концептуальная решетка

контекста «определения логических правил команды», где цифрами обозначены признаки.

Таблица 1. Пример контекста в формировании логических правил

Ситуация \ Атрибуты	Светофор	Полоска	Дорожная разметка	Встречный автомобиль	Неизвестный объект	Пешеходы	Дорожный знак	Внезапная угроза лобового столкновения
Останов		+			+	+	+	
Экстренное торможение		+	+	+	+	+	+	+
Разворот	+		+			+	+	+
Поворот	+		+				+	

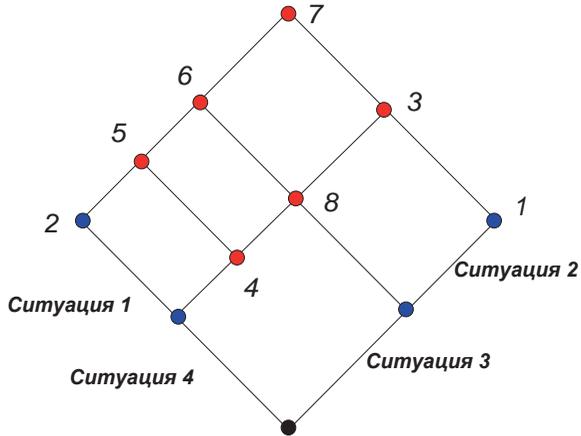


Рисунок 2 – Концептуальная решетка контекста «Определение ситуации»

## **ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ РАДИОТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ АНТЕННОЙ С УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫМИ СРЕДСТВАМИ**

В.Ю. Ерохин

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

Основной задачей системы управления радиотелеметрической антенной является наведение диаграммы направленности антенны на космический аппарат, либо на необходимый сектор обзора на небесной сфере и дальнейшее сопровождение с заданной динамической точностью, с целью обеспечить устойчивую связь с минимальным количеством помех и задержек [1]. Высокие требования по точности довольно сложно реализовать в силу свойств объекта управления и его назначением. От этого напрямую зависят устанавливаемые показатели качества управления, которые в дальнейшем станут основой для синтеза систем автоматического управления антенной установкой. Объектом управления является зеркальная система, конструкция опорно-поворотного устройства и механизм наведения антенной установки совместно с исполнительным электродвигателем.

Для решения задачи управления такими сложными и высоконагруженными системами автоматического управления создаются тренажеры и учебно-тренировочные средства, позволяющие организовать управляемый и уникальный учебный процесс для подготовки квалифицированного персонала. Кроме того, учебно-тренировочные средства позволяют организовать научную память для выполнения важных задач, включающих в себя стабильное обучение персонала и отработку различных внештатных ситуаций.

В основе учебно-тренировочного комплекса лежит программный имитатор, который разбит на две части: интерфейс оператора и, собственно, сам объект управления, а точнее – его модель. Программа управления представляет собой клиент-серверное приложение с протоколом управления, в котором будут формироваться команды и соответствующие им квитанции. Программный комплекс должен иметь простой и понятный графический интерфейс, предусматривающий работу в разных режимах. Модель объекта управления должна иллюстрировать все колебания и переходные процессы, протекающие в системе. Стоит учитывать все переходные процессы и колебания, которые могут возникнуть в контуре управления, а также разработать методы борьбы с ними, настроить систему под оптимальные показатели качества, такие как быстродействие и точность. Это снизит вероятность появления ошибок, внештатных ситуаций, а также выхода из строя элементов опорно-поворотного механизма и механизма наведения.

### *Библиографический список*

1. Товпеко А. В. Архитектура и принцип действия системы управления измерительными средствами при обеспечении ракетных пусков // Вестник РГРТУ №1 (выпуск 51). Рязань: РГРТУ, 2015. 79 – 88 с.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АЛГОРИТМА  
АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫДЕЛЕНИЯ ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ  
В ВИДЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ В УСЛОВИЯХ  
ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ**

Е.С. Кожина

Научный руководитель – Бабаян П.В.,  
канд. техн. наук, доцент, зав. каф. АИТУ

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

В настоящее время актуальной задачей обработки и анализа последовательностей изображений является выделение движущихся объектов. Разработано огромное количество бортовых систем, решающих данную задачу, которые предназначены для установки на автономных носителях: самолётах, вертолётах, БПЛА, автомобилях и др. Важными характеристиками таких систем является необходимость работы в реальном масштабе времени, и эти системы должны работать самостоятельно, требуя лишь незначительных усилий оператора [1].

За многие годы разработано достаточно большое количество алгоритмов, но большинство из них работает качественно лишь при определенных условиях. К основным факторам, которые затрудняют выделение объектов, можно отнести следующее: движения датчика в пространстве, такие как поворот, смещение и масштабные искажения, наличие турбулентности атмосферы, отсутствие информации об объекте. Соответственно, применение существующих алгоритмов в таких условиях иногда бывает практически невозможным без дополнительных операций.

Исследователям в своих работах [1,2] удалось разработать алгоритм, который работает в таких условиях наблюдения. Цель данной работы – провести экспериментальные исследования разработанного алгоритма и сделать вывод о его применимости в системах технического зрения.

В настоящей работе для выделения объектов используется пространственно-временной алгоритм, который относится к классу методов на основе вычитания фона, а для оценки параметров геометрических преобразований выбран многоэталонный алгоритм [3].

В ходе экспериментов исследовалось влияние параметра СКО оценки масштаба на качество выделения объектов. Моделирование работы алгоритма проводилось на натуральных видеосюжетах, снятых на камеру видимого диапазона. Преобразования масштаба имитировались с помощью программного обеспечения. На рисунке 1 приведен график зависимости частоты правильного выделения от ложного для различных значений порога выделения и СКО оценки масштаба на изображении.

Из графика, представленного на рисунке 1, видно, что при учете параметра СКО оценки масштаба ( $\sigma$ ) график смещается вверх и влево. Это означает, что качество выделения объектов выше, чем было раньше. Ложно выделенных точек стало меньше, а количество правильно выделенных точек при этом возросло. Также можно отметить, что при значении частоты правильного выделения 0,86 качество выделения

объектов при учете оптимального параметра масштаба выросло в 1,5 раза.

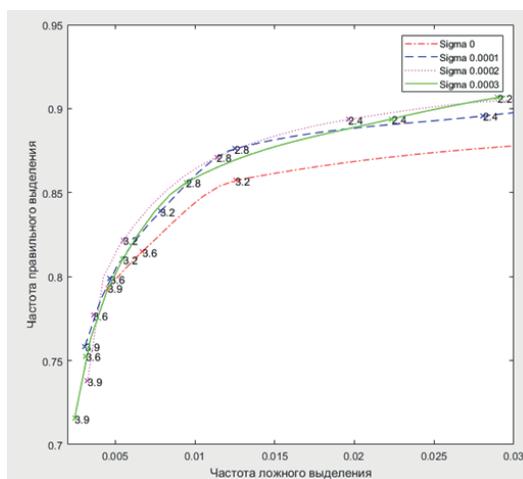


Рисунок 1 – ROC-кривая

В данной работе предложен новый подход к выделению объектов, который учитывает влияние масштабирования изображения. Были проведены экспериментальные исследования предложенного алгоритма, а также определены частоты правильного и ложного выделения объектов. Экспериментальные исследования показали эффективность применения нового алгоритма и подтвердили, что учет параметра СКО ошибки оценивания масштаба положительно влияет на качество работы алгоритма. В дальнейшем планируется провести эксперименты на видеосюжетах, подверженных одновременно влиянию смещения, масштабирования и поворота датчика изображения в пространстве, а также расширить выборку сюжетов, используемых при экспериментальных исследованиях.

#### Библиографический список

1. Бабаян П.В., Кожина Е.С. Автоматическое выделение объектов в видеоинформационной системе в условиях масштабных преобразований // Цифровая обработка сигналов и её применение. DSPA-2022: Доклады 24-ой Международной конференции, Москва, 30 марта – 1 апреля 2022 года. – Москва: РНТОРЭС им. А.С. Попова, 2022. – С. 257-260.
2. Кожина Е.С., Бабаян П.В. Пороговый алгоритм выделения объектов в видеоинформационной системе в условиях масштабных преобразований // Современные технологии в науке и образовании (СТНО-2022): сб. тр. V междунар. науч.-техн. форума. – Рязань: РГПУ; Издательство «BookJet», 2022. – Том 5. – С. 125-130.
3. Корепанов С.Е., Смирнов С.А., Стротов В.В. Критерий работоспособности многоэталонного алгоритма оценки параметров геометрических преобразований изображений // Научно-техническая

конференция «Техническое зрение в системах управления-2017». – 2017. – С. 47-48.

## **АЛГОРИТМ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ЗАШУМЛЕННЫХ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ**

А.К. Коровченко

Научный руководитель - Бехтин Ю.С., д.т.н., профессор  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В.Ф. Уткина**

В известных схемах комплексирования при анализе зашумленных мультиспектральных изображений нельзя достаточно точно определить, какое из изображений (или его компоненты) является доминирующим. Предлагаемый алгоритм комплексирования может быть итеративно применен ко всем изображениям из библиотеки, поскольку результирующее изображение последовательно корректируется путем извлечения наилучшей когерентной структуры из любого остатка среди имеющихся остатков на текущей итерации. Здесь под когерентной структурой понимается те компоненты изображения, которые сильно коррелируют с выбранным вейвлет-базисом. Таким образом, отделение когерентных структур возможно с помощью пороговой обработки вейвлет-коэффициентов [1].

Предлагаемый алгоритм комплексирования состоит из следующих шагов.

1. Формируется библиотека мультиспектральных изображений, где все или некоторые из них искажены специфическими шумами видеодатчиков.
2. Конечным пользователем для каждого изображения выбирается наилучший вейвлет-базис по некоторому критерию.
3. Производится присвоение остатков  $Y'_{iM} = Y'_i$ ,  $i=1, \dots, L$ .
4. Выполняется вейвлет-преобразование для каждого изображения из библиотеки с соответствующим вейвлет-базисом и сохранением массива вейвлет-коэффициентов.
5. Производится сортировка вейвлет-коэффициентов по убыванию.
6. Осуществляется поиск когерентных структур изображений, используя пороговую обработку, т.е. находится число значимых вейвлет-коэффициентов  $M$ .
7. Выполняется восстановление нелинейных аппроксимаций  $\hat{X}$  и остатков  $Y'_{iM}$  с помощью обратного вейвлет-преобразования.
8. Вычисляется значение предложенной функции стоимости, затем выбирается наилучшая когерентная структура  $\hat{X}^\alpha$  из всех сохраненных когерентных структур, соответствующих изображениям из библиотеки.
9. Корректируется сохраненное изображение, полученное на предыдущей итерации, с новой нелинейной аппроксимацией  $\hat{X}^\alpha$ .
10. Если  $M=0$ , то производится останов алгоритма, результирующее комплексированное изображение как кумулятивная сумма остатков уже

находится в оперативной памяти и может быть сохранено в другом месте и/или в другом формате, а также отображено на дисплее; в противном случае осуществляется переход к шагу 3.

*Библиографический список*

1. С.Малла. Вейвлеты в обработке сигналов. М.: Мир, 2005. 671 с.

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫБОРА ПРАВИЛА ПОРОГОВОЙ  
ОБРАБОТКИ ВЕЙВЛЕТ-КОЭФФИЦИЕНТОВ  
ПРИ СЖАТИИ ЗАШУМЛЕННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

М.Д. Провинтьев

Научный руководитель - Бехтин Ю.С., доктор технических наук, профессор  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В.Ф. Уткина**

В случае вейвлет-компрессии зашумленных изображений перспективным является применение нескольких правил пороговой обработки вейвлет-коэффициентов (например, *hard* или *soft thresholding*) [1, 2]. Для разработки методики выбора правила необходимо ответить на следующие два вопроса:

1) что «в среднем» ожидать от комплексирования правил пороговой обработки;

2) как «настроить» предложенный метод для практического применения, когда, например, полосы пропускания каналов передачи данных ограничены?

Сразу следует отметить, что поведение упорядоченных вейвлет-коэффициентов меняется для зашумленных изображений [2]; на рис. 1 заметны отклонения между двумя кривыми вейвлет-коэффициентов, которые зависят от интенсивности шума. Но разные дисперсии шума дают разные пороговые значения; однако это не означает, что какое-либо правило пороговой обработки будет лучшим в каком-либо случае. На рис. 2 (в виде эскиза для случая белого шума с большой дисперсией) показаны некоторые различные ситуации, с которыми можно столкнуться при модификации вейвлет-коэффициентов в соответствии с применяемыми правилами пороговой обработки. Эти ситуации имеют следующие объяснения. Если входное изображение является относительно неискаженным, то количество неискаженных вейвлет-коэффициентов с малыми амплитудами (т.н. «детали») относительно велико; следовательно, можно установить небольшое пороговое значение для их обнуления в целях сжатия. Очевидно, что правило жесткой пороговой обработки, должно оказаться лучше, потому что в остаточных вейвлет-коэффициентах не производится никаких изменений [2]. В случае изображения с шумом ситуация не столь очевидна, потому что диапазон вейвлет-коэффициентов, связанных с деталями, увеличивается из-за шума; следовательно, значение порога должно быть увеличено. Если мы регистрируем случай сильного шума, то правило мягкой пороговой обработки должно быть лучшим, поскольку остаточные искаженные вейвлет-коэффициенты изменены (сглажены) [2]. Это можно заметить на рис. 2, где «мягкая»

обработка устанавливает часть значимых вейвлет-коэффициентов (остаточные детали) близкими к «идеальным» высокочастотным коэффициентам, свободными от шума. Кроме того, как видно из рис. 3, правило пороговой обработки Видаковича занимает промежуточное положение между правилами мягкой и жесткой пороговой обработки [2]. Это означает, что правило пороговой обработки Видаковича изменяет вейвлет-коэффициенты, относящиеся к среднечастотному диапазону. Следовательно, нельзя предсказать все возможные результаты. Поэтому необходимо перейти ко второму вопросу, так как ошибка квантования зависит также от заданной скорости кодирования для каналов передачи данных или заданной квоты битов для архивирования изображений. Проблема заключается в том, что интервал равномерного квантования зависит как от заданной скорости кодирования, так и от динамического разброса остаточных вейвлет-коэффициентов:

$$\Delta = 2(|w_{Y_i}| - |w_{Y_M}|) \cdot 2^{R_c/M},$$

где  $R_c$  - заданный бюджет битов;  $|w_{Y_i}|$  - первый коэффициент из упорядоченных вейвлет-коэффициентов, имеющий максимальное значение,  $M$  - число «необнуленных» вейвлет-коэффициентов. В случаях низких скоростей кодирования ( $R_c < I$ ) есть возможность настроить вейвлет-кодек, если определить его так называемую оптимальную рабочую точку (ООР) (то есть скорость кодирования), при которой достигается максимальное пиковое отношение сигнал-шум (ПОСШ) [3]. Поэтому последующие эксперименты должны показать, что предлагаемая методика выбирает различные правила пороговой обработки и ООР в зависимости от дисперсии шума и текстур изображения.

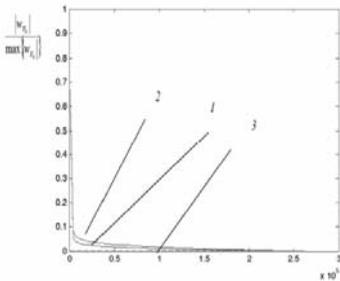


Рисунок 1 – Кривые упорядоченных вейвлет-коэффициентов тестового изображения размером  $512 \times 512$  с добавленным шумом:

$$\sigma_{w_{Y_j}}^{[j]} = 23.02(1), 39.18(2), \text{ и } 0(3); j = 1, \dots, Q, Q = 3,$$

здесь  $Q$ - число уровней вейвлет-преобразования

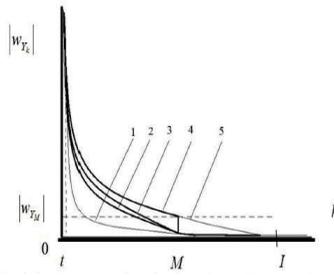


Рисунок 2 – Эскиз, показывающий кривые упорядоченных вейвлет-коэффициентов для неискаженного изображения (1), после мягкой (2), Видаковича (3), жесткой (4) пороговой обработки и для изображения, искаженного сильным шумом (5).

*Библиографический список*

1. Р. Гонсалес, Р. Вудс. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2006. 1072 с.
2. С.Малла. Вейвлеты в обработке сигналов. М.: Мир, 2005. 671 с.
3. О.-К. Al-Snaykh, R.M.Mercereau, "Lossy Compression of Noisy images", IEEE Trans. on Image Processing, Vol.7, Nr.12, 1998, pp.1641-1652.

**РЕНДЕР ТРЁХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ: АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ**

С.Г. Русак

Научный руководитель - Петрушин И.С., кандидат техн. наук, доцент  
**Иркутский государственный университет**

Методы отрисовки являются неотъемлемой частью графического конвейера, позволяющего представить трёхмерную модель на двухмерном изображении. На данный момент наиболее востребованными методами рендера являются Ray Tracing и Ray Marching.

Для выявления сильных и слабых сторон рассматриваемых нами методов, мы используем такие параметры как: скорость работы алгоритма, качество визуализированной модели, тенденция увеличения времени работы в зависимости от усложнения визуализируемой модели и простота написания алгоритма.

Ray Tracing или трассировка лучей является одним из первых методов, использующих лучи как модель света. В данной технологии лучи выпускаются для каждого пикселя отдельно, которые при пересечении с объектом перекрасят соответствующие им пиксели в цвет объекта. В основе идеи лежит следующий принцип: если пустить луч, попавший от источника к наблюдателю, в обратную сторону, то он попадёт в источник [1, с. 7-9]. Таким образом можно исключить группы лучей, не доходящих до наблюдателя, которые при обработке займут ресурсы и не дадут никакого результата.

Основным достоинством данного алгоритма является отсутствие ограничений, накладываемых на модель. Вне зависимости от сложности модели, алгоритм выдаст качественное изображение за одинаковое время. Однако, главным минусом является то, что для обработки каждого кадра нужно выпустить не менее миллиона лучей, при современном разрешении экрана – не менее десяти миллионов. Для рендера в режиме реального времени данный метод слишком ресурсоёмкий. Поэтому данную технологию чаще используют для создания изображений на основе сцен, состоящий из модели и окружающих его источников света. Однако в настоящее время компания Nvidia распространяет видеокарты под серией RTX, содержащие ядра, разработанные специально для обработки алгоритмов трассировки лучей, что позволяет выполнять обработку сцен в режиме реального времени.

Последний метод, в рамках темы – Ray Marching или объёмная трассировка лучей, представляет собой алгоритм, разработанных для

рендера объектов с целью оптимизации данного процесса [3]. Основным отличием от предыдущих методов является то, что лучи обрабатываются не полностью, а продвигаются на расстояние, равное расстоянию до ближайшего объекта, после этого симулируется, и это продолжается, до тех пор, пока расстояние не станет минимальным, или количество шагов не дойдёт до максимального.

Ray Marching обладает наименьшим временем, из описанных выше методов, достаточным для обработки кадров в режиме реального времени, однако он является не достаточно точный, из-за чего некоторые объекты обладают минимальными искажениями, которое смогут заметить только профессионалы.

В заключении стоит отметить, рассматриваемые в данной статье методы отрисовки имеют свои достоинства и недостатки, из-за чего можно сделать вывод: невозможно определить подходящий алгоритм под все критерии. Каждый из вышеописанных алгоритмов отлично подходит для конкретных целей.

#### *Библиографический список*

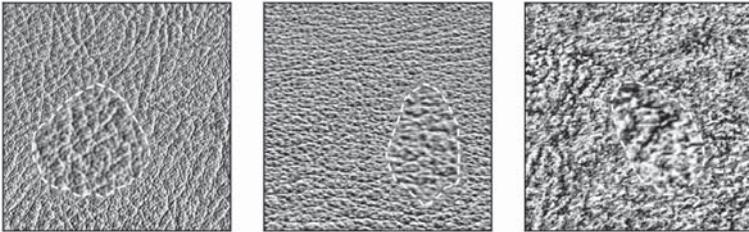
1. Ray Casting with Programmable Graphics Hardware [Электронный ресурс] // Scientific Visualization: The Visual Extraction of Knowledge from Data. – 2006. С. 115–130. – Электрон. вер. печат. публ. – Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/225950911\\_Ray\\_Casting\\_with\\_Programmable\\_Graphics\\_Hardware](https://www.researchgate.net/publication/225950911_Ray_Casting_with_Programmable_Graphics_Hardware) (дата обращения 17.02.2022)
2. Efficient Unbiased Volume Path Tracing on the GPU [Электронный ресурс] // Ray Tracing Gems II. – 2021. С. 699–711. – Электрон. вер. печат. публ. – Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/354065170\\_Efficient\\_Unbiased\\_Volume\\_Path\\_Tracing\\_on\\_the\\_GPU](https://www.researchgate.net/publication/354065170_Efficient_Unbiased_Volume_Path_Tracing_on_the_GPU) (дата обращения 21.02.2022)
3. Volume Ray Casting in WebGL [Электронный ресурс] // Computer Graphics – 2012. С. 158–178. – Электрон. вер. печат. публ. – Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/224829154\\_Volume\\_Ray\\_Casting\\_in\\_WebGL](https://www.researchgate.net/publication/224829154_Volume_Ray_Casting_in_WebGL) (дата обращения 19.02.2022)

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОДНОКЛАССОВОГО И ДВУХКЛАССОВОГО МЕТОДОВ КЛАССИФИКАЦИИ В ЗАДАЧЕ ОБНАРУЖЕНИЯ ТЕКСТУРНЫХ АНОМАЛИЙ ПОЛУФАБРИКАТОВ КОЖИ**

Д.В. Скрипкина

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

В докладе рассматривается задача обнаружения участков изображения кожи, имеющих аномальные текстуры (рис.), с использованием одноклассового и двухклассового методов опорных векторов (one-class SVM и two-class SVM). Задача сегментации текстурных аномалий может возникнуть при контроле качества изготовления продукции на производстве. В роли текстурных признаков используются локальные бинарные паттерны, инвариантные к повороту изображения (LBP).



Изображения образцов кожи с имеющимися текстурными аномалиями

В обзорной работе [1] рассматривается ряд подходов к решению задачи классификации текстур кожи, в том числе двухклассовый SVM. В [2] показана эффективность одноклассового SVM в подобных задачах. Сравнительный анализ этих методов представляет определенный интерес.

В исследованиях использовались реальные изображения кожи. Аномальные текстуры получались в результате линейной компьютерной деформации исходных образцов. Изображения с заданной деформацией формировали класс аномальных текстур, который вместе с классом нормальных текстур составлял основу для обучения двухклассового SVM. Одноклассовый SVM обучался только на нормальных текстурах.

Результаты исследований показали, что использование одноклассового SVM существенно расширяет круг уверенно обнаруживаемых текстурных аномалий. При этом одноклассовый SVM мало уступает двухклассовому в эффективности обнаружения «известных» последнему аномалий.

### *Библиографический список*

1. Aslam M. et al. On the application of automated machine vision for leather defect inspection and grading: a survey // IEEE Access. 2019. № 7. P. 176065-176086.
2. Левитин А.В., Муравьев В.С. Обнаружение текстурных аномалий в изображениях полуфабрикатов кожи // Вестник Рязанского

государственного радиотехнического университета. 2022. № 80. С. 163-170.

## **МОДИФИЦИРОВАННЫЙ КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АЛГОРИТМА ИЗМЕРЕНИЯ КООРДИНАТ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ СОПОСТАВЛЕНИЯ С ЭТАЛОНОМ**

Смирнов С. А.

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

Эффективность применения бортовых систем видеослежения в значительной степени зависит от правильности выбора алгоритма измерения координат наблюдаемых объектов. Располагая априорными сведениями о фоноцелевой обстановке, в которой должны вестись наблюдения, можно заранее подобрать алгоритм, обеспечивающий надежное слежение за объектом. При работе бортовых систем видеослежения условия наблюдения постоянно меняются и, следовательно, необходимо анализировать поступающие изображения с точки зрения работоспособности алгоритма измерения координат. В работе [1] предложен общий подход к оцениванию ожидаемой работоспособности алгоритмов измерения координат объектов. В работе [2] приведено описание критерия работоспособности для алгоритма измерения координат объектов на основе сопоставления с эталоном. В данной работе предложена модификация данного критерия, позволяющая повысить качественные показатели с точки зрения уменьшения ошибок принятия решения о работоспособности алгоритма.

В основе алгоритма измерения координат объектов лежит сравнение текущего изображения с эталонным изображением объекта, сформированным тем или иным способом на предыдущих кадрах. Для оценки работоспособности [2] целесообразно анализировать временную изменчивость объекта. Критерий вычисляется в соответствии с выражением

$$K(n) = \frac{\min_{(\alpha, \beta) \in \Gamma} F(\alpha, \beta, n-1)}{\min_{(\alpha, \beta)} F(\alpha, \beta, n)}, \quad (1)$$

где  $\Gamma$  – множество граничных точек зоны поиска,  $\alpha$ ,  $\beta$  – параметры, характеризующие смещение центра объекта относительно начала координат,  $F(\alpha, \beta, n)$  – разностная критериальная функция вида:

$$F(\alpha, \beta, n) = \sum_{(i, j) \in H} |l(i + \alpha, j + \beta, n) - h(i, j, n)|. \quad (2)$$

Здесь  $l(i, j, n)$  – наблюдаемое изображение на кадре  $n$ ,  $h(i, j, n)$  – эталонное изображение объекта.

При расчете модифицированного критерия необходимо учитывать изменения изображения эталона во времени, а также компенсировать влияния аддитивного шума и эффектов дискретизации путем обновления эталона при помощи экспоненциального сглаживания [3]. При расчете отличия объекта от окружающего его фона (числитель выражения (1))

область  $\Gamma$  должна быть сформирована таким образом, чтобы она не включала в себя точки, принадлежащие объекту.

Исследования базового и модифицированного критериев оценки работоспособности алгоритма проводились с использованием базы данных изображений, состоящей из 6000 кадров из натуральных видеосюжетов, по методике, описанной в [1]. Экспериментальные исследования показали, что указанные изменения в расчете критерия позволяют уменьшить ошибки при принятии решения о работоспособности алгоритма измерения координат.

#### Библиографический список

1. Бабаян П.В., Смирнов С.А. Оценивание ожидаемой работоспособности алгоритмов измерения координат объектов // ГрафиКон' 2010: 20-я Международная конференция по компьютерной графике и зрению. – Санкт-Петербург. – 2010.– С. 329-330.
2. Смирнов С.А. Исследование признаков работоспособности алгоритма измерения координат объектов на основе сопоставления с эталоном // Цифровая обработка сигналов и ее применение DSPA-2012: Тез. Докл. 14-й Междунар. конф. – М., 2012. – С.339-340.
3. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление / Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Балашов О.Е., Степашкин А.И. – М.: Радиотехника, 2008. – 176 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ СЛЕЖЕНИЯ ЗА ДВИЖУЩИМСЯ ОБЪЕКТОМ В СИСТЕМЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ**

Д.О. Федоров

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

В настоящее время многие отрасли техники в значительной степени ориентируются на развитие обработки видеоинформации. Одной из ключевых задач, решаемых в системах такого рода, является задача слежения за объектом. В связи с этим существует необходимость в выборе алгоритма слежения за объектом, наиболее подходящим для типичных условий работы системы.

В данной работе приводится описание исследования современных алгоритмов слежения за движущимся объектом в системе технического зрения. Исследуемые алгоритмы MedianFlow, MIL (Multiple Instance Learning) и MOSSE (Minimum Output Sum of Squared Error) предназначены для решения задачи слежения за объектом. Исходными данными для исследования являются видеосюжеты с изменяемыми параметрами, такими как: тип объекта (его форма), размер объекта, межкадровое изменение, среднее ОСШ (отношение сигнал шум) и максимальное изменение размера объекта.

Основная задача исследования заключается в сравнении результатов работы различных алгоритмов слежения на исходных данных с помощью

таких параметров как: среднее отклонение центра, среднеквадратичное отклонение центра, частота локализации, среднее время работы алгоритма.

В ходе выполнения данной работы разработано алгоритмическое обеспечение решения задачи слежения за движущимся объектом в системе технического зрения, а также его программная реализация на языке C++ с использованием библиотеки компьютерного зрения OpenCV.

Экспериментальные исследования показывают, что для выбранной фоноцелевой обстановки наибольшую эффективность демонстрирует алгоритм MOSSE.

#### *Библиографический список*

1. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Балашов О.Е., Степашкин А.И. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление. – М.: Радиотехника, 2008.
2. Boris Babenko, Ming-Hsuan Yang, Serge Belongie, "Robust Object Tracking with Online Multiple Instance Learning", IEEE TPAMI, 2011.
3. B. Kumar, A. Mahalanobis, S. Song, S. Sims, and J. Epperson. Minimum squared error synthetic discriminant functions. Optical Engineering, 31:915, 1992.
4. D. S. Bolme, Y. M. Lui, B. A. Draper, and J. R. Beveridge. Simple real-time human detection using a single correlation filter. In PETS, 2009.

### **РАЗРАБОТКА КРОССПЛАТФОРМЕННОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДОПОЛНЕННОЙ ВИРТУАЛЬНОСТИ ДЛЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ВИРТУАЛЬНЫМИ ОБЪЕКТАМИ С ПОМОЩЬЮ РУК**

Л.С. Харитонов

Научный руководитель – Эварт Т.Е., канд. физ.-мат. наук, доцент

**Арзамасский политехнический институт (филиал) Нижегородского  
государственного технического университета им. Р.Е. Алексева**

Дополненная виртуальность (ДВ, Augmented Virtuality – AV) представляет собой набор технологий для интеграции в виртуальное пространство физических объектов с возможностью взаимодействовать с виртуальным миром в режиме реального времени. Она является частью смешанной реальности и также призвана преодолеть разрыв между реальным физическим миром и миром цифровых данных. Иными словами, ДВ – это виртуальная реальность, в которой присутствуют объекты из реального мира. Для создания такой интеграции используются специальные программные (алгоритмы, основанные чаще всего на машинном обучении) и/или аппаратные средства (напр., стереокамеры).

На сегодняшний день некоторые иностранные компании, занимающиеся разработкой аппаратно-программных комплексов для VR, ведут разработку технологий отслеживания рук, но подобных продуктов на рынке не очень много. Например, трекинг рук поддерживается VR-системой Oculus Quest 2, и некоторыми другими платформами: Vive Hand Tracking SDK и Mixed

Reality ToolKit. Однако, все вышеперечисленные решения предназначены для работы на целевом устройстве производителя (на Oculus Quest 2, HTC Vive Focus, Microsoft HoloLens 2 соответственно). Подобных отечественных разработок пока нет.

Дополненная виртуальность, наряду с дополненной реальностью, является частью смешанной реальности (MR – Mixed Reality) [2], поэтому её изучение актуально для создания полноценных MR-приложений. Смешанная реальность с отслеживанием рук представляет собой в какой-то степени новый человеко-компьютерный интерфейс.

Постановка задачи. Требуется разработать кроссплатформенное VR/AR-приложение, в котором должна быть реализована возможность взаимодействия с виртуальными трёхмерными объектами сцены непосредственно с помощью рук.

Для реализации поставленной задачи была выбрана среда разработки кроссплатформенных виртуальной реальности Unity3D.

Отслеживание положения рук и пальцев осуществляется с помощью кроссплатформенной библиотеки компьютерного зрения MediaPipe. Эта библиотека основана на глубоком обучении и содержит алгоритмы для высокоточного отслеживания различных предметов по фотографиям [1]. Наряду с другими компонентами, там есть и модуль «Hands» для трёхмерного отслеживания рук по 21 ориентиру (рис. 1). Для запуска MediaPipe напрямую в приложении на Unity, использовался адаптированный плагин Unity Barracuda Hand Tracking. Unity Barracuda – это кроссплатформенная библиотека, предназначенная для запуска нейронных сетей на Unity.



Рис. 1. Схема расположения ориентиров на руке

Программа считывает кадр с камеры, находит на нем руку и определяет трехмерные координаты ключевых точек – ориентиров.

Результат тестирования приложения дополненной виртуальности на платформе Android 11 представлен на рисунке 2. Как видно, можно взаимодействовать с трехмерными объектами виртуальной реальности с помощью рук – разбрасывать, толкать, «брать» их в руки, вращать, и т.д. в режиме реального времени.

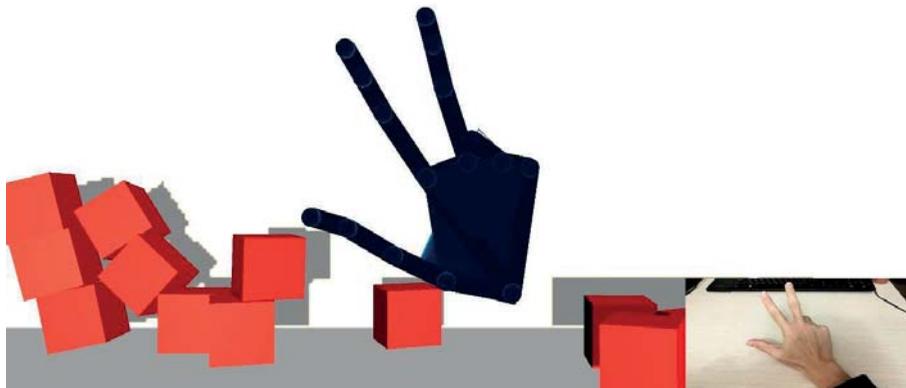


Рис. 2. Взаимодействие с виртуальными объектами с помощью рук в режиме реального времени

Таким образом, было разработано кроссплатформенное приложение для взаимодействия с виртуальными объектами сцены непосредственно с помощью рук. В будущем планируется создание полноценного приложения смешанной реальности путём интеграции дополненной реальности и дополненной виртуальности, а также добавление функций для распознавания жестов.

#### *Библиографический список*

1. Lugaresi C. et al. MediaPipe: A Framework for Building Perception Pipelines // ArXiv, Vol. 1906.08172, 2019.
2. Pangilinan E., Lukas S., Mohan V. Creating Augmented & Virtual Realities: Theory and Practice for Next-Generation Spatial Computing. – O'Reilly Media, 2019. – 340 p.

---

## Секция 8. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

---

### УСТРАНЕНИЕ ШУМОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ С ПОМОЩЬЮ МЕДИАННОГО ФИЛЬТРА

Т.О. Аверин

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

Часто на спутниковых изображениях присутствуют шумы в виде импульсных помех. Основная причина таких искажений — это некачественный канал связи со спутником. Расположение и амплитуда таких помех по полю изображения носит случайный характер. Ставится задача смоделировать подобные искажения и подавить, используя медианный фильтр.

Поставленную задачу можно разбить на две части. Во-первых, необходимо случайным образом нанести на изображение помехи. Во-вторых - обнаружить и скорректировать импульсные искажения.

Первая подзадача решается с помощью датчика случайных чисел. Использовался Вихрь Мерсенна, а числа выбирались в соответствии с равномерным распределением как для поиска координат точки, так и величины помехи.

Сначала выбирается координата  $x$  от 0 до ширины изображения, потом координата  $y$  – от 0 до высоты, далее для каждого цветового канала амплитуда от -255 до 255. Итоговое значение пикселя на координате  $(x, y)$  является суммой исходного значения и амплитуды помехи, при этом итоговое значение ограничивается значениями от 0 до 255.

Вторая подзадача подразумевает реализацию медианного фильтра. Он представляет из себя некоторое окно размером  $N \times N$ , где  $N$  – нечетное положительное число. Проходя этим окном по всему изображению, выбираются пиксели, попадающие в него, и добавляются в список, после он сортируется в порядке возрастания, и результирующее значение пикселя в центре окна устанавливается на значение, находящееся в середине отсортированного списка.

Для тестирования алгоритма разработана программа на языке C++ в среде Microsoft Visual Studio. В начале в ней были реализованы механизмы чтения, открытия и визуализации изображений в графическом формате BMP. После открытия снимок помещался в оперативную память как двумерная матрица. Далее под управлением пользователя программа производит зашумление и коррекцию открытого изображения. При этом каждый промежуточный результат работы программы можно визуализировать. На рисунке 1 приведен пример генерации импульсных помех. На рисунке 2 приведен пример фильтрации сгенерированных шумов на рисунке 1.

Эксперименты на десятках снимков от космических аппаратов «Электро-Л» и «Арктика-М» подтвердили эффективность предложенных алгоритмов

и высокую производительность. Например, изображение размером 82 Мбайта обрабатывается «на лету».



Рис. 1. Пример работы программы при зашумлении спутникового изображения

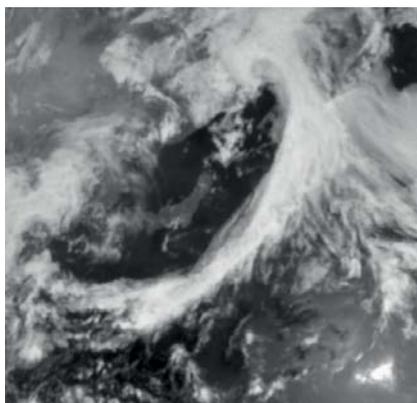


Рис. 2. Результат фильтрации зашумлённого изображения

#### *Библиографический список*

1. Быстрые алгоритмы в цифровой обработке изображений. Преобразование и медианные фильтры / Под ред. Хуанга, Пер. с англ.- М.: Радио и связь, 1984,- 224с.

### **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ОЦЕНОК ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЙ ОТ КА ДЗЗ**

С.Д. Антонушкина

Научный руководитель – Князьков П.А., к.т.н.

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

Большие объемы поступающей от современных космических аппаратов дистанционного зондирования Земли (КА ДЗЗ) информации требуют радиометрической и геометрической обработки. После выполнения этапов обработки информации выполняются процедуры анализа и оценки качества получаемых изображений. Эти процедуры выполняются в автоматизированных или автоматических режимах. Локально на рабочих станциях или в настраиваемых сетевых каталогах после выполнения процедур анализа и оценки качества результаты записываются в файлы форматов XML и CSV.

Для решения задачи статистической обработки результатов оценки параметров качества спутниковых изображений разрабатывается программный модуль на языке Python. Использование языка Python

позволяет одновременно использовать программный модуль в операционных системах Windows и Linux, что является актуальным в условиях импортозамещения.

Другой отличительной особенностью языка Python является возможность использования библиотек обработки, анализа и визуализации данных pandas, matplotlib и seaborn.

Разрабатываемый программный модуль обеспечивает выполнение следующих функций:

- чтение файлов с исходными данными в форматах XML и CSV;
- отбор прочитанных данных по космическим аппаратам и датам съемки;
- удаление из матрицы выборки «сырых» данных (значений по умолчанию, пропуска данных, неправильного ввода);
- выявление и обработка выбросов, статистическая обработка итоговой выборки оценок параметров качества [1];
- формирование графиков оценок параметров качества по датам съемки, файлам маршрутов съемки и статистики;
- автоматическое выполнение функций программы с заданной периодичностью.

В докладе представлены алгоритм работы программы и результаты тестирования функций чтения, статистической обработки и визуализации оценок параметров качества натурной информации от КА ДЗЗ.

#### *Библиографический список*

1. ГОСТ Р ИСО 16269-4-2017 Статистическое представление данных. Выявление и обработка выбросов.

## **АЛГОРИТМ ПОИСКА ЭЛЕМЕНТОВ ИЗОБРАЖЕНИЯ ЗАДАННОГО ЦВЕТА**

Д.В. Гришин

Научный руководитель – Москвитин А.Э., д.т.н.

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

Во время обработки изображений часто необходимо решить задачу поиска точек с определённым цветом или набором цветов, а также их выделение относительно остального изображения для дальнейшего анализа. Существует множество способов решения данной проблемы, а также различные библиотеки, связанные с обработкой изображений.

Одним из способов решения данной задачи является поточечное сравнение цвета каждого элемента изображения с необходимым нам диапазоном и фиксация найденных элементов на маске. Алгоритм можно реализовать как самостоятельно, так и с помощью библиотеки OpenCV (OpenSourceComputerVisionLibrary), которая является одной из наиболее распространённых в области компьютерного зрения.

В библиотеке OpenCV содержится множество готовых функций, типов данных и классов для обработки изображений алгоритмами компьютерного

зрения. Однако среди ее недостатков можно отметить ориентированность на большие платформы, в связи с чем возникают проблемы с производительностью на микроконтроллерах.

Для решения поставленной задачи целесообразно использовать цветовую модель HSV, поскольку с её помощью проще задавать необходимый диапазон поиска. В модели HSV основными параметрами являются цветовой тон, насыщенность и яркость цвета. С её помощью можно изменить цвет, не меняя яркость и наоборот. Графически данную модель можно представить как цилиндрическую систему координат.

Как показали практические испытания, программа поиска элементов изображения с определенным цветом с использованием OpenCV немного опережает в своём быстродействии аналог, созданный самостоятельно, без потери точности. Из этого можно сделать вывод о целесообразности использоавния готовых решений при обработке изображений.

#### *Библиографический список.*

1. Адриан Кейлер. Learning OpenCV: Computer Vision in C++ with the OpenCV Library

### **ПОДХОД К ОБУЧЕНИЮ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ПОИСКА ГРАНИЦ ОБЪЕКТОВ НА КОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ**

В.А. Еремеев

Научный руководитель – Макаренков А.А., к.т.н., с.н.с. НИИ «Фотон»  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматривается подход к обучению свёрточной нейронной сети U-Net [1] с целью идентификации границ объектов, отображённых на космических видеоснимках Земли, с использованием структурных признаков объектов наблюдаемой сцены.

Выполнен анализ популярного алгоритма обнаружения границ Кэнни [2], который основан на подавлении шума изображения, использовании оператора выделения контура, фильтрации ложных точек и введении двойного порога при анализе контурных точек. Алгоритм Кэнни имеет хорошую локализацию и точность определения границ, в связи с чем принято решение привлечь его для предварительного обучения сети.

Процесс обучения сети U-Net состоит из двух этапов. На первом этапе в качестве эталона для сети используется результат обнаружения границ алгоритмом Кэнни. Сеть обучается стандартным алгоритмом обратного распространения ошибки с оптимизатором Adam (скорость обучения  $1e-4$ ). В качестве функции потери используется бинарная кросс-энтропия.

На втором этапе обучения формируются новые эталонные данные для сети U-Net. Формирование нового эталона выполняется путём исправления оператором ошибок идентификации сети, обученной на первом этапе. Также, для повышения устойчивости сети к дисбалансу исходных классов используется функция потерь, основанная на Tversky Index [3] с

параметрами  $\alpha=0.7$ ,  $\beta=0.3$ . В остальном, процесс обучения остаётся идентичным первому этапу.

В докладе приводятся результаты идентификации границ объектов сетью U-Net, обученной при помощи предложенного подхода, на натурной информации от российской космической системы наблюдения Земли «Ресурс-П». Получены численные показатели эффективности предложенного подхода.

#### *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. P. 234-241.
2. Canny, J. (1986). A computational approach to edge detection. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, (6), P. 679–698.
3. Seyed Sadegh Mohseni Salehi, Deniz Erdogmus, and Ali Gholipour. 2017. "Tversky loss function for image segmentation using 3D fully convolutional deep networks." In International Workshop on Machine Learning in Medical Imaging, P. 379–387.

## **АНАЛИЗ МЕР БЛИЗОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ЗАДАЧЕ ВЫДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ ОБЪЕКТОВ**

В.А. Еремеев, А.А. Макаренков

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

Задача выделения границ объектов возникла в самом начале становления технологий цифровой обработки изображений. Актуальность и востребованность ее не снизилась и в настоящее время. Не смотря на большое число научных трудов, посвященных решению проблемы выделения

границ объектов на цифровых изображениях, эта задача до сих пор не имеет однозначного решения. Кроме того, со временем эволюционируют как средства получения изображений (например, появились гиперспектральные съемочные системы, радары с синтезированной апертурой), так и методико-технический аппарат их обработки (активно разрабатываются подходы машинного обучения, генетические алгоритмы и т.д.).

Основным недостатком гиперспектральных данных по сравнению с традиционными многозональными или панхроматическими снимками является кратное снижение отношения сигнал/шум, возникающее в силу многократного разделения полезного сигнала дисперсионным устройством гиперспектрометра. Однако, не смотря на этот факт, в ряде трудноформализуемых задач обработки изображений, таких как выделение границ

объектов, кластеризация и классификация данных гиперспектральные снимки обладают существенно большей информативностью, по сравнению с панхроматическими и многозональными изображениями. Полноценное

использование этой повышенной информативности требует применения соответствующих мер сходства элементов изображений.

Центральной проблемой большого класса задач обработки изображений (выделения границ, кластеризации, классификации) является определение меры сходства элементов изображения между собой, либо с некоторыми эталонами. В работе рассматриваются частотно-пространственные меры сходства элементов гиперспектральных изображений, приводится анализ влияния на них электронного шума, предлагаются модифицированные меры сходства, минимизирующие влияние этого фактора. В докладе приводятся результаты применения предлагаемых мер в задаче выделения границ объектов на натурной информации от российской космической системы «Ресурс-П», показано повышение эффективности решения этой задачи с использованием предложенных мер по сравнению с традиционными подходами.

## **ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ВЫБОРА РАСПОЛОЖЕНИЯ ПАРКОВОК СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ**

А.А. Игонина

Научный руководитель – Головнин О.К., канд. техн. наук, доцент  
**Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королёва**

Среди эффективных способов повышения доступности городских территорий свое место прочно заняли средства индивидуальной мобильности: электро- и просто самокаты, велосипеды, лонгборды [1]. Важным фактором, влияющим на комфорт и эффективность использования средств индивидуальной мобильности, является выбранное расположение точек их дислокации, соотношенное с потребностями в перемещениях жителей города.

В работе представлена разработанная система информационной поддержки принятия решений по выбору расположения средств индивидуальной мобильности, предназначенная для помощи в выборе наиболее эффективного местоположения парковок. Пользователю предлагается выбрать один из классов размещаемого средства индивидуальной мобильности и указать на электронной карте города потенциальную область размещения. Исходя из полученных данных система формирует и решает оптимизационную задачу. В качестве критерия оптимизации выступает количество объектов, порождающих спрос на перемещение и находящихся в зоне пешеходной доступности в рассматриваемой точке на карте, при этом находящихся вне зоны пешеходной доступности остановок общественного транспорта. Каждый из объектов, порождающих спрос, имеет некоторый вес, зависящий от пешеходного потока, который также учитывается при нахождении экстремума целевой функции. К источникам спроса в системе относятся муниципальные объекты, торговые и офисные центры, достопримечательности, культурно-просветительные и развлекательные

учреждения. К размещаемым объектам относятся парковки самокатов, электросамокатов, велосипедов, каршеринга. Задача оптимизации решается способом, примененным при разработке [2]. Система реализована как настольное приложение для Windows 10 на языке программирования C#. В качестве системы управления базами данных выбрана PostgreSQL. Используются библиотеки Npgsql, NetTopologySuite и GMap.NET.

Таким образом, разработанная система осуществляет помощь при выборе расположения объектов повышения городской мобильности. Система предназначена для помощи организациям, предоставляющим в кратковременную аренду средства городской мобильности, но также может использоваться в задаче общего благоустройства городской среды.

#### *Библиографический список*

1. Смирнова Ж.В., Самарский И.Р. Анализ средств индивидуальной мобильности как нового городского транспорта // Вестник науки. – 2022. – № 1(46). – С. 173-181.

2. Игонина А.А., Головнин О.К. Автоматизированная система оценки востребованности товаров и услуг на основе интеллектуального анализа геомаркетинговых данных // XVI Королёвские чтения: сборник материалов междунар. конф. – Самара: Самарский ун-т, 2021. – С. 463.

### **СПОСОБЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ (ВИЗУАЛИЗАЦИИ) СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ.**

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 способам представления сейсмоакустической информации.

В центре проблем современной сейсмоакустики находится огромный поток данных, которые необходимо обработать и визуально представить. Причём необходимо подобрать такой способ визуализации, который позволит наглядно представить весь объем информации, накопленный сейсмоакустическими регистраторами.

Сейчас специализированное программное обеспечение представляет результаты сейсмоакустических наблюдений в виде таблиц или графиков (различные карты на плоскости и полноценные 3D модели). Для наглядной интерпретации сейсмоакустической информации применяются различные методы ее представления. Основываясь на исследованиях горнодобывающих компаний, на первое место выходят системы, позволяющие отображать результаты исследований графически.

Остановимся на том, что сейсмоакустическую информацию удобно воспринимать визуально (отображать графически). Сложность и большой объем данных приводит к возникновению различных способов их представления, отличающихся по сложности, наглядности и прочим

критериям. Вместе с этим в процессе совершенствования техники к средствам регистрации сейсмоакустической информации предъявляются всё более возрастающие требования в отношении точности, надёжности данных и оперативности их получения.

Существуют различные способы визуализации. Рассмотрим наиболее популярные из них:

1. Прямая наглядная (визуальная) интерпретация количественной информации в схематичную форму. Сюда относят линейную и круговую диаграммы, различные гистограммы и спектрограммы, табличное представление и точечные графики.

2. После обработки информация может быть преобразована так, чтобы усилить её восприятие. Сюда относят карты (природных зон, почв, климатические и так далее), полярные графики, а также диаграмму Эйлера.

3. Отдельно выделяют концептуальную визуализацию, которая дает возможность создавать сложные концепции, используя концептуальные карты, диаграмму Ганта, графы с минимальным путем и иные подобные виды диаграмм.

4. В экономической сфере важна стратегическая визуализация, которая наглядно представляет данные о деятельности организаций. Сюда относят различные диаграммы производительности, жизненного цикла и графики структур организаций.

5. Для усиления визуального эффекта информацию можно организовать в пирамиды, деревья, карты. Этим занимается метафорическая визуализация.

В случае визуализации сейсмоакустической информации нужно изучать ее изменение во времени или в частотном диапазоне. При анализе какого-либо показателя, меняющегося в зависимости от аргумента, удобнее всего для отображения зависимости пользоваться линейным графиком. В качестве независимой переменной нужно выбрать время или частоту в выбранной спектральной области, а в качестве зависимой будут выступать измеренные сейсмоакустические сигналы (или модуль амплитуды сигнала для отображения спектрограмм).

Визуализация на график сейсмоакустического сигнала должна производиться либо непосредственно в виде зависимости «время-измерение», либо после обработки в виде зависимости «частота-модуль амплитуды».

Такое линейное отображение данных позволит конечному пользователю наиболее полно воспринять сейсмоакустическую информацию. Следовательно, простейший визуализатор таких данных можно создать практически в любой среде программирования самостоятельно, воспользовавшись средствами для отрисовки графика, либо прибегнуть к помощи специальных программ для визуальной интерпретации сейсмоакустических данных. Вторым вариантом имеет существенный недостаток – практически все такие программы распространяются на коммерческой основе, либо же являются собственностью научно-исследовательских институтов и не доступны для использования вне предприятия.

Рассмотрим принцип работы комплекса программ визуализации сейсмоакустической информации на примере программного приложения «GCSVisualization». Данная программа была разработана в Институте горного дела ДВО РАН. Её важнейшей характерной чертой является изображение на мониторе 3-D свойств грунтовых массивов и очагов сейсмоакустических событий.

Основные функции приложения GCSVisualization:

1. Отображение в реальном времени местоположения очагов сейсмоакустических событий относительно подземных горных выработок;
2. Отображение процесса развития акустически активных зон и их позиционирование относительно горных выработок и конструкций;
3. Уведомление о крупных зарегистрированных сейсмоакустических событиях;
4. Отображение в главном окне программы результатов в виде графиков изменения параметров акустически активных зон (комплексного показателя удароопасности, скорости миграции, суммарной энергии и т.п.).

В процессе демонстрации есть возможность вращать и детализировать 3D объект. При наведении курсора на очаг выводится информация о времени регистрации, местоположении и энергии. Также на экран выводится различные показатели акустической активности (суммарная энергия, количество, координата гипоцентра и т.д.)

Таким образом, достоинство визуального представления сейсмоакустических данных – обеспечение наилучшего восприятия этих данных пользователем и представление огромного объема данных, накопленного сейсмоакустическими регистраторами, в удобной для визуального восприятия форме.

## **АЛГОРИТМЫ ВСТРАИВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ВОДЯНЫХ ЗНАКОВ В ЦВЕТНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

Н.С. Кунавин

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

Существует большое множество различных алгоритмов встраивания ЦВЗ в цветные изображения [1, 2]. Приемлемость каждого из этих алгоритмов можно оценить по таким их характеристикам, как - надёжность встраивания ЦВЗ (устойчивость к атакам), объём стегаконтейнера (размер ЦВЗ), прозрачность встроеного ЦВЗ (сохранение первоначального изображения). Проблемой создания такого алгоритма, который подойдёт под все случаи жизни заключается в том, что повышение одной из указанных характеристик непременно приводят к ухудшению двух других.

В настоящей работе рассматриваются алгоритмы встраивания ЦВЗ в цветные изображения, основанные на дискретном косинусном преобразовании (DCT) и на методе замены младших бит информации (LSB). Помимо разбора этих алгоритмов, в работе приводятся сравнения вышеуказанных характеристик.

*Первый алгоритм*, основывающийся на DCT, заключается в следующем:

1. Перевод изображения из цветового пространства RGB в YCbCr [3].
2. Разбиение изображения на блоки 8x8 пикселей (для повышения устойчивости визуальной атаке сжатию с потерями – JPEG).
3. Перевод каждого блока 8x8 из пространственного представления в частотное с помощью DCT.
4. Изменение выбранных коэффициентов частотного представления каждого из блоков 8x8 пикселей, в соответствии с битом информации ЦВЗ.
5. Использование обратного дискретного преобразования (IDCT), объединения блоков, а также перевод из YCbCr в RGB для получения изображения в первоначальном представлении.

Использование DCT-алгоритма даёт значительную надёжность к большинству визуальных атак, однако, объём стежоконтейнера значительно падает (1 бит ЦВЗ встраивается в 64 пикселя, т.е. 192 байта).

*Второй алгоритм*, основывающийся на LSB, заключается в следующем:

1. Разбиение изображения на блоки 5x5 пикселей, в каждый из которых будет вноситься 1 бит ЦВЗ.
2. Построение гистограмм по каждому из оттенков цвета стежоконтейнера (красный, зелёный, синий) для определения какой из этих цветов присутствует больше, а какой меньше.
3. Внесение бита ЦВЗ в блок 5x5 пикселей, путём замены 1-го младшего, 2-ух младших и 3-ёх младших бит соответствующих цветовых составляющих наименее встречающегося цвета, цвета, встречающегося среднее количество и наиболее встречающегося цвета.

Такая модификация очень ненадёжного LSB-алгоритма за счёт избыточности (1 бит ЦВЗ кодируется 150 битами изображения) значительно повышает надёжность, не слишком сильно сокращая объём стежоконтейнера (1 бит ЦВЗ встраивается в 25 пикселей, т.е. в 75 байт).

Каждый из алгоритмов испытывается на надёжность встраивания ЦВЗ путём реализации таких визуальных атак, как: редактирование изображения, фильтрация, сглаживание, контрастирование.

В докладе подробно представлена информация о предложенных алгоритмах.

#### *Библиографический список*

1. Цифровой водяной знак на основе дискретного Wavelet-преобразования [Электронный ресурс] URL: [https://habr.com/ru/post/592105/;](https://habr.com/ru/post/592105/)
2. Соккрытие данных методами стеганографии [Электронный ресурс] URL: [https://ru.bmstu.wiki/Соккрытие\\_данных\\_методами\\_стеганографии;](https://ru.bmstu.wiki/Соккрытие_данных_методами_стеганографии;)
3. YCbCr [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/YCbCr>.

## **ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИБЛИОТЕКИ D3.JS В КАРТОГРАФИЧЕСКОМ WEB-СЕРВИСЕ**

С.А. Ларюков

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

В настоящее время в НИИ «Фотон» РГРТУ ведётся разработка картографического Web-сервиса — системы удалённого доступа к данным дистанционного зондирования Земли (геопортала) [1].

Разрабатываемый геопортал обладает широким набором функциональных возможностей, которые позволяют измерять расстояния, площади и географические координаты, контрастировать изображения, осуществлять синтез каналов, измерение яркостей, а также наносить и редактировать векторные объекты. Кроме того, система инструментальных средств построена по модульному принципу, который позволяет разрабатывать и подключать новые инструментальные средства без изменения структуры геопортала.

Одной из функций геопортала является визуализация и контрастирование спутниковых изображений. Для этих целей решено использовать свободно-распространяемое обеспечение с открытым исходным кодом. Для визуализации изображений используется клиентская картографическая библиотека OpenLayers [2]. Для реализации инструмента контрастирования программное обеспечение удовлетворяет следующим требованиям:

- визуализация гистограммы спутникового изображения;
- построение «кривой» контрастирования с возможностью перемещения её точек.

Проведённый анализ показал, что две библиотеки C3.js [3] и D3.js [4] соответствуют функциональным требованиям. Однако время визуализации гистограммы изображения при использовании библиотеки D3.js составляет 134 мс, что в 12 раз быстрее, чем при использовании библиотеки C3.js. Поэтому принято решение использовать в проектируемом картографическом Web-сервисе библиотеку D3.js.

В докладе подробно представлена информация об интеграции библиотеки D3.js в разрабатываемый геопортал и описаны особенности её использования.

### *Библиографический список*

1. Кузнецов А.Е., Кочергин А.М., Ларюков С.А. WEB-технологии организации обработки и обеспечения потребителей данными ДЗЗ / А.Е. Кузнецов, А.М. Кочергин, С.А. Ларюков // Цифровая обработка сигналов. – 2020. – №3. – С.3 – 8.

2. OpenLayers [Электронный ресурс] URL: <https://openlayers.org>.

3. C3.js [Электронный ресурс] URL: <https://c3js.org>.

4. D3.js [Электронный ресурс] URL: <https://d3js.org>.

## **НЕЙРОСЕТЕВОЕ СЕГМЕНТИРОВАНИЕ ПОЖАРОВ ПО ДАННЫМ КА LANDSAT-8**

С.А. Ларюков

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

Одним из практически важных направлений использования данных дистанционного зондирования Земли является обнаружение пожаров. Традиционно для этих целей используются подходы, основанные на пороговых алгоритмах. Например, алгоритм MOD14 использует данные канала 3,5-4 мкм прибора MODIS, установленного на космических аппаратах (КА) Terra и Aqua [1], и данные каналов 3,5-4,1 мкм и 8,4-9,4 мкм радиометра МСУ-ИК-СРМ КА Канопус-В-ИК [2].

В данной работе для сегментирования пожаров предлагается использовать свёрточную нейронную сеть U-Net [3]. Архитектура сети U-Net представляет собой полносвязную свёрточную сеть, сформированную таким образом, чтобы она могла обучаться на меньшем количестве обучающих фрагментов и при этом выполнять более точную сегментацию. Архитектура сети U-Net содержит свёрточные и развёрточные слои. Для повышения скорости обучения в реализацию сети после каждого свёрточного слоя добавлена функция Batch normalization. Также сеть U-Net содержит Dropout слои, которые используются для того, чтобы не допустить переобучение нейронной сети.

Для обучения нейронной сети используется открытый набор данных изображений с КА Landsat-8 [4]. Входными данными нейронной сети являются изображения, составленные из каналов SWIR 2 (1,56-1,66 мкм), SWIR 3 (2,1-2,3 мкм) и Blue (0,45-0,515 мкм) КА Landsat-8. Такой набор каналов содержит большую часть информации, необходимой для детектирования пожаров. Для построения маски пожаров используются три пороговых алгоритма детектирования пожаров [5-7], при этом результирующая маска пожаров содержит только те пиксели, которые обнаруживались как минимум двумя алгоритмами [5-7].

Для апробации предложенной нейронной сети сегментации пожаров использовались спутниковые снимки Рязанской области за 22.04.2022, 19.08.2022 и 20.08.2022, полученные с КА Landsat-8. Точность сегментации пожаров составила не менее 93%, при не более чем 2% ложного детектирования и не более 8% потери объектов.

Предложенный нейросетевой способ сегментирования пожаров на спутниковых снимках показал свою эффективность. В докладе подробно представлена информация о нейросетевом способе детектирования пожаров и описаны особенности его использования.

### *Библиографический список*

1. А.А. Галеев, С.А. Барталев, Д. В. Ершов, Ю.С. Крашенинникова, Е.А. Лупян, А.А. Мазуров. Построение адаптивного алгоритма детектирования пожаров. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2008. В.5. Т.1.

2. Р.С. Пронченко. Использование ДЗЗ для обнаружения лесных пожаров малой площади возгорания. Новые информационные технологии в научных исследованиях НИТ-2016. Материалы конференции. Рязань, 2016.

3. Ronneberger O., Fischer P., Brox T. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation // Computer Science Department and BIOS Centre for Biological Signalling Studies. – 2015.

4. Active Fire Detection in Landsat-8 Imagery: a Large-Scale Dataset and a Deep-Learning Study [Электронный ресурс] URL: <https://github.com/pereira-gha/activefire>.

5. Schroeder W., Oliva P., Giglio L., Csiszar I.A. The new viirs 375m active fire detection data product: Algorithm description and initial assessment // Remote Sens. Environ. – 2014.

6. Murphy S.W., de Souza Filho C.R., Wright R., Sabatino G., Correa Pabon R. Hotmap: Global hot target detection at moderate spatial resolution // Remote Sens. Environ. – 2016.

7. Kumar S.S., Roy D.P. Global operational land imager Landsat-8 reflectance-based active fire detection algorithm // Int. J. Digital Earth – 2018.

## **АДАПТИВНЫЙ МЕТОД ПОДГОТОВКИ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ СЖАТИЯ**

В.В. Назарцев, н.с. НИИ «Фотон»

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

Отличие гиперспектральной съёмочной аппаратуры от традиционных средств дистанционного зондирования Земли заключается в том, что она, фиксируя излучение в сотнях узких спектральных диапазонах, позволяет построить для каждой точки изображения спектральную характеристику. Как следствие, на полученных снимках подстилающей поверхности имеется возможность не только измерять географические координаты интересующих объектов, но и с достаточной степенью уверенности идентифицировать материалы из чего они сделаны.

Самым большим недостатком гиперспектральной информации является её большой объём, затрудняющий её обработку, хранение и распространение. Как следствие, для долговременного хранения данного типа снимков используется архивирование. В работах [1, 2] показано, что сжатие гиперспектральной информации можно производить как в пространственном, так и в спектральном направлении, но их комбинация в виде адаптивного алгоритма показывает более лучшие результаты.

Минусом данного алгоритма является существенные затраты времени на подготовку данных, т.е. на выбор способа обхода 3D тейла для его последующего сжатия. Т.е. выбор метода преобразования 3D тейла размерностью  $N \times N \times nCh$  (где  $N$  – размер тейла,  $nCh$  – число спектральных каналов изображения получаем) в одномерный массив равного объёма.

Как показали практические испытания на реальных гиперспектральных снимках от отечественных спутников, линейное увеличение вариантов способов обхода приводит почти к квадратичному увеличению времени

подготовки тейла к сжатию. Это связано с расчётом меры схожести соседних элементов в преобразованных одномерных массивах. Использование для этих мер суммы квадратов разности, коэффициента самокорреляции или других строгих математических признаков подобности требует существенных математических вычислений. Но самые сильные задержки связаны с тем, что необходимо учитывать индивидуальные особенности конкретного варианта преобразования тейла в одномерный массив, и как следствие, невозможно организовать универсальное последовательное блочное чтение данных из памяти для всех вариантов одновременно.

Анализ показал, что для существенного ускорения работы адаптивного алгоритма сжатия гиперспектральной информации, необходимо изменить подход к способу определения лучшего метода подготовки информации к архивированию. Перспективным направлением решения данной проблемы является использование нейронных свёрточных сетей для решения этой проблемы.

#### *Библиографический список*

1. Назарцев В.В. Адаптивное сжатие гиперспектральной информации: Материалы конференции XXVI всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых учёных и специалистов Новые информационные технологии в научных исследованиях, Рязань 2021 г.
2. Назарцев В.В. Адаптивный алгоритм сжатия гиперспектральных данных: Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2022. Сборник трудов V Международного научно-технического форума. В 10-ти томах. Под общей редакцией О.В. Миловзорова. Рязань, 2022. С. 64-67.

## **МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АППАРАТ ОЦЕНКИ ТОЧНОСТИ RPC-МОДЕЛИ ГЕОКОДИРОВАНИЯ ДАННЫХ ДЗЗ**

В.И. Пошехонов, М.М. Егин

Научный руководитель — Кузнецов А.Е., д-р техн. наук, профессор

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

Результаты съёмки целевых территорий съёмочной аппаратурой космических аппаратов поставляются в виде выходных информационных продуктов заданного уровня обработки [1]. Продукт уровня обработки 1 является изображением в системе координат сканирующего устройства после выполнения радиометрической коррекции и структурного восстановления, продукт уровня обработки 2 – изображение в системе координат картографической проекции с устранёнными геометрическими искажениями, вызванными угловым движением спутника. При этом возможны два варианта обработки: по уровню 2А (трансформирование на среднюю высоту) и 2В (ортотрансформирование). Для связи планарных и геодезических координат (геодезической привязки) снимка используется модель съёмки. Различают строгую [2] и RPC-модель [3]. Строгая модель формируется на основе элементов внутреннего и внешнего ориентирования с учётом физического процесса съёмки и особенностей

съёмочной аппаратуры. Модель обеспечивает высокоточную геодезическую привязку изображений уровня обработки 1. При этом возникают сложности с распространением выходных продуктов и с разработкой обобщённых алгоритмов обработки изображений. RPC-модель является обобщённой моделью фотограмметрической камеры, и аппроксимирует строгую модель при помощи 78 коэффициентов рациональных полиномов. Преимуществом RPC-модели является простота распространения. Однако на практике при применении RPC-модели к продуктам уровня обработки 1 не достигается достаточная точность аппроксимации строгой модели, в результате чего возникают искажения при формировании продуктов следующих уровней обработки: мозаичных снимков и цифровых моделей местности.

Таким образом, целью работы является разработка математического аппарата оценки точности RPC-модели геокодирования данных ДЗЗ. В докладе приводится итерационный алгоритм подбора коэффициентов RPC-модели с практическими рекомендациями значений параметров алгоритма, статистические оценки точности аппроксимации строгой модели RPC-моделью. Математический аппарат апробирован на ряде снимков с КА «Ресурс-П».

#### *Библиографический список*

1. Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Уровни обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса: ГОСТ Р 59754-2021. — Издание официальное. — М.: Стандартинформ, 2021. — 11 с.
2. Ахметов Р. Н., Еремеев В. В., Кузнецов А. Е., Мятлов Г. Н., Пошехонов В. И., Стратилатов Н. Р. Организация высокоточной геодезической привязки изображений земной поверхности от КА «Ресурс-П» // Исследование Земли из космоса. 2017. №1. С. 46-55.
3. Tao C., Hu Y. A comprehensive study of the rational function model for photogrammetric processing // PHOTOGRAMMETRIC ENGINEERING & REMOTE SENSING. Т. 67. №12. Декабрь 2001. С. 1347-1357.

### **ПЕРСПЕКТИВНАЯ АППАРАТУРА МОНИТОРИНГА ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФ В ИНФРАКРАСНОМ ДИАПАЗОНЕ СПЕКТРА**

Р.С. Пронченко, с.н.с. НИИ «Фотон»

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

В нашей стране актуальной проблемой является мониторинг различных природных и техногенных катастроф (например, лесных и подземных пожаров, извержений вулканов, аварий на объектах нефтегазовой отрасли) из космоса [1]. Для решения подобных задач предпочтительно

использовать аппаратуру дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в среднем и дальнем ИК диапазонах спектра.

Изначально мониторинг осуществлялся при помощи зарубежной аппаратуры ДЗЗ (космические аппараты (КА) серии NOAA, TERRA, AQUA). С 2009 года в России функционирует орбитальная группировка гидрометеорологических КА «Метеор-М», оснащенных многозональным сканирующим устройством малого разрешения МСУ-МР, обеспечивающим съемку в среднем и тепловом ИК диапазонах с пространственным разрешением 1 км. В 2017 г. запущен КА «Канопус-В-ИК» с многозональным устройством среднего разрешения МСУ-ИК-СРМ, снимающим Землю в среднем и дальнем ИК диапазонах с пространственным разрешением 200 м.

В настоящий момент АО «Российские космические системы» ведет активную разработку нового инфракрасного радиометра высокого разрешения (РИВР) для многоцелевого лабораторного модуля российского сегмента Международной космической станции (МКС). РИВР предназначен для проведения космического эксперимента «Экспериментальная отработка наземно-космической системы мониторинга прогноза развития природных и техногенных катастроф». Рязанский государственный радиотехнический университет принимает непосредственное участие в данной разработке в части создания программного обеспечения первичной и стандартной обработки данных РИВР.

РИВР оснащен датчиками среднего (3,5–4,1 мкм) и теплового (8,0–10,0 мкм) ИК диапазонов. По сравнению с предыдущими приборами, РИВР позволит потребителям получить качественно новую информацию за счет более высокого пространственного разрешения (30 м для номинальной высоты орбиты МКС 400 км). Высокая детализация изображений позволит регистрировать тепловые процессы на локальном уровне и обеспечит обнаружение очагов природных и техногенных катастроф на ранних этапах их возникновения.

#### *Библиографический список*

1. Р. С. Пронченко. Использование ДЗЗ для обнаружения лесных пожаров малой площади возгорания: Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязань, 2016. С. 280-282.

2. Н. П. Акимов, К. В. Бадаев, Ю. М. Гектин, А. А. Зайцев, М. Б. Смелянский, А. В. Рыжаков, А. Г. Фролов. Перспективный ИК радиометр на территории России. Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли (Материалы III Международной научной конференции), Красноярск, 13–16 сентября 2016 г.

## **АНАЛИЗ СПОСОБОВ ДЕТЕКТИРОВАНИЮ АБРИСОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ ДЗЗ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ**

А.С. Рыжиков

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

Контроль и уточнение в автоматическом режиме геодезической привязки данных видимого диапазона с высоким разрешением осуществляется при помощи идентификации опорных данных с известными геодезическими координатами на анализируемых снимках. Обычно под опорными данными понимают векторные карты, глобальное или региональное растровое покрытие или абрисы (контрольные точки, ground control points). Абрис – это ортотрансформированный фрагмент снимка с характерным объектом, внешний вид которого мало изменяется при смене сезона или углов съемки.

Известны решения по детектированию характерных объектов при формировании абрисов на снимках среднего разрешения [1] и с привлечением данных стереоскопической съемки с глобальным покрытием [2]. В одной из прошлых работ [3] предложен подход к детектированию характерных объектов (перекрестков и т.п. участков дорожной сети) на основе открытых картографических данных OpenStreetMap(OSM).

В докладе выполнен анализ этих работ, в т.ч. указанных в них способов и подходов детектирования абрисов. Дополнительно исследован новый алгоритм, ориентированный на детектирование распространенных контрастных прямоугольных объектов с ровными границами, таких как крыши низких, навесы, бассейны и т. п. Он основан на морфологическом анализе текстуры изображения.

Изучено поведение различных детекторов абрисов в зависимости от сюжета, разрешения, углов крена и тангажа космического аппарата и даны рекомендации по построению алгоритма детектирования для снимков высокого разрешения от серии КА «Ресурс-П» и аналогичных аппаратов. При использовании рекомендованного алгоритма среднее время обработки маршрута объемом 10 Гб составляет 30 секунд на современной ЭВМ (CPU 2.4GHz x 40, GPU NVIDIA 2080 Ti). Около 12% от всех формируемых абрисов в дальнейшем отбраковываются, т.к. их не удается идентифицировать при уточнении привязки снимков.

### *Библиографический список*

1. Orti F., Garcia A., and Martin M. A. Geometric correction of Landsat MSS images using a ground control point library// Proceedings of the Fifth Annual Conference of the Remote Sensing Society, 1979, pp. 17-26.
2. Chandelier, L., Coeurdevey, L., Bosch, S., Favé, P., Gachet, R., Orsoni, A., Tilak, T., and Barot, A. A worldwide 3D GCP database inherited from 20 years of massive multi-satellite observations// ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., V-2-2020.
3. Кузнецов А.Е., Рыжиков А.С. Алгоритм автоматического формирования абрисов по высокодетальным данным дистанционного зондирования Земли

// IV международный научно-технический форум СТНО-2021. - Book Jet, т.6. – С. 38-43.

## **КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАТЧИКОВ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ**

П. А. Чистяков

Научный руководитель – Антипов О. В., канд. тех. наук  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В.Ф. Уткина**

### **Введение**

Протяженность автомобильных дорог в разных странах может отличаться на порядки. Так, по данным издания «The World Factbook» [1], Соединенные Штаты Америки в 2012 год имели в своем распоряжении примерно 6,5 млн. км. автомобильных дорог различных типов, что в 110 раз больше, чем 60 тыс. км. дорог Кубы по состоянию на 2015 год.

Регулирование контроля качества дорожного покрытия осуществляется государствами по средствам разработки и принятия гостов и стандартов [2 – 3]. В дальнейшем государственные органы либо частные компании обеспечивают анализ качества с учетом принятых стандартов.

### **Основная часть**

Подход, основанный на гостах и стандартах является точным, при соблюдении правил, описанных в требованиях, поскольку подразумевает использование специального оборудования и подготовленных людей. Однако приобретение и обслуживание специализированного оборудования связано со значительными затратами организации, которая занимается контролем качества. Люди, которые способны работать с высококачественным оборудованием, являются профессионалами, труд которых также связан со значительными финансовыми расходами. Выезд на участки дорог с целью контроля их качества затрачивает значительные временные и человеческие ресурсы, что приводит к несвоевременному исправлению повреждений дорожного покрытия.

Менее точным, но более простым и дешевым является метод сбора данных о качестве дорожного покрытия с использованием датчиков мобильного телефона. Данный метод исключает затраты учреждения, организующего сбор данных, на покупку оборудования, заработные платы сотрудников, их переобучение и т.д. Однако не исключает затрат на разработку и поддержку программной системы, необходимой для обработки и централизованного хранения данных.

Исследования в данной предметной области уже проводились и в апреле 2017 года Yazan A. Alqudah, Belal H. Sababha выпустили статью [4], в которой показали возможность сбора и предварительного анализа данных.

Работа, упомянутая выше, не рассматривает дальнейшее преобразование, представление и анализ полученных данных, в связи с чем **целью работы** является реализация уже имеющегося подхода к

получению данных, их представление на карте и классификация типов повреждения дорожного покрытия.

Сырые данные с гироскопа содержат информацию об изменении дорожного покрытия, трудно визуализировать или анализировать информацию из этого графика. По оси ординат указана степень вращения гироскопа по горизонтальной оси, а по оси абсцисс время. На рисунке 1 показаны собранные данные гироскопа во время драйв-теста.

Для получения информации о дорожном учитывается изменчивость данных вращения гироскопа. Она изменчивость является индикатором наличия неровностей дорожного покрытия, таких как неровности или выбоины. Изменчивость измеряется с использованием дисперсии, определяемой как:

$$v = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N |X_i - u|^2,$$

где  $u$  – среднее значение  $X$ , определяемое как:

$$u = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i$$

Для фактического анализа используются те же формулы, примененные для участка данных. Обработанные данные за пять заездов по одному участку дороги показаны на рисунке 2.

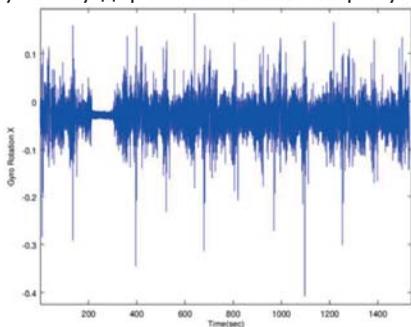


Рисунок 1 – Данные, полученные с гироскопа

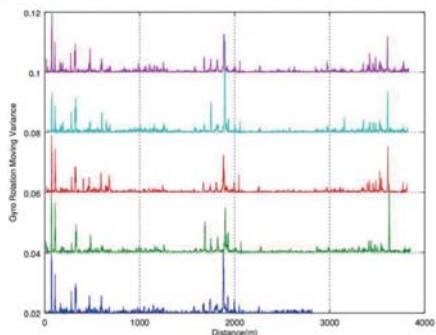


Рисунок 2 – Данные после предварительной обработки

Можно заметить, что данные разных заездов соотносятся друг с другом, а значит точность датчиков телефона достаточна для сбора данных подобного рода.

Для дальнейшего развития работы и уточнения данных необходимым будет собирать данные с GPS датчика устройства, чтобы можно было визуализировать качество дорог на карте.

#### Библиографический список

1. The World Factbook Roadways [Электронный ресурс] – URL: <https://www.cia.gov/the-world-factbook/field/roadways/country-comparison> - Дата обращения: 14.10.22.

2. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет»

(МАДИ), Межгосударственный технический комитет по стандартизации МТК 418 «Дорожное хозяйство». ГОСТ 33101-2014. 2014 г.

3. Mechanical vibration — Road surface profiles — Reporting of measured data. ISO 8608. 2016 г.

4. Yazan A. Alqudah, Belal H. Sababha. «On the Analysis of Road Surface Conditions Using Embedded Smartphone Sensors» // 2017 8th International Conference on Information and Communication Systems (ICICS) (2017).

## **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И РАЗВИТИЙ ТЕХНОЛОГИЙ ГИДРОАКУСТИЧЕСКОГО И СЕЙСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА**

Е.В. Шелехина

Научный руководитель – Потапов В.И., к.т.н., доцент

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

Современные подходы в обеспечении безопасности и конкурентного освоения ресурсов мирового океана наиболее полно выражаются в переходе от точечных к сетевым принципам построения систем комплексного мониторинга, сбора и распределения геоморфской информации, что обуславливает практическое развитие и внедрение следующих основных направлений:

1. разработка и развертывание территориально распределенных волоконно-оптических мультисенсорных систем гидроакустического и сейсмического контроля реального времени;
2. реализация сетевых принципов сбора, обработки и распределения геоморфской информации;
3. формирование комплексной картины гидроакустической обстановки в стратегически важных районах в реальном масштабе времени.

На смену громоздкой и дорогостоящей стационарной системы дальнего гидроакустического наблюдения SOSUS принята концепция интегрированной системы освещения подводной обстановки IUSS (Integrated Undersea Surveillance System), объединяющей позиционную систему прибрежного гидроакустического наблюдения FDS и оперативно применяемые, в том числе скрытно, системы контроля подводной обстановки ADS, развертываемые для многократного использования в заданных районах.

Рынок производителей волоконных акустооптических систем насчитывает целый ряд зарубежных компаний и находится на этапе бурного развития. Наиболее крупными из них являются компании Paulsson Inc., Northrop Grumman (США) и Wavefield Inseis (Норвегия). В своих системах гидроакустического и сейсмического мониторинга данные производители применяют интерферометрические методы измерений с использованием лазерного опроса массивов фазовых интерферометрических датчиков на брэгговских решетках. [1]

Приоритетной задачей разработчиков является создание быстро развертываемой и реконфигурируемой объединенной системы освещения подводной обстановки в прибрежной морской зоне, а также заданных морских и океанских районах. В рамках IUSS производится объединение информационно-управляющие систем, активных и пассивных средств противоолодочного наблюдения в единую сетевую структуру с использованием оптоволоконных и спутниковых линий связи, с поэтапным наращиванием вычислительных и гидроакустических ресурсов.

Комплект средств подводного наблюдения представляет собой массив волоконно-оптических антенных решеток диапазона частот 20-1000 Гц общей длиной до 20 км каждая, имеющих оптический вывод на программно-аппаратный комплекс, располагающийся на береговом посту или специальном судне, оснащенный программно-аппаратными средствами приема и обработки информации. Возможен также автономный вариант изготовления и применения оперативно разворачиваемых протяженных волоконно-оптических систем контроля гидроакустической обстановки с обеспечением электропитания от аккумуляторной батареи и передачей данных по выносному связному оптическому кабелю или через спутниковые системы связи.

Одним из мировых лидеров в области применений технологий оптических акустических датчиков и сенсорных систем - FOAS является корпорация Northrop Grumman.

Датчики FOAS используют принципы интерферометра для обнаружения акустических волн. Оптическое волокно специально намотано на ковкие пластиковые катушки – сердечники, образуя сенсорные датчики - гидрофоны. Акустическое давление, связанное с тем или иным событием, воздействует на массив волоконно-оптических сенсорных датчиков, вызывая деформацию оптического волокна.

Свет от импульсного лазерного источника через делитель направляется по оптическому волокну, намотанному на катушки измерительного и опорного плеч интерферометрических датчиков. Внешнее акустическое воздействие деформирует сердечник измерительной катушки и тем самым изменяет время прохождения света по волокну. Это расхождение определяется путем сравнения с временным интервалом, в течение которого свет проходит через оптическое волокно на опорном плече интерферометра. Оптическая фаза - временная разница между прохождением света по измерительному и опорному плечам интерферометра, пропорциональна воздействию на массив датчиков акустическому давлению и может быть точно измерена, преобразована из аналогового в цифровой вид и выдана на программно-аппаратные средства восстановления и обработки гидроакустических сигналов. [2]

#### *Библиографический список*

1. Гармаш В.Б. Возможности, задачи и перспективы волоконно-оптических измерительных систем в современно приборостроении. – Спецвыпуск «Фотон-экспресс» – Наука, 2005. – 63 с.
2. Кульчин Ю.Н. Распределенные волоконно-оптические измерительные системы. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. - 272 с.

---

**Секция 9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

---

**СС/СV МЕТОД ЗАРЯДА ЛИТИЙ ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ**

Башкин Ф.И.

Научный руководитель – Скоз Е.Ю., кандидат технических наук, доцент  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В.Ф. Уткина**

В современном мире невозможно представить ни одного портативного устройства без встроенного аккумулятора. В последнее время Li-ion аккумуляторы получили чрезвычайно распространение, так как имеют неоспоримые преимущества относительно Ni-Cd. Этими преимуществами являются эффекта памяти, отсутствующий у Li-ion аккумуляторов и продолжительный период сохранения заряда.

Рассматриваемый метод зарядки Li-ion батарей включает 2 фазы, иначе называемый СС/СV (constant current, constant voltage). Такой метод позволяет более полно перезаряжать батарею, максимально сохраняя её ресурс.

Начальная фаза характеризуется установлением фиксированного тока заряда, значение которого должно равняться от четверти до половины ёмкости батареи. Допустимо использовать ток сопоставимый с ёмкости батареи если поставлена цель сократить время зарядки. Поддержание установленного значения тока осуществляется за счёт увеличения разности потенциалов на выходе нагрузочного элемента. Из выше сказанного становится очевидно, что конструкция в начальной фазе выполняет роль стабилизатора тока. Стоит отметить ограничение напряжения холостого хода, для схем с защитой от перезаряда. Величина напряжения должна быть ограничена сверху 6-7 вольтами, нарушение данного условия ведёт к поломке устройства защиты. Достижение разности потенциала значения 4.2 вольта на выходе нагрузочного элемента свидетельствует о завершении начальной фазы зарядки. Оставшаяся не заряженная ёмкость батареи будет составлять 20%.

Заключительная фаза заряда батареи протекает при фиксированном напряжении и нелинейно убывающем токе. Схема стабилизирует напряжение около значения 4.15-4.25 вольт и в зависимости от остаточной ёмкости понижает ток заряда. Эта фаза позволяет заполнить ещё 10-15% ёмкости батареи.

Предварительная фаза заряда – фаза имеет цель поднимать уровень напряжения разряженных батареи, чьё напряжение опустилось ниже 2.5 вольт.

Эта фаза сопровождается стабильным током пониженного значения, и будет длиться до достижения разности потенциалов на выходе нагрузочного элемента в 2.8 вольт.

Предварительная фаза служит для защиты от вздутия и нарушения целостности конструкции неисправных батарей, имеющих, к примеру, внутреннее КЗ между электродами.

*Библиографический список*

1. Методы заряда литий ионных аккумуляторов [Электронный ресурс]. <https://electro-shema.ru/chertezhi/zaryadka-dlya-li-ion-akkumulyatorov.html#kakpravilno>
2. Виды аккумуляторов [Электронный ресурс]. <http://instrument-tehnika.ru/kakoj-akkumulyator-vybrat-litij-ionnyj-ili-nikel-kadmievyy/>

**ПРИМЕНЕНИЕ СПЛИТ-СИСТЕМ В ВЕНТИЛЯЦИИ**

М.А. Беленков

Научный руководитель – Алексеев В.Ф., канд.техн. наук, доцент  
**Белорусский государственный университет радиоэлектроники**

С увеличением объемов производств, требуется строительство новых комплексных сооружений, соответствующих современным инновационным решениям. Одним из таких требований является жизнеобеспечение здания.

Такие важные параметры как температура, влажность, загазованность и т.д. оказывают сильное влияние на работу персонала в самом помещении, а также на стойкость конструкции и на производимую внутри сооружения продукцию. Для обеспечения жизнедеятельности здания требуется оборудование, обеспечивающее циркуляцию воздуха, и поддерживающее необходимую температуру и влажность внутри здания.

Вентиляционное оборудование разрабатывается с самого начала проекта. Правильное расположение воздуховодов обеспечивает наибольшую эффективность и уменьшает затраты. Датчики влияют на точность отображаемых параметров.

Ошибки проектирования вентиляционной системы приводят к образованию конденсата и порче имущества. Недостаточная циркуляция свежего воздуха значительно снижает показатели в работе и возникает угроза жизни персонала.

Недостатком старых систем является невозможность обеспечить необходимый контроль каждого помещения по отдельности. Массивность и сложность монтажа усложняет обслуживание оборудования.

Решение проблемы – это использование современных сплит-системы поддержания микроклимата в помещении.

В современных системах присутствует компактность и простота использования. Подключение к сети позволяет контролировать каждое устройство по отдельности или в группе.

Кондиционеры сплит-систем состоят из внешнего блока (компрессорно-конденсаторного агрегата) и внутреннего блока (испарительного).

Во внешнем блоке находятся компрессор, конденсатор и вентилятор.

Внешний блок может быть установлен на стене здания, на крыше или чердаке, в подсобном помещении или на балконе, т. е. в таком месте, где горячий конденсатор может продуваться атмосферным воздухом более низкой температуры.

Внутренний блок устанавливается непосредственно в кондиционируемом помещении и предназначен для охлаждения или нагревания воздуха,

фильтрации его и создания необходимой подвижности воздуха в помещении и работают практически бесшумно [1].

*Библиографический список*

1. Системы кондиционирования воздуха на базе чиллера-фанкойлов: учебное пособие / сост.: Э. У. Ямлеева. – Ульяновск: УлГТУ, 2019. – 242 с.

**АНАЛИЗ ОБОРУДОВАНИЯ С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ РЕКОНСТРУКЦИЙ  
ПОДСТАНЦИИ НАПРЯЖЕНИЕМ 110/10/6 КВ С ТРАНСФОРМАТОРАМИ  
2Х40 МВА.**

Е.А. Варламова

Научный руководитель - Круглов С.А., к. т. н., доцент

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

При проектировании комплектных трансформаторных подстанций проходят множество этапов для предотвращения и/или предупреждения всех возможных аварийных ситуаций. Одним из таких этапов являются просчет и выбор оборудования по заземлению и молниезащите. Рассмотрим каждое по отдельности.

Заземление — это преднамеренное электрическое соединение какой-либо точки сети, электроустановки или оборудования с заземляющим устройством. Это необходимо для защит человека от опасного действия электрического тока путем снижения напряжения прикосновения до безопасного для человека значения. Заземлитель представляет собой проводящую часть или совокупность её соединенных частей, которые находятся в непосредственном контакте с землей либо через проводящую среду. Существуют два вида заземлителей: искусственный; естественный.

Рассмотрим заземление на наиболее распространённых комплектных трансформаторных подстанциях, высокая сторона которых 6(10) кВ, низкая 0,4 кВ. В таком случае можно выделить внутренний и внешний контур заземления.

Внешний контур заземления является замкнутым контуром, который состоит из горизонтального заземлителя, как правило, применяют шину или полосовую сталь, и n-ное количество вертикальных электродов (их число зависит от площади, на которой располагается заземление и от мощности трансформатора, установленного в КТП). При этом необходимо учитывать удельное сопротивление грунта. Расположение внешнего контура заземления должно быть на расстоянии не более 1 метра от стен трансформаторной подстанции либо фундаментной плиты, на которой она будет установлена. Шина горизонтального заземления укладывается на ребро в траншею глубиной 0,7 метра.

Рассмотрим устройство внутреннего заземления подстанции. Как правило КТП состоит их трех помещений, в каждом из которых необходимо проложить полосу заземлителя для соединения всех металлических частей не находящихся под напряжением. Проводящую

часть необходимо закреплять к стене на уровне 0,4 метра от пола. Разборное соединение должно быть выполнено болтовым способом, остальные при помощи сварки. Для гибких соединений необходимо использовать провод ПВЗ, но без изоляции, для контроля целостности проводника и соединения. Полоса должна быть окрашена в зеленый цвет с поперечными желтыми полосами.

Расчет сопротивления устройства заземления должен основываться на следующих формулах и принципах. Сопротивление горизонтального проводника:

$$R_{гор} = \frac{\rho}{2\pi L_{гор}} \cdot \ln \frac{2L_{гор}^2}{bh}; \quad (1) \text{ где}$$

$\rho$  – удельное сопротивление грунта, Ом\*м;

$b$  – ширина полосы горизонтального электрода, м;

$h$  – глубина заложения горизонтального электрода, м;

$L_{гор}$  – длина горизонтального электрода, м.

Сопротивление вертикального электрода:

$$R_{верт} = \frac{\rho}{2\pi L_{верт}} \left( \ln \frac{2L_{верт}}{d} + 0,5 \ln \frac{4T + L_{верт}}{4T - L_{верт}} \right); \quad (2) \text{ где}$$

$L_{верт}$  – длина вертикального электрода, м;

$d$  – диаметр вертикального электрода, м;

$T$  – расстояние от поверхности земли до заземлителя, м, которое рассчитывается по формуле 3:

$$T = \frac{L_{верт}}{2} + t; \quad (3) \text{ где } t \text{ – заглубление верха электрода, м.}$$

Следовательно, полное сопротивление просчитывается по формуле 4:

$$R_{зг} = \frac{1}{k_{исп} \cdot \sum_i^n \frac{N_i}{R_i}}; \quad (4) \text{ где}$$

$N$  – количество комплектов;

$k_{исп}$  – коэффициент использования.

Необходимо помнить, что сопротивление заземляющего устройства в любое время года должно быть не более 4 Ом при линейном напряжении 380 В для трехфазного источника.

Рассмотрим понятие молниезащита, и что оно из себя представляет.

Молниезащита – это комплекс технических решений и специальных приспособлений для безопасности здания и людей, находящихся внутри. Подразделяют внешнюю и внутреннюю систему защит.

Оборудование внешней молниезащиты направлено на перехват молний и отведение их в землю. Заземление в данном случае должно безопасно рассеять энергию, но при этом не нанести ущерб самой системе. Основное оборудование, применяемое для этих целей: молниеотвод (перехватывающий разряд молнии); токоотвод (часть молниеотвода для передачи тока молнии к заземлителю); заземлитель.

Внутренняя система – это совокупность устройств защиты от импульсных перенапряжений, предназначенное для сохранности

электрического и электронного оборудования от перенапряжений от прямого и непрямого воздействия тока молний.

Современная комплектная трансформаторная подстанция строится из металлоконструкций и обшивается листовым металлом с теплоизоляцией, тем самым являвшийся большим проводником и магнитом для молний. КТП, выполненные в виде зданий, имеют металлическую кровлю, что так же опасно для попадания молний. При проектировании или реконструкции подстанций обязательно продумывают молниезащиту. Одним из простых вариантов исполнения могут быть соединения с диаметральных сторон больших металлических поверхностей с основным заземлением подстанции. В других случаях необходимо спроектировать молниеприемники на крыше зданий ТП. Как правило, подключение производят к внешнему контуру заземления.

### **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ РАСКРОЯ И УЧЕТА РУЛОННОГО МЕТАЛЛОПРОКАТА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Д.А. Воробей

Научный руководитель – Гриб А.С., магистр техники и технологии  
**Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники**

В современном мире большое внимание уделяется автоматизации производственных процессов на предприятиях в различных сферах. Некоторые из индустриальных областей и их направлений требуют создания узкоспециализированного программного обеспечения, учитывающего все аспекты, сложности и возможности разработки в представляемой предметной области. Одним из таких направлений является разработка программного обеспечения для нужд предприятий, занимающихся хранением и раскроем металлопроката.

Задачей программной реализации проекта является проектирование и реализация программного средства для автоматизации процессов раскроя и учета рулонного металлопроката производственного предприятия. Для достижения цели в процессе проектирования и разработки необходимо учитывать как особенности предметной области, так и свойства средств программной реализации.

Актуальность разрабатываемого программного средства состоит в малом количестве аналогов продукта, представленных на рынке, и, вместе с этими широкими возможностями применения технологии сканирования QR-кодов с целью оптимизации процессов складского учета на подобного рода предприятиях.

Реализуемое приложение предназначено для использования в производственных отделах предприятий, специализирующихся на раскрое металлических рулонов для изготовления лент и труб для последующей реализации внешним агентам. Каждый рулон металлопроката и сертификат на партию оснащены QR-кодами, подтверждающими подлинность информации о рулонах. Однако, на большинстве производств не

используются программные средства, в полной мере использующие данный факт для оптимизации функционирования складской деятельности.

Наиболее популярными способами ведения складского учета в компаниях подобного рода на территории стран СНГ являются использования электронных таблиц и бумажных носителей. С учетом большого количества параметров для каждого рулона, процесс работы со складской информацией в таком виде является достаточно трудоемким, затратным по времени, подверженным большому количеству ошибок и не точным, так как большинство предприятий вносят и обрабатывают далеко не все параметры рулонов, поступающих на склад. Более того, при использовании данных подходов значительно затрудняется отслеживание изменения состояния рулона, что негативно сказывается на оперативности принятия решений об отправке в обработку и на продажу готовой продукции

К функциям программного приложения относятся автоматизация процессов внесения данных о рулонах и регистрация их на складе при помощи QR- кодов, отслеживание и изменение состояний рулонов во время пребывания на складе, помощь в процессе контроля качества прибывающего на производства сырья, регистрация дефектов рулонов на всех стадиях хранения и обработки, расчет раскроя по индивидуальным заказам и формирование паспортов готовой продукции на основе данных об используемых рулонах [1].

Особенностью программного средства с точки зрения разработки является разделение функционала между мобильным и десктопным приложениями. Мобильное приложение разрабатывается на языке Dart с использованием фреймворка Flutter, что позволяет использовать приложение на устройствах с различными операционными системами без заметных потерь в производительности работы и скорости разработки. Десктопное приложение реализуется при помощи фреймворка WPF на языке C#, что позволяет создать удобный пользовательский интерфейс в соответствии с предоставляемыми требованиями с сохранением производительности нативного приложения.

Функционал работы с QR-кодами реализуется посредством их сканирования с упаковок рулонов и сертификатов качества, предоставляемых поставщиками. Они обеспечивают переход на веб-страницу поставщика, которая предоставляет достоверную информацию о рулонах, которая может быть считана посредством взаимодействия с программным интерфейсом веб-страницы.

Расчет раскроя по индивидуальному заказу производится на основе множества параметров, которые задаются клиентом компании. Параметры включают в себя марку и производителя стали, физические и химические свойства металла, требуемую ширину, массу (для труб – диаметр), вид покрытия. На основе предоставляемых параметров программа формирует выборку из подходящих рулонов на складе и варианты раскроя рулонов с последующей отправкой информации на производство для проведения раскроя. Важным моментом является необходимость учета государственных стандартов на изготовление металлопрокатной продукции [2, 3].

Реализуемое приложение предназначено для использования в производственных отделах предприятий, специализирующихся на раскрое металлических рулонов для изготовления лент и труб для последующей реализации внешним агентам.

*Библиографический список*

1. Обзор программного продукта Comara iCut(Comara GmbH) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10035414>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 20.10.2022).
2. Межгосударственный стандарт ГОСТ 1050-2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200114294>, свободный. – Документ (дата обращения: 20.10.2022).
3. Межгосударственный стандарт ГОСТ 7566-2018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200160285>, свободный. – Документ (дата обращения: 20.10.2022).

**РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ  
БРАКА НА КОЖЕВЕННЫХ ЗАГОТОВКАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ВЕЙВЛЕТОВ ГАБОРА**

М. У. Э. Г. Гбоу

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

В нашем исследовании рассматривается обнаружение пороков на коже для кожевенных предприятий. Актуальность работы заключается в разработке программно-аппаратного комплекса для реализации информационной системы контроля качества производства и выявления дефектов кожи.

Целью работы является разработка программного-аппаратного комплекса для обнаружения дефектов на коже и определения категории сорта.

Методы исследования: 1) виды дефектов кожи, которые можно обнаружить; 2) способы обнаружения дефектов; 3) обнаружение дефектов при помощи вейвлетов Габора. Вейвлеты Габора были использованы как метод для определения пороков на коже, потому что можно использовать Фильтры Габора с разной частотой и ориентацией в разных направлениях для локализации и извлечения только дефектных областей из сложных изображений.

Результаты исследования показали, что для того, чтобы вейвлет хорошо работал, необходимо выравнивание яркости. Вот поэтому снимки изображения были сделаны с помощью тестовых макетных образцов, в них, оптический сенсор COGNEX CISColor и боковая LED-подсветка (которая улучшает точность яркости). Чтобы вейвлеты Габора давали хорошие результаты для нашего исследования, была использована

библиотека opencv. Результат можно увидеть на рисунке 1, царапины отлично выделены.

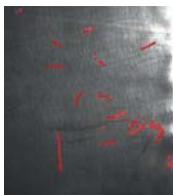


Рисунок 1 – результат выполнения

Таким образом, можно сделать вывод, что вейвлет Габора является эффективным для обнаружения дефектов на коже. С использованием тестовой установки фрагмент кожи преобразуется в цифровой формат для дальнейшей обработки. Применение подсветки позволяет тестовой установке работать при различных видах освещенности.

#### *Библиографический список*

1. J. Wei, L. Kin-Man, and S. Ting-Zhi, Edge detection using simplified Gabor wavelets, In Proceedings of International Conference on Neural Networks and Signal Processing. 2008.

2. Junfeng Jing, Huanhuan Zhang, Jing Wang, Pengfei Li & Jianyuan Jia. Fabric defect detection using Gabor filters and defect classification based on LBP and Tamura method // Journal of The Textile Institute. 2013. 104:1, 18 – 27.

## **РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НАПЛАНЕТНОГО РОБОТА**

М.С. Глазов

Научный руководитель - Бехтин Ю.С., доктор технических наук, профессор

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

Интеллектуальная система управления (ИСУ) робота способна к реакции на события, происходящие в среде, без участия человека в сложных рассуждениях. По отношению к космической, напланетной робототехнике к данной системе можно применить название *модель целесообразного поведения (Rational Behaviour Model, или RBM)*. RBM постулирует не состав и взаимосвязи модулей, а обосновывает три уровня иерархии с фиксированным распределением функций между ними (*стратегический, тактический и исполнительный*). При этом вопрос о способах реализации каждого из этих уровней остается открытым. Применяемая в ИСУ роботов архитектура должна удовлетворять требованиям минимальной ресурсоемкости, гибкости и наращиваемости. В разработке предлагается использовать гибридную архитектуру, за основу которой была взята трехуровневая модель RBM [1]. Особенностью рассматриваемой далее архитектуры является использование поведенческих управляющих

структур (многоуровневых структур с поглощением) на исполнительном и тактическом уровнях. Такой подход обеспечивает возможность явной спецификации заданий для роботов на верхнем уровне, обеспечивая при этом удовлетворение требований по ресурсам и наращиваемости.

Функции трех уровней системы распределяются следующим образом.

Стратегический уровень представлен программой-заданием, содержащей описание целей текущей миссии робота. Для упорядочения достижения целей (распределения задач) в общем случае используется либо орбитальная, либо напланетная, стационарная станция.

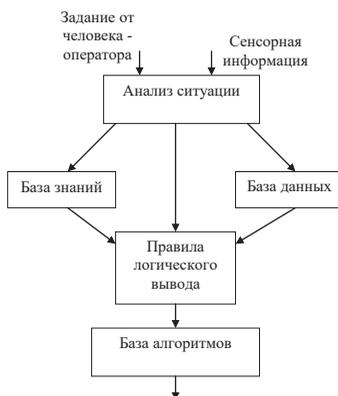


Рисунок 1 – Структура экспертной системы адаптации для системы управления

Тактический уровень служит для организации выполнения очередной задачи, поставленной стратегическим уровнем, и непосредственно управляет режимами и целями исполнительного уровня. Для этого уровень содержит соответствующий набор агентов и т.н. проводника (*Conductor*), который поддерживает управляющую структуру агентов для решения текущей задачи.

Приводной (исполнительный) уровень системы осуществляет сервоконтроль за основными параметрами движения и обеспечивает рефлекторные функции роботов. Для этого он содержит полный набор компонентов информационно-измерительной и управляющей систем. Уровень проектируется таким образом, чтобы замыкать в себе реализацию всех функций, зависящих от аппаратного обеспечения конкретного робота, предоставляя для взаимодействия с тактическим уровнем аппаратно-независимый интерфейс совокупности управляющих функций.

Взаимодействие оборудования стратегического, тактического и приводного уровней можно представить в виде схемы (рис. 2).



Рисунок 2 – Структура взаимодействия оборудования стратегического, тактического и приводного уровней

Предполагается, что ИСУ аппаратно должно быть реализовано на базе ПЛИС [2]. Все кристаллы ПЛИС размещены на одной плате и соединены между собой шиной PCI Express для прямого доступа и обмена данными. Кристаллы ПЛИС соединяются по шине PCI Express без использования коммутаторов или центрального процессора. Кристалл ПЛИС стратегического уровня самостоятельно конфигурирует свой PCI Express интерфейс, устанавливает связь с остальными ПЛИС и конфигурирует их. В результате можно передавать данные в обе стороны между кристаллами ПЛИС.

#### *Библиографический список*

1. Юревич Е.И. Основы робототехники //С-Пб. БХВ-Петербург, 2005. 416с.
2. Потехин Д.С., Тарасов И.Е. Разработка систем обработки сигналов на базе ПЛИС. – М.: Горячая линия – Телеком, 2009. – 248 с.

## **СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ПРОВЕРКИ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИЗДЕЛИЙ**

А.И. Дерябин, М.В. Ленков

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

В настоящее время в отечественном приборостроении ощущается дефицит разработок технических средств измерения диэлектрических параметров различных изделий, обладающих повышенной надежностью и точностью. В связи с этим, сформулированы цель и задачи по поиску технических решений для создания цифрового информационно-измерительного устройства автоматизированной проверки диэлектрических свойств электротехнических изделий.

Анализ литературных источников по данному направлению позволил выявить близкие технические аналоги проектируемого средства. Одним из

таким является устройство контроля электрических цепей сложных технических изделий (СТИ), структурная схема которого изображена на рисунке 1.[1]

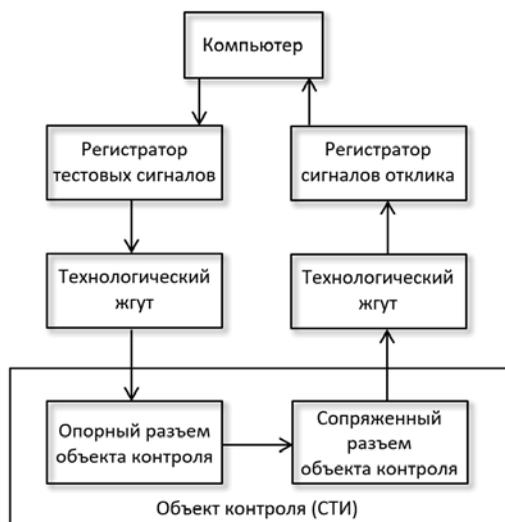


Рисунок 1. Структурная схема устройства контроля электрических цепей сложных технических изделий

Представленное устройство относится к области контрольно-измерительной техники и служит для определения дефектов электрического монтажа объектов контроля. Оно содержит портативный компьютер с введенными в его память частными таблицами электрических соединений объекта контроля и программой управления процессом контроля электрических цепей с использованием частных таблиц электрических соединений. Также в устройство введены регистр контрольных сигналов, входы которого подключены к компьютеру. К выходам компьютера подключен первый технологический жгут и регистр сигналов отклика. Первый технологический жгут непосредственно связан с опорным разъемом, в цепях которого предполагаются дефекты электрического монтажа объекта контроля, а второй технологический жгут поочередно подключается к разъемам, электрически соединенным с опорным разъемом объекта контроля. При этом, выходы разрядов регистра контрольных сигналов являются источниками тестовых воздействий на контролируемые электрические цепи объекта контроля. Состояние разрядов сигналов отклика отражает состояние контролируемых электрических цепей изделия [1].

Особенностями данного устройства являются:

1) небольшие габариты конструкции устройства, основу которого составляет портативный компьютер;

2) удобство работы с устройством в ограниченных размерах рабочего пространства на штатных местах, так как работать с устройством (состоящим из одного комплекта портативного компьютера) более удобно;

3) не высокая стоимость устройства, так как исключаются из состава многофункциональный измерительный прибор и коммутатор каналов;

4) высокая эффективность применения, так как устройство за один цикл обеспечивает контроль целостности цепей электромонтажа, выявляет ложные электрические цепи (замыкания), обеспечивает контроль сохранности изоляции (отсутствие замыканий между электрическими цепями).

Сопrotивление изоляции является основным показателем исправного состояния изделия. При испытаниях и проверке во время производства изделия, замеряют его сопротивление изоляции, чтобы определить снижение диэлектрических свойств, изучается состояние кабелей, проводников и остальных электронных компонентов — не разрушены ли они в ходе влияния высокого напряжения, солнечного света, температурного режима и других факторов. По результатам делается вывод безопасна ли дальнейшая эксплуатация изделия.

Разработка и использование подобных устройств позволяет добиться повышения качества и скорости проверки СТИ. Однако, важные решения о результатах проверки принимает все равно оператор.

На основе проведенного анализа существующих цифровых измерительных систем проверки диэлектрических свойств изделий можно сделать вывод, что при проектировании подобных технических средств в их структуру необходимо включать вычислительный модуль с функциональным и понятным пользовательским интерфейсом. Кроме этого, система должна обеспечивать реализацию ручного и автоматизированного режима тестирования для оперативной корректировки метода контроля и измерения (например, для проверки определенной группы электрических цепей или контактов в цепи), а также минимизации методических ошибок.

#### *Библиографический список*

1. Патент № 2692114 С1 Российская Федерация МПК G01R 31/02. Устройство контроля электрических цепей сложных технических изделий / Страхов А.Ф., Комаров М.В., Пугачева С.С.; заявитель и патентообладатель Акционерное общество "Головное производственно-техническое предприятие "Гранит" — № 2018131687, заявл. 04.09.2018; опубл. 21.06.2019.

## РАСЧЕТ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ СТРУКТУРЫ ДЛЯ ТУННЕЛЬНО-РЕЗОНАНСНОГО ДИОДА И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЕГО ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ И ВОЛЬТ-ФАРАДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

К.С. Зайцев, В. Г. Литвинов

Научный руководитель – Литвинов В.Г., док.физ.-мат.наук, доцент  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
 имени В.Ф. Уткина**

Современная электронная техника развивается путем миниатюризации приборов. Благодаря активно развивающимся технологиям изготовления полупроводниковых структур удается создавать приборы размерами в несколько нанометров, с границей раздела, равной одному межатомному расстоянию. С помощью этих технологий возможно создание туннельно-резонансных структур, которые способны работать в терагерцовых диапазонах. То есть на их основе возможно создание высокобыстродействующих приборов и элементов интегральных схем. Создание, расчет и моделирование туннельно-резонансных структур является актуальной задачей современной науки и техники.

По ходу данной работы был выполнен расчет уровней размерного квантования [1] для гетероструктуры  $\text{Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As}/\text{GaAs}$  на основе которого возможно построить зонную диаграмму данной структуры, смоделированы идеализированная вольт-амперная [2], и вольт-фарадная характеристики туннельно-резонансного диода.

Для моделирования вольт-фарадной характеристики предлагается использовать эквивалентную схему, состоящую из четырёх электрических емкостей, изображённую на рисунке 1.

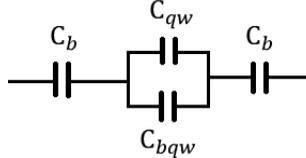


Рисунок 1 - Эквивалентная схема ТРД

$C_b$  и  $C_{bqw}$  – это геометрические емкости барьера и ямы соответственно, которые можно определить, как емкость плоского конденсатора.

$C_{qw}$  – представляет собой емкость, обусловленную накоплением заряда электронов на уровнях размерного квантования, определяется по формуле (1):

$$C_{qw}(U) = \frac{N_s(U) \cdot q \cdot (2L_b + L_w)}{L_w \cdot U}, \quad (1)$$

где  $N_s(U)$  – представляет собой слоевую концентрацию электронов в квантовой яме [3],  $q$  – элементарный заряд,  $L_b$  и  $L_w$  – ширина барьерного слоя и квантовой ямы,  $U$  – электрическое напряжение.

В результате были рассчитаны ВФХ для различных концентраций легирующей примеси в диапазоне от  $10^{16}$  до  $10^{18} \text{ см}^{-3}$ .

Полученные модели могут быть использованы для систем автоматизированного проектирования, ориентированных на разработку современной элементарной базы с учётом квантово-размерных эффектов.

#### *Библиографический список*

1. Физика наносистем: методические указания к лабораторным работам / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: В.Г. Литвинов, Н.Б. Рыбин, Н.В. Рыбина, А.В. Ермачихин, Д.С. Кусакин. Рязань, 2015. 24 с.
2. Демиховский В. Я., Вугальтер Г. А. Физика квантовых низкоразмерных структур. М.: Логос, 2000. – 248 с.
3. Электрические методы исследования разрывов энергетических зон в полупроводниковых микро- и наногетероструктурах: учеб. пособие / В.Г. Литвинов, О.А. Милованова, Н.Б. Рыбин. Рязан. гос. радиотехн. ун-т.-Рязань, 2013. – 52 с.

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОСТЕПЕННЫХ ОТКАЗОВ БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТОКА КОЛЛЕКТОРА В КАЧЕСТВЕ ИМИТАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

Е.В. Калита

Научный руководитель – Боровиков С.М., канд-т техн. наук, доцент

**Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники**

Одним из способов обеспечения высокой надёжности транзисторов большой мощности при их работе в составе электронной аппаратуры длительного функционирования является отбор экземпляров, отвечающих требованию надёжности по постепенным отказам. Отбор экземпляров, отвечающих требованию по надёжности, можно выполнить методом имитационных воздействий [1]. Для практического применения этого метода необходимо с помощью предварительных исследований выборки транзисторов интересующего типа получить имитационную модель, показывающую какой заданной наработке  $t$  соответствует имитационный уровень  $F_{\text{им}}$  фактора, выбранного в качестве имитационного воздействия  $F$ :

$$F_{\text{им}} = f(t), \quad (1)$$

где  $f$  – символ функциональной связи.

Для прогнозирования возможного постепенного отказа и отбора экземпляров, отвечающих требованию по надёжности, вначале по модели (1) необходимо определить имитационное значение  $F_{\text{им}}$  фактора  $F$  для заданной наработки  $t$ . После этого у контролируемого (прогнозируемого) экземпляра измеряют значение интересующего функционального электрического параметра  $P$  при уровне имитационного фактора  $F_{\text{им}}$ . Результат измерения рассматривают в качестве прогноза параметра  $P$  для заданной наработки  $t$ .

В работе [2] было показано, что использование температуры в качестве имитационного воздействия имеет очевидные недостатки и ограничения. В работе обосновывается возможность использования в качестве

имитационных факторов параметров электрической нагрузки биполярных транзисторов: тока коллектора или обратного напряжения коллектор-эмиттер. При этом следует различать понятия «рабочие ток и напряжение» и «имитационные их уровни». Имитационные уровни используют для получения информации о том, какое прогнозное значение будет иметь функциональный электрический параметр для заданной длительной наработки при длительной работе транзистора в электрической схеме (в выбранном электрическом режиме). Возможность использования тока коллектора в качестве имитационного воздействия показана на примере биполярных транзисторов большой мощности типа КТ872А. В данном примере ток коллектора рассматривался в качестве имитационного воздействия. Решение о соответствии транзисторов требованию по постепенным отказам принималось по функциональному электрическому параметру  $U_{КЭнас}$  – напряжению насыщения коллектор-эмиттер.

Для получения модели (1) экспериментально с помощью предварительных исследований выборки транзисторов объёмом 100 экземпляров (её называют обучающей выборкой) были получены зависимости параметра  $U_{КЭнас}$  от импульсного тока коллектора  $I_K$  и от наработки  $t$ . Зависимость параметра  $U_{КЭнас}$  от тока коллектора  $I_K$  приняла вид

$$U_{КЭнас} = 21,4 \cdot (I_K)^{1,63} + 67, \text{ мВ}, \quad (2)$$

где ток коллектора  $I_K$  должен подставляться в амперах.

Для получения зависимости параметра  $U_{КЭнас}$  от наработки  $t$  в выбранном рабочем электрическом режиме были проведены ускоренные форсированные испытания экземпляров обучающей выборки. Выполняя обработку результатов ускоренных испытаний, получена зависимость

$$U_{КЭнас} = 2,19 \cdot \sqrt{t} + 605, \text{ мВ}, \quad (3)$$

где наработка  $t$  должна подставляться в часах.

Модель (3) описывает изменение параметра  $U_{КЭнас}$  применительно к рабочему электрическому режиму транзисторов, указанному в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры рабочего режима транзисторов типа КТ872А

Параметр, величина	Значение
1. Постоянная мощность, рассеиваемая коллектором $P$ , Вт	30
2. Напряжение коллектор-эмиттер $U_{КЭ}$ , В	150
3. Средний ток коллектора $I_K$ , А	0,2
4. Максимальная температура окружающей среды (корпуса транзистора) $T_{ср}$ , °С	+55
5. Интересующая длительная наработка $t$ , ч	15 000

Используя зависимости (2) и (3), получена имитационная модель:

$$I_{Ким} = (0,102\sqrt{t} + 25,14)^{0,6135}, \text{ А}. \quad (4)$$

Имитационная модель (4) может быть использована для индивидуального прогнозирования значения параметра  $U_{КЭнас}$  и, следовательно, возможных постепенных отказов для заданной наработки  $t$ .

Наработка  $t$  должна подставляться в модель (4) в часах. Например, для заданной наработки  $t = 20\,000$  ч по модели (4) находим  $I_{\text{Ким}} = 9,55$  А. Предположим, что измерение параметра  $U_{\text{КЭнас}}$  у конкретного экземпляра при этом импульсном токе коллектора дало результат  $U_{\text{КЭнас}} = 936$  мВ. Сравнивая это значение с нормой (не более 1000 мВ), делаем вывод, что данный экземпляр для наработки 20 000 ч будет отвечать требованию надёжности по постепенным отказам.

#### *Библиографический список*

1. Боровиков, С. М. Статистическое прогнозирование для отбраковки потенциально ненадёжных изделий электронной техники: монография / С. М. Боровиков. - М.: Новое знание, 2013. — 343 с.
2. Калита, Е. В. Выбор имитационных факторов для моделирования постепенных отказов биполярных транзисторов большой мощности / Калита Е. В., Бересневич А. И., Боровиков С. М. // Современные средства связи : материалы XXVI Международной научно-технической конференции, Минск, 21–22 октября 2021 г. / Белорусская государственная академия связи ; редкол.: А. О. Зеневич [и др.]. - Минск, 2021. - С. 247–248.

### **ЗАВИСИМОСТЬ ДЕВИАЦИИ СОПРОТИВЛЕНИЯ ГЕРКОНА ОТ РЕЖИМА КОММУТАЦИИ**

Д.С. Логинов, И.Ф. Шерова

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

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

Герметизированные контакты (герконы), применяемые для коммутации устройств радиоэлектроники, обеспечивают электрическое соединение компонентов, при этом контакты-пластинки, изготовленные из сильномагнитных материалов, в магнитном поле притягиваются и замыкаются.

Для обеспечения стабильной работы герконов, которые также называют магнитоуправляемыми контактами, ранее нами был предложен метод прогнозирования их надёжности по результатам измерения спектральной плотности мощности (СПМ) низкочастотного (НЧ) шума с помощью разработанного измерительно-аналитического комплекса [1-3].

Целью настоящей работы явилось определение величины девиации (разброса) сопротивления магнитоуправляемых контактов при многократной коммутации с использованием магнита.

При исследовании металлических контактов методами шумовой спектроскопии очень важно знать сопротивление контактов, являющееся важнейшей характеристикой их качества, для получения корректных статистических данных и отбраковки компонентов. Кроме того, поскольку

природа НЧ шума связана с протеканием тока через объект [4,5], величина сопротивления является определяющей в результирующей СПМ НЧ шума.

Сопротивление геркона можно измерить омметром в холостом режиме, т.е. когда через геркон не проходит электрический ток. Однако такие данные не имеют практического значения, поскольку существует необходимость знать сопротивление геркона в рабочем режиме, когда через него проходит ток. Это позволяет судить о проблемах коммутации магнитоуправляемого контакта.

Для измерения сопротивления геркона при прохождении через него тока, можно воспользоваться схемой классического четырехполюсника (рисунок 1) или резистивного делителя (рисунок 2), где R1 это искомое сопротивление геркона, а R2 заранее известное образцовое сопротивление.

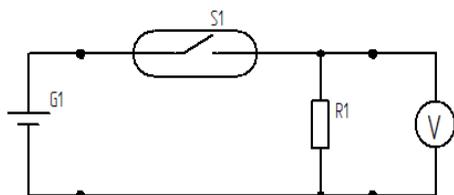


Рисунок 1 – Схема измерения четырехполюсника

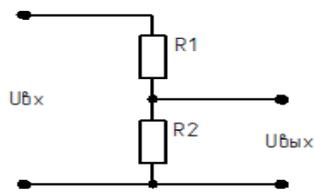


Рисунок 2 – Резистивный делитель

Таким образом, с помощью закона Ома ( $R=U/I$ ) при известном напряжении и токе в цепи, мы можем точно вычислить сопротивление геркона в рабочем режиме при прохождении через него сигнала.

В работе исследована партия из 15 однотипных герконов, передаточные характеристики которых измерялись в двух режимах по схеме, представленной на рисунке 1. Условия эксперимента выбраны, исходя из реальных условий работы магнитоуправляемых контактов. Изменение сопротивления выходного резистора при постоянном входном напряжении 8 В обеспечивало два режима – при токах 0,1 А и 0,2 А.

Были построены следующие характеристики:

- 1) максимальные значения выходных напряжений каждого геркона;
- 2) минимальные значения выходных напряжений каждого геркона;
- 3) разность входного напряжения и максимальных значений выходных напряжений каждого геркона;
- 4) разность входного напряжения и минимальных значений выходных напряжений каждого геркона;
- 5) разность входного и выходных напряжений для каждого геркона;
- 6) диапазон расхождения входного и выходных напряжений каждого геркона;
- 7) разброс сопротивлений герконов в разных режимах.

По результатам десяти измерений выходного напряжения каждого геркона были выявлены максимальные значения, наиболее приближенные к значению входного напряжения, и построены характеристики. Анализ результатов показал, что при токе, равном 0,1 А у всех исследованных

герконов максимальные значения выходного напряжения оказались более стабильными, чем при токе, равном 0,2 А.

Экспериментально установлено, что при токе 0,1 А разброс значений сопротивлений на большинстве герконов находился в пределах от 0,1 Ом до 6,9 Ом, а при токе 0,2 А – от 0,3 до 4,95 Ом. Таким образом, при большем токе через контакты наблюдался больший разброс сопротивлений, достигающий 21%.

Полученные результаты планируется использовать при дальнейшем совершенствовании методики прогнозирования надежности магнитоуправляемых контактов с помощью спектроскопии НЧ шума.

#### *Библиографический список*

1. Семенов А.Р., Литвинов В.Г., Холомина Т.А., Ермачихин А.В., Кострюков С.А., Логинов Д.С. Разработка автоматизированного комплекса для исследования спектров низкочастотного шума в элементах и структурах электронной техники // Радиотехника. 2017. № 5. С. 179-185.

2. Логинов Д. С., Холомина Т.А., Литвинов В.Г. Измерительно-аналитический комплекс для автоматизированных испытаний магнитоуправляемых контактов. Радиотехника. Т. 86, 2022. № 3. С.134-140.

3. Loginov D.S., Kholomina T.A., Litvinov V.G., Rybin N.B., Semenov A. R., Rybina N.V. Comprehensive implementation of the magnetic contact reliability test method // Proceedings of the 2020 30th International Conference Radioelektronika (RADIO-ELEKTRONIKA). P. 134-138.

4. Жигальский Г. П. Шумы вида  $1/f$  и нелинейные эффекты в тонких металлических плёнках //УФН. 1997. Т. 167. № 6. С. 623-647.

5. Жигальский Г. П. Флуктуации и шумы в электронных твердотельных приборах. М.: ФИЗМАТЛИТ. 2012. 512 с.

### **ВИРТУАЛЬНЫЙ ПРИБОР ДЛЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ МЕТОДА ТЕРМОДЕСОРБЦИИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ** Е.В. Мараева

Научный руководитель – Мошников В.А., д-р физ.-мат. наук, профессор  
**Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»**

Метод тепловой десорбции является уникальным методом, позволяющим исследовать, в том числе, поры минимальных размеров (менее 2 нм, называемых микропорами). С целью анализа данных, получаемых методом термодесорбции, в настоящей работе был разработан вспомогательный виртуальный прибор в среде LabView.

Согласно классификации, предложенной IUPAC, все пористые системы можно разделить на три группы. К первой категории относятся системы, имеющие размер пор менее 2 нанометров, их называют микропорами (хотя этот термин находится в противоречии с термином «нано»). Вторая группа – мезопористые системы – имеет пористую систему со средним размером пор от 2 до 50 нанометров. Поры размером более 50 нанометров являются

макропорами. Во всех этих подсистемах имеет место разный механизм заполнения. Например, для определения внешней (свободной от микропор) удельной поверхности и объема микропор необходимо использовать адсорбционные сравнительные методы анализа. Данный вид анализа реализован в разработанном виртуальном приборе.

В данном исследовании для синтеза модельных образцов – металлооксидных материалов на основе оксида цинка и диоксида олова – использовалась золь-гель технология. Среда LabView использовалась для разработки виртуального устройства на основе анализа изотерм адсорбции/десорбции азота.

Для контроля свойств синтезированных порошков применялся метод термодесорбции азота. Измерения удельной поверхности и распределения пор проводились с помощью Sorbi MS (ЗАО «МЕТА», Новосибирск, Россия). Перед измерениями все образцы были предварительно обработаны на станции пробоподготовки SorbiPrep.

Полная изотерма адсорбции складывается из сорбции в микропорах, сорбции на поверхностях мезопор и капиллярной конденсации в них. Капиллярная конденсация начинается со значения относительного парциального давления 40%, а микропоры считаются заполненными уже при 15%. Значит, уравнение полной изотермы в диапазоне давлений от 15 до 40% описывается как:

$$a(h) = V_{micro} + S \times a(h),$$

где  $V_{micro}$  – объем микропор в исследуемом образце,  $S$  – величина поверхности мезопор;  $a(h)$  – слагаемое, описывающее адсорбцию на единице поверхности мезопор.

Если исследуемый образец не содержит микропор, (константа  $C$  уравнения БЭТ  $\approx 100$  в случае адсорбции инертного газа азота. Наличие микропор в образце приводит к сравнительному графику типа II ( $C > 100$ ). Тип III свидетельствует о присутствии на поверхности исследуемого образца центров с пониженным адсорбционным потенциалом ( $0 < C < 100$ ). В последнем случае метод БЭТ неприменим.

В качестве стандартной изотермы адсорбции используется изотерма адсорбции непористого образца или образца, в котором присутствуют только макро- и мезопоры.

Для проведения анализа необходимо:

1. Выбрать инертный газ (азот/аргон), для которого планируется анализировать изотермы адсорбции.

2. Используя исходные данные, полученные методом МТД, построить зависимость объема адсорбированного газа от величины относительного парциального давления выбранного газа-адсорбата.

2. Ввести плотность образца в поле «Введите плотность исследуемого образца».

3. В поле «Выберете газ-адсорбат» активировать кнопку, соответствующую выбранному в п.1 газу.

4. Внести данные для изотермы адсорбции инертного газа на исследуемом образце в поле «Адсорбция исследуемого образца» в диапазоне относительных парциальных давлений 0.06 – 0.40.

5. Построить сравнительные графики и сделать вывод о присутствии микропор в исследуемом образце и их объеме.

6. По данным, используемым в п.1 и п.4, произвести расчет удельной емкости монослоя  $a_m$  и удельной поверхности  $S$  по линейному уравнению БЭТ. Рассчитать средний размер частиц в образце.

Таким образом, для индикации микропор, присутствие которых возможно в металлооксидных пористых материалах, применяются сравнительные методы сорбционного анализа. В настоящей работе представлен пример обработки экспериментальных данных с использованием виртуального прибора. Помимо научных экспериментов, виртуальный прибор может использоваться и в учебном процессе.

*Работа выполнена при поддержке гранта РНФ (проект 22-29-20162).*

## **МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛОСОВОГО ФИЛЬТРА ПРИ ОБНАРУЖЕНИИ СЛАБЫХ СИГНАЛОВ МНОГОЭЛЕМЕНТНОГО ФОТОПРИЕМНИКА**

Д.С. Масальский

Научный руководитель - Бехтин Ю.С., доктор технических наук, профессор  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
им. В.Ф. Уткина**

Для выделения полезного сигнала, искаженного действием шума фотоприемника, можно прибегнуть к частотной фильтрации. Пусть частотные коэффициенты передачи оптимального фильтра выбираются так, что его значения велики в области частот, где сконцентрирована основная доля энергии сигнала, и малы там, где преобладает спектральная плотность мощности шума. Следует ожидать, что, подав на вход такого фильтра сумму сигнала и шума, на выходе можно получить заметное увеличение относительной доли полезного сигнала.

Методика оценки эффективности использования полосового фильтра (ПФ) при обработке сигналов многоэлементного ФПУ представляется его сравнением с оптимальным фильтром (ОФ), который, как известно, не является физически реализуемым. Структурная схема тракта фотоприемника со всеми видами сигналов и шумов представлена на рис.1 [1].

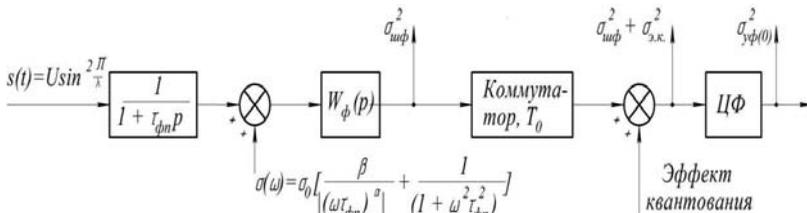


Рисунок 1 – Структурная схема тракта фотоприемника по сигналу и шуму

Выбирая производственные (заданные) значения параметров и учитывая при этом, что коэффициент передачи ПФ по импульсу рассчитывается по максимальному значению реакции ПФ на входной сигнал, получаем, что ПФ проигрывает ОФ в дисперсии погрешности измерения амплитуды примерно 8 %. Данный результат не может считаться удовлетворительным с точки зрения метрологии и измерительных стандартов. Очевидно, чтобы повысить вероятность обнаружения слабого оптического сигнала, необходимо подобрать параметры полосового фильтра, то есть «приблизить» ПФ к ОФ. В условиях большой неопределенности подбор параметров ПФ предлагается осуществлять с помощью генетического алгоритма.

#### *Библиографический список*

1. P. Norton, Campbell and S. Horn. "Third generation of infrared imagers," Proceeding SPIE, vol. 4130, 2000, pp. 226-235.

### **ИЗУЧЕНИЕ ПРИНЦИПА РАБОТЫ УСТАНОВКИ ПЛАЗМЕННОЙ ОЧИСТКИ ОТВЕРСТИЙ.**

Муранов В.П.

Научный руководитель – Сускин В.В., доктор технических наук, профессор  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В.Ф. Уткина**

В процессе производства печатных плат наблюдаются немало проблем, связанных с засорением переходных и монтажных отверстий. Поэтому на производстве существует множество методов очистки отверстий от заусенцев, наплывов и других дефектов отверстий, например, механическим способом, жидко-химической эмульсией, сжатым воздухом, или с помощью установки плазменной очистки.

Сама по себе плазма содержит комбинацию положительных ионов, электронов, молекул инертных газов. Подбирая правильные параметры обработки и состав газовой смеси, можно обеспечить качественную очистку как внутренней поверхности, так и кромки отверстий. Метод плазменной очистки отверстий позволяет устранять загрязнения отверстий в 5 раз эффективнее традиционных методов очистки отверстий.

Плазменная очистка – процесс, гораздо более экономически выгодный и экологически правильный по сравнению с другими способами. Но при этом он позволяет производить продукцию, соответствующую всем современным требованиям.

В большинстве случаев установка плазменной очистки отверстий состоит из реакционной камеры, компрессора, высокочастотного генератора, системы охлаждения и системы контроля подачи газовой смеси. В качестве газов чаще всего используют кислород, фреон, аргон в разных пропорциях. Также для продувки и охлаждения камеры может использоваться азот, сжатый воздух, вода или иной хладагент. В процессе работы генератор создает сильное электромагнитное поле, взаимодействуя

с газовой смесью образуются высокоактивные частицы, взаимодействующие с полимерными составляющими диэлектрика, превращаются в летучие соединения.

При составлении оптимальных режимов обработки стоит учитывать следующие факторы: время нахождения в камере, температура процесса, соотношение газовой смеси, процентную мощность генератора и давление в камере. Также стоит обращать внимание на размер заготовок и их расположение в камере. Более тонкие заготовки обрабатываются на щадящих режимах, а для достижения лучшего результата стоит загружать установку максимум на 70%.

После прохождения процесса плазменной обработки поверхность эпоксидной смолы остается гладкой и не приобретает микрошероховатости, но недостатком является образование золы, которая может скапливаться в отверстиях, поэтому после процедуры плазменной очистки рекомендуется дополнительная промывка водой под давлением.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УГЛЕРОДНОЙ ТКАНИ В БЫТОВЫХ ПРЕДМЕТАХ**

Осин Д.Ю.

Научный руководитель – Сускин В.В., доктор технических наук  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В.Ф. Уткина**

В наше время люди стараются как можно сильнее улучшить качество и удобство своей жизни, используя в, казалось бы, обычных вещах те материалы и технологии, которых раньше в данных сферах представить было попросту невозможно. Одним из таких материалов можно считать углеродную ткань.

Углеродная ткань – это композитный технический материал, производимый из углеродных волокон диаметром от 5 до 10 микрон. Основными плюсами данного материала являются его прочность, легкость, упругость, устойчивость к высоким температурам, а так же хорошая проводимость тока. Впервые получение и применение углеродных волокон было предложено и запатентовано в 1880 г. американским изобретателем Эдисоном для нитей накаливания в электрических лампах. Вторично интерес к углеродным волокнам появился, когда велись поиски материалов, пригодных для использования в качестве компонентов для изготовления ракетных двигателей.

Я бы хотел рассмотреть возможность применения данного материала в термоодеяле. Обычно, схема работы термоодеяла очень проста, но в то же время его конструкция является не слишком надежной. Основным элементом термоодеяла является нагревательный элемент, который в большинстве моделей выполнен в виде спирали. Минусами такого подхода является то, что от постоянной деформации во время использования спирали ломаются и одеяло больше не подлежит использованию. Так же поломка спирали может быть очень опасна, ведь она находится под напряжением. При разрыве спираль может воткнуться в тело человека и причинить боль, а возможно и нанести травмы.

В случае использования углеродной ткани такой проблемы возникать не будет, так как она упругая и деформация не будет вызывать никаких разломов и разрывов на её поверхности. А хорошая тепло- и токопроводности будут повышать КПД данного изделия. Стоит отметить, что за счет малой массы карбоновой ткани одеяло будет так же очень легким, что так же очень хорошо скажется на комфорте сна. Так же очень важным параметром является то, что карбоновая ткань обладает низкой ценой и производится у нас в стране. А значит её использование будет возможно в любой экономической ситуации и не будет зависеть от санкций и других факторов воздействия извне. Затраты на логистику данного материала так же будут не большими.

#### *Библиографический список*

1. Ткань карбон [Электронный ресурс]. <https://otkani.pro/tkani/karbon-cto-eto-za-tkan-osobennosti-i-pravila-uhoda-za-tkanju/>
2. Углеродное волокно [Электронный ресурс]. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Углеродное\\_волокно](https://ru.wikipedia.org/wiki/Углеродное_волокно)

## **АЛГОРИТМЫ И ПРОЦЕДУРЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ СИСТЕМ**

Д.А. Перепелкин, В.Ю. Ликучёв

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

Размещение радиоэлектронных компонентов на печатной плате представляет собой наиболее трудоемкий этап в процессе конструкторского проектирования печатных узлов модулей радиоэлектронных средств. Результаты размещения не только влияют на скорость последующей трассировки печатных соединений, но и напрямую определяют надежность и качество функционирования устройств.

При проектировании модулей прецизионной аппаратуры к размещению компонентов предъявляются повышенные требования, связанные с обеспечением точности выходного сигнала и увеличением различных показателей надежности. Кроме этого, тенденция уплотнения электрических схем, реализуемых в пределах одного модуля, и разнообразие конфигураций элементов еще более усложняют задачу размещения.

В большинстве случаев, инженеры-конструкторы печатных плат вынуждены выполнять процедуры топологического проектирования в интерактивном, то есть ручном режиме современных САПР, хотя последние содержат в себе инструменты автоматизированного размещения элементов и трассировки печатных соединений. Такое недоверие к средствам САПР вызвано несоответствием результатов их работы предъявляемым требованиям, а исправление проекта может занять время, соизмеримое со сроком проектирования в ручном режиме (для процедуры размещения насыщенных схем – свыше одной недели).

Решением данной проблемы усматривается в создании и использовании интегрируемых программных модулей, дополняющих и расширяющих возможности САПР в аспекте автоматизированного проектирования, отвечающего множеству требований. Это позволяет значительно сократить сроки разработки качественного изделия.

На сегодняшний момент создано большое число алгоритмов и методов размещения элементов, в числе которых одними из самых эффективных являются эвристические алгоритмы случайного поиска, например, интенсивно развивающиеся биоинспирированные алгоритмы. Используя в качестве основных критериев метрические характеристики реализации графа электрической схемы (минимальная общая длина соединений или минимальное число пересечений связей) алгоритмы справляются с размещением насыщенных схем за достаточно короткое время. Однако случайный характер начального плана размещения и дальнейшая оптимизация перебором вариантов расстановки элементов в фиксированные позиции по метрическим критериям делают эти алгоритмы малоприменимыми для проектирования прецизионных радиоэлектронных устройств.

В основе методов и алгоритмов, реализуемых программным модулем автоматизированного размещения, должны лежать следующие принципы:

- учет функционально-узловой структуры устройств, локальное разделение узлов с разными типами обрабатываемого сигнала (аналоговый или цифровой) для повышения электромагнитной надежности;

- симметричность размещения функциональных узлов, являющихся подобными – для уменьшения разброса параметров сигнала в одинаковых каналах;

- размещение элементов в соответствии с электрической схемой в плане порядка следования функциональных звеньев обработки сигнала, выдерживание правильного пути его прохождения;

- учет наличия в схеме элементов-источников электромагнитных помех и повышенного тепловыделения.

Важное следствие всех этих принципов и, одновременно, основное требование к методам и алгоритмам можно сформулировать так: положение каждого элемента должно быть обосновано с точки зрения точного и надежного функционирования устройства, а также подчиняться единой конструктивной стратегии размещения. Очевидно, что методы, которые содержат в себе элементы случайности не отвечают данному требованию.

При создании средств автоматизации размещения в контексте усложненной задачи целесообразно применить системный подход, который рассматривает объект проектирования как динамически развивающуюся совокупность сущностей и отношений согласно принципам целостности, иерархичности, структурности, множественности и эмерджентности. Одной из эффективных моделей такого представления является модель мультиагентной системы, которая также позволяет рассматривать элементы как интеллектуальные сущности. Это, в свою очередь, заметно расширяет поле возможных частных процедур размещения и его оптимизационных критериев.

Цель работы описать алгоритмы и процедуры автоматизированного размещения элементов, разработанные на основе мультиагентной модели представления объекта, и реализуемых в виде программного интегрируемого модуля.

В докладе представлена обобщенная алгоритмическая структура интегрируемого программного модуля автоматизированного размещения элементов на печатной плате, в основу функционирования которого заложены модели и принципы решения данной задачи средствами мультиагентной системы. Дано обоснование для создания модуля и использования при его построении агентно-ориентированного подхода и мультиагентной модели. Определен состав и источники входных данных модуля. Описаны алгоритмы частных процедур решения задачи: подготовительных и непосредственного размещения. Описаны ключевые компоненты модуля. Приведена схема обобщенного алгоритма решения задачи, реализуемого модулем.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ МД-3201.2022.1.6.*

## **ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ С УЧЁТОМ ОБЪЕКТА ИЗМЕРЕНИЯ**

А. Н. Першин

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

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

Измерительные системы в настоящее время являются основой функционирования большого числа различных систем автоматического управления, применяемых в различных сферах жизни современного общества. Поэтому так важно при их проектировании учитывать особенности той предметной области, которую необходимо автоматизировать.

Цель исследования определить как общие параметры, которые учитываются для любой измерительной системы, так и особые, характерные для конкретных предметных областей.

В докладе рассмотрены основные виды структур измерительной системы (цепочечная, радиальная, магистральная) [1], их классификация, а также параметры, которые рассматриваются при проектировании ИС для любого вида деятельности, которую необходимо автоматизировать. Кроме того, исследованы особенности измерительных систем в таких областях как медицина, химическая и энергетическая промышленность. Фрагмент сравнения измерительных систем можно представить в виде таблицы.

Название ИС	Область применения	Особенности
Измерительная система физико-химических свойств газа	Анализ газа на промышленных предприятиях по добыче, разведке, сжижения природного газа	Представление пользователю или анализирующее устройство концентраций различных соединений, входящих в состав природного газа, а также удельной теплоты сгорания.
		Возможность работы при высоких температурах (до +120 °С).
		Низкая стоимость.
Измерительная система учёта энергоресурсов	Учёт потребления энергоресурсов промышленного предприятия	Простота монтажа.
		Высокая надёжность.
		Минимальная погрешность измерений.
		Возможность формировать отчёты по заданному шаблону и отправки его на сервер.
Монитор пациента (многофункциональный)	Мониторинг параметров жизнедеятельности в медучреждения	Отображение параметров жизнедеятельности в понятном для врача виде.
		Высокая точность измерений и расчёта параметров пациента

Также рассмотрены основные виды компонентов измерительных систем [2] и их применение в зависимости от выявленных особенностей.

По аналогии с рассмотренными сферами применения измерительных систем, исследование можно распространить почти на любую предметную область. На его основе в дальнейшем будет разрабатываться информационная система по анализу параметров и проектированию измерительных систем.

#### *Библиографический список*

1. Раннев Г.Г. Измерительные информационные системы: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Раннев Г.Г. — М. Издательский центр «Академия», 2010. — 336 с.

2. Аш Ж. Датчики измерительных систем: В 2-х книгах. Кн. 1. Пер. с франц. — М.: Мир, 1992. — 480 с.

## СС/СV УМНЫЙ СМЕСИТЕЛЬ

Пырков А. В.

Научный руководитель – Сускин В.В., доктор технических наук, доцент  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
 имени В.Ф. Уткина**

Смеситель, который подаёт воду нужной температуры и напора, при подносе рук к нему, самостоятельно включается и также выключается, когда мытьё рук окончено.

Несколько лет назад эти слова бы воспринимали как фантастику, а на данный момент – это наше настоящее.

Такие технологии уверенно вошли в нашу жизнь. Это экономит время, природные ресурсы и деньги.

Умный смеситель – смеситель, который самостоятельно подаёт вод, когда мы подносим к нему руки. Прекращает подачу, когда мы убираем руки из-под него. Умный смеситель всё делает за нас. Ненужно настраивать температуру воды или её напор.

Отсутствие рычагов управления – главное отличие от обычных смесителей. В корпусе нашего смесителя установлен датчик, который реагирует на движение. Есть датчики для регулировки температуры. Достаточно коснуться умного смесителя справа или слева, чтобы увеличить или же уменьшить температуру.

Чувствительная зона датчика разная: от 10 до 30 см. Эту чувствительную зону можно регулировать.

Смесители бывают:

- инфракрасные (реагируют на тепло);
- ультразвуковые (активируются движением);
- фотоэлементные (могут включиться даже из-за попадания света);

### *Библиографический список*

3. Сенсорный смеситель [Электронный ресурс].  
<https://greenloft.ru/sensornij-smesitel-cto-jeto-takoe-i-v-chem-ego-preimushhestva-.html>

4. Сенсорный смеситель. Виды и устройства. [Электронный ресурс].  
<https://tehpribory.ru/glavnaia/oborudovanie/sensornyi-smesitel.html>

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ САПР ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ALTIUM DESIGNER и KICAD

А.Н. Сапрыкин

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

В докладе проводится анализ ECAD-систем Altium Designer и KiCad, используемых при разработке электронных систем, в частности, печатных плат.

В различных программах ECAD рабочий процесс проектирования печатной платы аналогичен. На первом этапе на схематической плане размещаются электрические символы. Электрические символы являются частью библиотеки программного обеспечения, но также могут быть созданы в соответствии с индивидуальными требованиями. На этом этапе при завершении схематического плана без ошибок посадочные места могут быть связаны с соответствующими символами. Следующим шагом будет преобразование схематического плана в топологию печатной платы. На этом этапе на печатной плате размещаются посадочные места, а между компонентами размещаются токопроводящие дорожки. После этого шага разводка платы считается готовой, и производитель печатных плат может приступать к её изготовлению.

Altium Designer — это наиболее популярная программа ECAD для проектирования печатных плат с проприетарной лицензией. Она существует на рынке уже почти 20 лет и считается одной из лучших программ для проектирования печатных плат в отрасли.

Правила проектирования схематических драйверов и управление жизненным циклом продукта подразумевают, что проектирование электронной системы начинается со схематического планирования. Электронная проверка правил Altium может применяться в самом начале проектирования электронной системы или на любом этапе управления жизненным циклом продукта. Она помогает находить и устранять ошибки в схеме путем проверки используемых правил.

Altium Design содержит более 400 000 компонентов в своей библиотеке, её можно поддерживать отдельно, а содержимое можно расширять. Файловые библиотеки содержат компоненты локально на компьютере в виде файлов. Компоненты библиотеки можно импортировать из существующих файлов и создавать с нуля с пользовательским уникальным дизайном.

Altium Design поддерживает 3D-редактор плат. Когда проект схемы переведён в печатную плату, Altium Designer может отобразить её трёхмерную модель.

KiCad был выпущен в 1992 году и является широко используемым бесплатным программным обеспечением для проектирования электрических систем и печатных плат. Поскольку основные его функции аналогичны функциям Altium Designer, во многих ситуациях он может выполнять роль его замены.

KiCad может работать в разных операционных системах, например Windows, macOS и Linux. Данное программное обеспечение — открытое, и любой может загрузить его из Интернета и использовать бесплатно. Пользовательский интерфейс KiCad интуитивно понятен и прост. Бесплатные инструкции по использованию и техническую документацию можно найти на официальном сайте. Это делает кривую обучения намного проще.

KiCad автоматически проверяет проект на ошибки с помощью стандартных или настраиваемых правил, например, на сокращения, конфликты или на наличие неподключенных контактов. KiCad имеет свою библиотеку с готовыми компонентами. Он поддерживает импорт внешних компонентов, также по требованию возможно создание новых

пользовательских компонентов библиотеки. Также данная САПР поддерживает 3D-демонстрацию печатной платы. 3D-модель можно экспортировать в виде файла, который впоследствии может быть импортирован в программу MCAD.

Ниже приводится сравнительный анализ Altium Designer и KiCad.

Altium не является бесплатным программным обеспечением и предлагает различные типы лицензий. Его официальный интернет-магазин можно найти по адресу <https://digitalsales.altium.com/>. Повременные лицензии начинаются от 295 евро в месяц, а бессрочная лицензия стоит 9170 евро. KiCad — это бесплатное программное обеспечение, и его стартовые вложения намного ниже, чем у Altium.

Altium совместим только с операционными системами MS-Windows. KiCad может поддерживаться практически всеми популярными операционными системами (MS-Windows, macOS, Linux).

Altium поддерживает удаленную работу и сотрудничество в облаке. Совместная работа с Altium удобна для пользователей, поскольку она поддерживается официально. KiCad сам по себе не поддерживает совместное проектирование печатных плат, но есть сторонние облачные сервисы, которые можно интегрировать с KiCad, например, [www.inventhub.io](http://www.inventhub.io) или Git. Это делает возможным дистанционное сотрудничество с использованием KiCad.

Altium Designer поддерживает иерархическое проектирование схем. Большой проект можно разделить на связанные небольшие функции. Он также поддерживает функцию автоматической маршрутизации. KiCad этими двумя важными функциями не обладает. Благодаря им сложные и большие проекты удобнее вести в Altium Designer.

И Altium Designer, и KiCad имеют возможность просмотра 3D, но Altium лучше поддерживает MCAD, который объединяет ECAD с MCAD. Однако функционал MCAD в Altium недостаточен, чтобы заменить полнофункциональную MCAD-программу.

#### *Библиографический список*

1. Официальный сайт САПР Altium Designer [Электронный ресурс]. URL: <https://www.altium.com/ru/altium-designer/> (Дата обращения 20.10.2022).
2. Официальный сайт САПР KiCad [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kicad.org/> (Дата обращения 20.10.2022).

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ АКУСТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ**

В.Г.Соколов

Научный руководитель – В.П.Корячко, д-р технических наук, профессор  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
 имени В.Ф.Уткина**

В ЖКХ и промышленности используются трубопроводы различного назначения: сети тепло- и водоснабжения, газопроводы, трубопроводы для нефти и нефтепродуктов и т.д. В результате коррозии, избыточного

давления, посторонних механических воздействий, дефектов изготовления в сплошной стенке трубопровода могут возникать отверстия и трещины, через которые начинается утечка транспортируемой среды под давлением. Для устранения утечки необходимо определить ее местоположение на трубопроводе с достаточной точностью.

Наибольшее распространение получил акустический метод поиска, основанный на регистрации шума, возникающего при истечении жидкости или газа под давлением (см. рисунок 1). Чаще всего для поиска используется одноканальный приемник (АП) с акустическим датчиком (ДЗ), при этом место утечки определяется по максимуму сигнала с погрешностью порядка 1м. Меньшую погрешность можно получить, рассчитывая корреляционную функцию (КФ) сигналов датчиков, расположенных по обе стороны от предполагаемого места утечки. Такой течеискатель, как правило, включает в себя двухканальный корреляционный приемник (КП), два усилителя-передатчика с беспроводным каналом связи (УП1 и УП2) и два акустических датчика (Д1 и Д2), устанавливаемых на трубопроводе в колодцах или тепловых камерах. Погрешность корреляционного метода зависит от большого числа факторов, но при благоприятном стечении обстоятельств может составлять не более 0,1м.

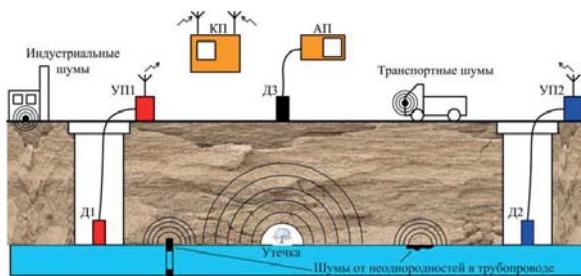


Рисунок 1 - Акустический метод поиска утечек из трубопровода

Рассмотренные методы предполагают наличие квалифицированного человека-оператора, который должен на слух или по форме КФ определить наличие утечки, отстроить приемник от промышленных и транспортных шумов, правильно задать скорость звука и т.д. Снизить влияние человеческого фактора и повысить эффективность поиска утечек можно, заменяя "полуинтуитивные" методы обследования переносными приборами на постоянный интеллектуальный мониторинг проблемных коммуникаций. Для его реализации необходимы акустические датчики, постоянно или временно установленные на трубопроводе. По беспроводному каналу связи данные с датчиков передаются на сервер, который принимает, обрабатывает и накапливает информацию, в том числе реализует нейросетевые алгоритмы для автоматического распознавания звука утечки (см. рисунок 2).



Рисунок 2 - Интеллектуальный акустический мониторинг трубопровода

Системы с использованием интеллектуальных методов уже начинают активно использоваться за рубежом. Например, компания Echologics (Канада) выпускает акустические датчики, объединяемые в единую систему EchoShore-DX беспроводным каналом связи с хабом, несколько хабов используются для более крупных зон мониторинга, которые можно поэтапно расширять. Система EchoShore-DX установлена, в частности, на водопроводной сети штата Нью-Джерси (США). В 2018 г. было обнаружено 198 утечек. Также система из 120 датчиков была развернута в 2018 г. в Сингапуре. Она охватывает более 100 км водопроводной сети. С помощью данной системы, в частности, была обнаружена утечка в стальной трубе под главной автомагистралью города, погрешность определения утечки составила всего 0,5 м.

Компанией Aquarius Spectrum (Израиль) разработана система акустического мониторинга AQS Multisensor. В 2019 г. был выполнен пилотный проект по обнаружению утечек в водопроводной сети г.Брешиа (Италия). Были установлены 39 акустических датчиков, контролирующих суммарно около 15 км труб. В течение одной недели эксплуатации были обнаружены 10 скрытых утечек, в течение последующих нескольких месяцев - еще около 20, с погрешностью не более 1 м.

Таким образом, современное состояние вычислительной техники и положительный зарубежный опыт позволяют говорить о целесообразности внедрения интеллектуальных систем акустического мониторинга. Такие системы позволяют:

- снизить рутинную нагрузку на оператора;
- сократить время на поиск и уточнение места утечки;
- уменьшить вероятность аварий и сократить экономический ущерб от утечки.

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАСЧЕТА ОРТОДРОМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

А.Е. Соколова

Научный руководитель – Эварт Т.Е., к.ф.-м.н., доцент

**Арзамасский политехнический институт имени Р.Е. Алексеева**

В работе рассматривается разработка алгоритма расчета ортодромических параметров для внедрения в состав специального программного обеспечения инерциальной системы управления беспилотным летательным аппаратом.

Ортодромия представляет собой дугу большого круга и, следовательно, является наикратчайшим расстоянием между двумя точками на поверхности Земли [1]. Соответственно, выбор данного способа построения маршрута позволяет добиться его минимальной длины.

Управление летательным аппаратом (ЛА) осуществляется исходя из его текущего состояния, которое характеризуется значениями определенных параметров. Таким образом, при полете по ортодромии, необходимым является расчет параметров движения, в проекциях на оси ортодромической системы координат (СК).

Ортодромическая СК относится к числу сферических, отличие заключается в расположении полюса, который смещен относительно географического [2]. Линия ортодромии является частью условного экватора, перпендикулярные ему линии образуют условные меридианы, при пересечении которых определяется новое положение полюса. Положение объекта в ортодромической СК описывается его ортодромической широтой и долготой.

К необходимым для расчета параметрам относятся: остаточная дальность (ортодромическая долгота), боковое отклонение (ортодромическая широта), ортодромическая скорость, угол отклонения оси ЛА от линии ортодромии.

В основе алгоритма, позволяющего осуществить расчет перечисленных выше параметров, лежит расчет координат ортодромического полюса, которые осуществляется по формулам:

$$\varphi_{\Pi} = \arctan \left( \frac{\sin(\lambda_2 - \lambda_1) \cdot \cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2}{\sqrt{(-\sin \varphi_2 \cdot \cos \varphi_1 \cdot \cos \lambda_1 + \sin \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 \cdot \cos \lambda_2)^2 + (\sin \varphi_2 \cdot \cos \varphi_1 \cdot \sin \lambda_1 - \sin \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 \cdot \sin \lambda_2)^2}} \right),$$

$$\lambda_{\Pi} = \arctan \left( \frac{-\sin \varphi_2 \cdot \cos \varphi_1 \cdot \cos \lambda_1 + \sin \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 \cdot \cos \lambda_2}{\sin \varphi_2 \cdot \cos \varphi_1 \cdot \sin \lambda_1 - \sin \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 \cdot \sin \lambda_2} \right),$$

где  $\lambda_1$   $\lambda_2$   $\varphi_1$   $\varphi_2$  – сферические координаты начального и конечного пунктов маршрута.

Были проведены испытания изделий, в информационную систему которых заложен разработанный алгоритм, а также алгоритм, основанный на формулах Винсенти [3]. Формулы Винсенти позволяют решать прямую и обратную геодезическую задачи с очень высокой точностью, однако существенным недостатком данного метода является громоздкость вычислений, что сильно нагружает систему. Поэтому результаты, полученные по формулам Винсенти считаются эталонными и служат для

верификации разработанного алгоритма. В качестве сравниваемого параметра для оценки точности работы алгоритма выбрано значение длины ортодромии.

Испытания проводились по траектории, содержащей в себе три ортодромии (рисунок 1). Было проведено 4 испытания в различных точках Земли: в северном и южном полушариях, при пересечении экватора, при высоких значениях географических широт и долгот.

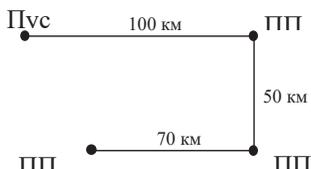


Рисунок 1 – Траектория движения по трем ортодромиям.

В таблице 1 приведены значения рассогласований длин ортодромий, полученные при сравнении результатов работы разработанного алгоритма и алгоритма, основанного на формулах Винсенти.

Таблица 1 – Рассогласования длин ортодромий

Место проведения испытаний	Ортодромия №1 (100 км), м	Ортодромия №2 (50 км), м	Ортодромия №3 (30 км), м
1. Северное полушарие	1,1	0,2	0,7
2. Южное полушарие	1,1	0,3	0,7
3. Пересечение экватора	0,0003	0,003	0,000002
4. Высокие значения геодезических широт и долгот	0,4	0,1	0,35

По результатам испытаний видно, что значение ошибки не превышает 1,2 м. Таким образом, полученные результаты подтверждают методическую точность разработанного алгоритма. Кроме того, данный алгоритм не задействует итерационных вычислений, то есть является простым с вычислительной точки зрения.

#### Библиографический список

1. Черный М. А. Самолетовождение. Черный М. А., Кораблин В. И. Изд-во «Транспорт», 1973 г., 368 с.
2. Шивринский В. Н. Бортовые вычислительные комплексы навигации и самолётовождения: конспект лекций / В. Н. Шивринский. – Ульяновск: УлГТУ, 2010. – 148 с.
3. Vincenty formula for distance between two Latitude/Longitude points [Электронный ресурс] URL:

<https://fypanandroid.wordpress.com/2011/08/10/vincenty-formula-for-distance-between-two-latitude-longitude-points/>

## **ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЯ РСГУ**

Е.П. Трусов, А.В. Ермачихин, В.Г. Литвинов

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

В докладе рассматривается ряд вопросов, связанных с обработкой тока релаксации методом Laplace-DLTS.

Процесс релаксации заполнения глубоких уровней в полупроводниковой структуре обычно представляют спектром релаксационных процессов, связанных с каждым дефектом отдельно. Если все элементарные релаксационные процессы можно представить экспоненциальной функцией, суммарный сигнал релаксации будет равен:

$$f(t) = \int_0^{+\infty} F(s)e^{-st} ds, \quad (1)$$

где  $s$  – скоростью эмиссии, а  $F(s)$  – спектр релаксационного процесса.

Поиск спектра релаксации является нестандартной задачей.

Метод Laplace-DLTS основан на решение уравнения (1) с помощью метода регуляризации Тихонова. Применение данного метода позволяет получить разделение сигналов от нескольких близко расположенных глубоких центров в запрещенной зоне полупроводниковой структуры вплоть до 2кТ [1].

Для реализации метода Laplace-DLTS использовались экспериментальные данные, полученные с помощью измерительного комплекса токовой релаксационной спектроскопии глубоких уровней [2], и свободно распространяемое программное обеспечение CONTIN [3]. Выходные данные измерительного комплекса предоставляют собой набор экспериментальных данных, состоящих из температур и тока релаксации.

Для использования ПО CONTIN необходимо представить данные в формате время(с) и соответствующий этому времени ток (А). На выходе строится график скорости эмиссии (Гц) носителей заряда с глубокого уровня.

На рисунке 1 представлен график функции спектральной плотности  $F(s)$  для конкретной температуры содержащий два пика, полученный с помощью ПО CONTIN. На основе идентификации полученных пиков имеется возможность определить их соответствие дефектным состояниям, а также вычислить энергии активации, площади сечения испускания и захвата.

Для сокращения количества времени на обработку данных доработано программное обеспечение. Каждый пик на графике аппроксимируется полином и выводится скорость эмиссии автоматически. Также набор данных для каждой температуры автоматически подается на вход ПО CONTIN.

В результате расчетов формируются файлы формата csv, в которых находятся температуры и соответствующие им скорости эмиссии, необходимые для построения прямой Аррениуса.

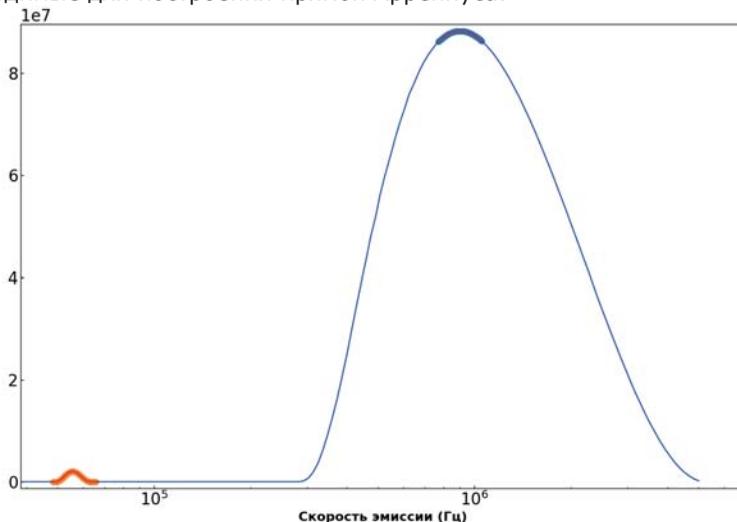


Рисунок 1– Функция спектральной плотности  $F(s)$

Таким образом, данный способ обработки спектров РСГУ с преобразованием Лапласа может повысить скорость получения информации о глубоких уровнях в полупроводниковой структуре.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (FSSN-2020-0003) с использованием оборудования Регионального центра зондовой микроскопии коллективного пользования при Рязанском государственном радиотехническом университете им. В.Ф. Уткина.

#### *Библиографический список*

1. Dobaczewski L., Peaker A.R., Bonde Nielsen K. Laplace-transform deep-level spectroscopy: The technique and its applications to the study of point defects in semiconductors // Applied Physics Letters. 2004. V.96. P. 4689-4728.
2. Ермачихин А.В., Литвинов В.Г. Автоматизированный измерительный комплекс токовой релаксационной спектроскопии глубоких уровней // Приборы и техника эксперимента. 2018. № 2. С. 118-123.
3. Provencher S.W. CONTIN: A general purpose constrained regularization program for inverting noisy linear algebraic and integral equations // Computer Physics Communications. 1982. Vol. 27. Issue 3. pp. 229-242.

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СРЕДСТВ ИЗУЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ**

Н.Е. Урускин, М.В. Ленков

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

Одной из важных задач, решаемых при разработке радиоэлектронной аппаратуры, является оптимальный выбор микроэлектронной элементной базы для проектируемого изделия. Применяемые в электронных средствах (ЭС) электронные компоненты (ЭК), характеризуются номинальными значениями параметров (сопротивлением для резисторов по ГОСТ 24238-84, емкостью для конденсаторов по ГОСТ 27778-88, индуктивностью для катушек индуктивности по ГОСТ 2.723-68 Группа Т52 и т.д.), допуском на эти параметры, их зависимостью от температуры, уровнем шумов, предельными режимами (максимальной мощностью рассеяния, напряжением или током), конструктивным исполнением, предельными климатическими и механическими воздействиями, надежностью и другими технико-эксплуатационными показателями.

К каждому электронному компоненту, используемому в электронном устройстве, предъявляется набор определенных требований, которые формулируются исходя из следующих критериев: анализа работы устройства и условий его эксплуатации.

Выбор ЭК производится на основании документов, по которым проводится проектирование ЭС. В частности, к исходным документам на этапе проработки конструкции относятся схемы электрические (принципиальные, функциональные и структурные), перечни элементов к схемам и карты электрических режимов работы электронных компонентов.

Из анализа работы прибора можно выявить функциональное назначение конкретного элемента, соответственно, определить требования к физическим параметрам, обеспечивающим оптимальное выполнение возложенных на него функций. К таким параметрам, в частности, относятся частотные свойства компонентов, шумовые свойства, температурная стабильность.

При этом, как правило, номинальные значения основных электрических параметров компонентов, таких как сопротивление резисторов, емкость конденсаторов и другие, уже определены с помощью компьютерного моделирования или макетирования схемы устройства.

В настоящее время, для определения параметров компонентов используются следующие испытательные стенды:

1. учебное устройство по электротехнике [1];
2. стенд для изучения электронных средств автоматизации [2];
3. учебный стенд по электронике [3] (структурная схема изображена на рисунке 1);
4. стенд для изучения гибридных электронных устройств [4] и др.

Приведенные технические средства изучения и исследования параметров электронных компонентов имеют ряд особенностей, которые требуют дальнейшей доработки, а именно:

- 1) отдельные миниблоки, содержащие объект изучения, выполнены таким образом, что обучающийся не видит сам радиоэлектронный

компонент, а видит только его условное графическое отображение, что снижает дидактические возможности стендов. Обучающийся не получает представления о различных видах корпусов электронных компонентов, о цоколевке электронных компонентов и т.д. Кроме того, такое конструктивное решение (размещение электронного компонента внутри миниблока) удорожает конструкцию миниблока.



Рисунок 1. Структурная схема учебного стенда по электронике [3]

2) платы для данных устройств экономически затратны в изготовлении в силу их сложной формы. Кроме того, поскольку измерительные приборы также выполнены на отдельных платах, для сборки стенда требуется дополнительное время на установку на магнитную доску плат с измерительными приборами.

Для устранения данных недостатков, предлагается использовать для изготовления конструктивных элементов подобных технических средств метод аддитивных технологий, а именно технологии 3d-печати.

Применение технологии 3D-печати позволит сократить затраты на производство испытательных стендов, уменьшить их габаритные размеры, повысить информативность и функциональность, а также улучшить эргономические параметры изделия.

#### *Библиографический список*

1. Патент № 2239872 Российская Федерация МПК G09b23/18. Учебное устройство по электротехнике /Поваляев О.А., Ярошевский М.Л., Хоменко С.В.; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью Фирма «СНАРК»; заявл.23.04.2003г; опубл.10.11.2004г.

2. Патент № 2279718 Российская Федерация МПК G09B23/18. Стенд для изучения электронных средств автоматизации/ Ройтбург Ю.С., Редькин С.В., Плешаков С.Б.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное унитарное предприятие Научно конструкторско-технологическое бюро «Парсек»; заявл.11.01.2005г; опубл.10.07.2006г.

3. Патент №2067779 Украина МПК G09B23/18. Учебный стенд по электронике/ Яндоло В.Д., Дрейслер С.И.; заявитель и патентообладатель Малое государственное предприятие «Харьковский политехнический институт-системы управления и автоматического регулирования»; заявл.10.06.1996г.; опубл.10.10.1996г.

4. Патент № 2493609 Российская Федерация МПК G09B23/18. Стенд для изучения гибридных электронных устройств/ Редькин С.В., Плешаков С.Б.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ «Тольяттинский государственный университет», Общество с ограниченной ответственностью «Научный консультационно-технологический центр Пролог»; заявл.29.03.2012; опубл.20.09.2013

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВИБРОИСПЫТАНИЯМИ В СРЕДЕ MATLAB**

А. Л. Шаров, А. М. Никитин

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

В современных условиях важнейшим показателем качества объектов является их надежность (военная и космическая техника, транспортные средства и др.). Ввиду того, что в условиях эксплуатации на многих объектах происходят процессы, порождающие вибрацию, которая отрицательно влияет на их прочность и работоспособность, вопросам вибрационной надежности необходимо уделять должное внимание, особенно на этапах проектирования, разработки и испытаний.

Испытания помогают выявить различные механические повреждения, а также способность объектов выдерживать воздействия вибраций. Во время испытаний объект подвергают воздействию случайной или гармонической вибрации с заданным уровнем в пределах широкой полосы частот.

Необходимым условием для улучшения качества, надежности и срока годности техники, является применение автоматизированных систем управления виброиспытаниями (АСУВ). Система управления виброиспытаниями – комплекс, который предназначен для проверки надежности изделий, которые при сборке, транспортировке и эксплуатации могут подвергаться воздействию случайной или гармонической вибрации. АСУВ обеспечивают формирование и подачу сигнала на усилитель мощности вибростенда, регистрируют при помощи датчиков текущее состояние процесса испытаний и по специальным алгоритмам корректируют подаваемый сигнал. АСУВ решают задачу воспроизведения заданного вибрационного состояния технических объектов с помощью специальных стендов.

Целью данной работы является моделирование цифровой автоматизированной системы управления виброиспытаниями в пакете Simulink/Matlab. При этом в системе моделируется широкополосная

случайная вибрация с граничной частотой спектра до 5 кГц. Модель включает в себя управляемый генератор случайного процесса, с регулируемой формой спектральной плотности (УГ), тракт усилитель-вибростенд изделие с преобразователями ЦАП и АЦП (УВИ), анализатор спектра выходного сигнала в контролируемой точке объекта (АС), блок управления (БУ), который на основе анализа заданной спектральной плотности и ее оценки в контролируемой точке объекта вырабатывает корректирующее воздействие на управляемый генератор.

УГ реализован во временной области и осуществляет операцию линейной свертки весовой функции с входной равновероятной последовательностью двоичных цифр, спектроанализатор вычисляет оценку спектральной плотности амплитуд выходного сигнала в контролируемой точке объекта с помощью алгоритма БПФ, БУ на основе сравнения заданной и фактической спектральных плотностей в контролируемой точке объекта вырабатывает корректирующее воздействие на УГ в соответствии с эффективным в вычислительном отношении алгоритмом с открытой идентификацией тракта усилитель-вибростенд [1].

В качестве объекта управления в системе использовался линейный многорезонансный объект. Показано, что приемлемая точность воспроизведения заданного вибрационного состояния достигается уже после 2-3 итераций алгоритма управления. При этом заданная спектральная плотность была представлена в форме кусочно-линейной функции.

Данная модель была реализована в пакете Simulink/Matlab. Она может использоваться в дальнейшем для организации управления объектами, в которых проявляются нелинейные свойства, что требует разработки специальных алгоритмов управления.

#### *Библиографический список*

1. Демашов В.С., Кузнецов В.П., Никитин А.М. Автоматизированная система управления виброиспытаниями // Приборы и системы управления. – 1993. – № 9. – С. 23–28.

---

**Секция 10. КОСМИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

---

**РАССМОТРЕНИЕ БЫСТРЫХ МЕТОДОВ  
ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВИДЕОКАДРОВ  
ДЛЯ БОРТОВЫХ СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ**

М.Ю. Звездочкин

Научный руководитель – Мионов В.В., д-р физ.-мат. наук, профессор  
**Филиал акционерного общества «Ракетно-космический центр  
«Прогресс» - особое конструкторское бюро «Спектр»  
Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В.Ф. Уткина**

Предлагаемый доклад посвящён проблеме восстановления искажённых кадров видеoinформации, принимаемой с бортовых систем видеоконтроля ракет-носителей по радиоканалу. Для рассматриваемых систем характерно, что видеoinформация передаётся по радиоканалу, по тем же частотам и с теми же средствами приёма, что и для телеметрической информации.

В настоящее время для восстановления искажённой информации применяется помехоустойчивое кодирование по Риду-Соломону [1]. Оно исправляет подавляющее большинство ошибок, возникающих при передаче цифрового видеосигнала по радиоканалу. Неисправленные же ошибки имеют характер искажений фрагментов отдельных кадров.

В литературе рассматривались различные методы маскирования искажений видеoinформации, в частности, пространственное маскирование на основе классификации подобластей искажённой области, пространственное маскирование с использованием адаптивных словарей, временное маскирование на основе оценки визуальной заметности искажений вдоль границ области, временного маскирования с использованием оптического потока и поиском неоднородностей поля векторов [2]. К достоинствам этих методов относятся высокое качество скорректированной видеoinформации и применимость при работе с любыми распространёнными видеокодеками.

Вместе с тем для трансляции видеорепортажа в процессе пуска и подготовки к нему ценность представляют и более математически простые методы, не требующие анализа видеопотока на большой длительности и не требующие больших вычислительных ресурсов.

В частности, при применении кодеков с независимым сжатием кадров мы можем в полной мере использовать для обнаружения и восстановления ошибок присущую им информационную избыточность. Для кодека Motion JPEG, кроме того, можно использовать его специфику: типовое искажение MJPEG-кадра имеет ярко выраженный строчный характер и визуально представляет собой одну или несколько прямоугольных областей из двух и более строк с чёткими вертикальными границами.

Указанные особенности искажений в MJPEG-кадрах дают возможность использовать для их обнаружения разность яркостных компонентов в цветовом пространстве RGB [3]:

- между соседними строками одного кадра;
- между соответствующими строками двух последовательно идущих кадров (с ограничениями).

Если суммарный показатель разностей отдельных пикселей по всей строке для соседних строк превышает пороговое значение (взятое, например, по методу «трёх сигм»), фиксируется начало искажённого участка. Если произошло повторное превышение, но при этом разность проверяемой строки со строкой соседнего кадра не превышает, порог, фиксируется окончание искажённого участка.

Простейший метод сглаживания обнаруженных таким образом искажений состоит в копировании искажённых строк из соседнего кадра. Метод хорошо работает в случае, когда искажённому кадру предшествует заведомо достоверный, т.е. восстановление эффективно для помех в одиночных кадрах.

Если же несколько искажённых кадров следуют один за другим, метод теряет свою эффективность. В этом случае целесообразно либо отказаться от восстановления, либо ограничиться ещё более простыми методами, основанными на анализе только текущего (восстанавливаемого) кадра.

В простейшем случае при обнаружении серии искажённых строк верхняя половина серии заменяется последней строкой предыдущего качественного участка, нижняя – первой строкой следующего за искажённым качественного участка. Метод приемлемо функционирует при 1-4 искажённых строках. Если искажённый фрагмент больше, он вырождается в совокупность вертикальных линий, а граница верхней и нижней половин участка отчётливо видна как разрыв.

Усовершенствованный вариант этого метода – линейная аппроксимация пикселей по столбцам. Он позволяет получить приемлемый для глаза размытый вид без резких границ, что позволяет использовать его для восстановления дефектных областей до 10-15 строк.

Все рассмотренные методы предназначены в первую очередь для трансляции видеорепортажа в процессе пуска, в частности, улучшения зрительного восприятия видеопотока. Для анализа в отложенном времени предпочтительно выбраковывать искажённые кадры, а не маскировать искажения. Метод же обнаружения искажений, описанный в докладе, пригоден и в этом случае.

#### *Библиографический список*

1. Блейхут Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки. – М.: Мир, 1986. – 576 с.
2. Куликов Дмитрий Леонидович. Методы маскирования искажений в видео потоке после сбоев в работе кодека: диссертация ... кандидата физико-математических наук: 05.13.11 / Куликов Дмитрий Леонидович; [Место защиты: Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова]. – Москва, 2009.- 164 с.: ил. РГБ ОД, 61 09-1/682
3. М.Ю. Звездочкин, Г.Ю. Геннадьев, С.М. Белоусов. Способ быстрого восстановления искажённых фрагментов кадров при передаче информации

бортовых систем видеоконтроля // Материалы VII Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы ракетно-космической техники» (V Козловские чтения»), Самара, 2017. Т.2, с. 218.

## **МОДУЛЬ РАДИОПРИЕМНИКА РЛС СОПРОВОЖДЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Колегова А.А.

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

В работе рассматривается проектирование СВЧ-модуля с минимальными массогабаритными показателями.

В процессе проектирования происходит выбор и обоснование функциональной схемы РЛС и структурной схемы приемника. В данной работе спроектирован СВЧ модуль, состоящий из антенного переключателя, фильтра и смесителя.

Основной частью проекта является расчет и определение параметров радиоприемника, таких как коэффициент усиления антенны, полоса пропускания линейного тракта радиоприемника, частота гетеродина, коэффициент усиления ВЧ тракта, селективность. Далее реализуется расчет устройств СВЧ модуля радиоприемника (фильтра входной цепи, смесителя, антенного переключателя).

С использованием САПР проводится разработка топологий устройств СВЧ модуля. производится расчет размеров корпуса и выбирается материал (алюминиевый сплав, на основании его малого удельного веса).

Для проверки работоспособности СВЧ модуля с помощью САПР проводится машинное моделирование и, если необходимо, последующая оптимизация.

В результате чего получили улучшение всех рассматриваемых параметров разрабатываемых устройств. Так для антенного переключателя по результатам оптимизации коэффициент стоячей волны в полосе пропускания уменьшился на 40%, потери в режиме пропускания и запираания улучшили на 28% и 2% соответственно. Оптимизация полосового фильтра позволила снизить потери в полосе пропускания на 40%, а коэффициент стоячей волны на 31%.

Так же, удалось улучшить массогабаритные показатели.

### *Библиографический список*

1. Васильев Е.П. Математическое и программное обеспечение для автоматизированного проектирования микроволновых частотно-избирательных и управляющих устройств: Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Рязань, 1999, 521.

2. Трофимов Л.А. Проектирование радиоприемных устройств СВЧ. – Казань: КГТУ, 2005, 240 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ГРУЗОВЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА СПУТНИКОВЫХ СНИМКАХ**

Н.А. Кононенко

Научный руководитель – Головнин О.К., канд. техн. наук, доцент  
**Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева**

Проведение бизнес-разведки дает автотранспортному предприятию возможность получить прибыль и занять свое место в изменчивой рыночной среде, поскольку наличие актуальной информации о новейших тенденциях и спросе является сегодня одним из ключевых факторов развития предпринимательской деятельности [1, 2]. В системах бизнес-разведки для автотранспортной отрасли в качестве источников данных могут быть использованы данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Проведены исследования различных искусственных нейронных сетей для решения задачи детектирования грузовых транспортных средств на спутниковых снимках. В качестве источников данных для обучения нейросетей использовались данные, размещённые в свободном доступе в бесплатных каталогах в сети Интернет. Проведенные в работе исследования показывают, что сверточные нейронные сети с выпрямленной линейной функцией активации для сверточного слоя лучше других показывают себя в решении задач обработки изображений, имеющих высокое пространственное разрешение, позволяют обеспечить частичную инвариантность к масштабу и устойчивость к дефектам съемки, которые характерны для данных ДЗЗ.

Таким образом, предлагается применять глубокие сверточные нейронные сети с выпрямленной линейной функцией активации для сверточного слоя в разработанной автоматизированной системе мониторинга грузовых перевозок на основе данных дистанционного зондирования Земли [3]. Ожидается, что разрабатываемая на основе выбранной топологии нейронной сети автоматизированная система позволит повысить эффективность процесса сбора данных для оценки политики в области логистики транспортных перевозок.

### Библиографический список

1. Гжешкевич В.С., Мамышева Е.А. Бизнес-разведка как фактор обеспечения экономической безопасности хозяйствующего субъекта // Экономика и управление: вызовы, проблемы, перспективы. – 2020. – С. 646-650.
2. Гурулев Д.А. Бизнес-разведка на основе открытых источников с помощью автоматизированной информационной системы // Информационные технологии в науке, бизнесе и образовании. – 2020. – С. 56-61.
3. Головнин О.К., Кононенко Н.А. Автоматизированная система мониторинга грузовых перевозок на основе данных дистанционного зондирования Земли // Перспективные информационные технологии: труды междунар. конф. – Самара : СНЦ РАН, 2022. – С. 305–307.

## ПРИМЕНЕНИЕ АППАРАТА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В МЕТОДОЛОГИИ СОСОМО II

Н.В. Куликов

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

В докладе рассматривается возможность применения аппарата нечёткой логики в методологии оценки программного обеспечения СОСОМО II.

В методологии СОСОМО II [1] для уточнения оценки используются следующие критерии:

1. Факторы масштаба (прецедентность, гибкость, риски и т.д.).
2. Множители трудоёмкости (квалификация персонала, его опыт, сложность продукта и т.д.).

Согласно описанию СОСОМО II, оценка критериев производится сравнительными категориями - «Низкий», «Средний», «Высокий» и др. В соответствии с выбранной категорией применяется тот или иной коэффициент. Подробнее о значениях этих коэффициентах в [1].

Обязанность оценки этих критериев возлагается на системного аналитика или на самого разработчика. В любом случае, оценка такого рода является субъективной и неточной.

Задача формирования подобных оценок переходит в разряд задач для экспертных систем. Для решения подобных задач можно с успехом использовать такой инструмент как нечёткое моделирование и нечёткую логику [2].

Если эксперту трудно точно определить категорию какого-либо критерия, то можно использовать промежуточное значение. С помощью нечёткой логики можно определить функции принадлежности к каждой из категорий для всех оценок в любом диапазоне (например, оценивать можно по 10-бальной шкале).

В таком случае, оценка того или иного критерия будет определяться как:

$$X = \sum_{j=1}^m c_j \cdot \mu(c_j)$$

где  $X$  - критерий методологии СОСОМО II (фактор масштаба или множитель трудоёмкости,  $m$  - число категорий оценки,  $c_j$  - значение коэффициента соответствующей категории,  $\mu(c_j)$  - значение функции принадлежности для соответствующей категории.

Таким образом, при помощи аппарата нечёткой логики, можно значительным образом уточнить оценку, полученную с использованием методологии СОСОМО II. Более того, подобный подход к оценке гораздо расширяет возможности самой методологии за счёт увеличения гибкости оценки.

### *Библиографический список*

1. Орлов С. А. Технологии разработки программного обеспечения: разработка сложных программных систем: учеб. для студ. вузов по спец. "Программное обеспечение вычисл. техники и автоматизир. систем",

"Информатика и вычисл. техника" / С.А. Орлов. — 3-е изд. — СПб. [и др.]: Питер, 2004. — 526 с.

2. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. - СПб.: БХВ-Петербург, 2003. - 736 с.

## **ИЕРАРХИЧЕСКАЯ КЛАСТЕРИЗАЦИЯ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕКТРАЛЬНО-ТЕКСТУРНЫХ ПРИЗНАКОВ**

С.М. Ларионов

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

В последние десятилетия в области дистанционного зондирования Земли выделяется направление гиперспектральной съемки [1], позволяющей получать подробные данные о спектральном составе наблюдаемой сцены. За счет этого повышается качество оценки физической природы объектов подстилающей поверхности. Ввиду большой размерности получаемой информации обработка гиперспектральных аэрокосмических снимков предъявляет высокие требования к вычислительным ресурсам.

В исходном пространстве признаков по каждой из осей откладывается значение электромагнитного излучения, фиксируемого в соответствующем спектральном канале, для каждой точки изображения. Для снижения размерности и сохранения информативности пространства признаков может быть использован метод главных компонент [2, 3]. В соответствии с данным подходом на каждой итерации формируется новая переменная как комбинация исходных переменных (спектральных каналов), максимизирующая дисперсию и некоррелированная с предыдущими новыми переменными формируемого пространства признаков. Число новых переменных/осей может быть определено по правилу перегиба [4]. Если на графике отложить значение дисперсии для каждой новой переменной, то будет заметно, что в какой-то момент происходит резкое снижение дисперсии (перегиб графика) – на данной итерации формирование нового пространства признаков заканчивается.

Для повышения информативности в качестве дополнительных высокоуровневых признаков могут быть включены текстурные признаки Харалика [5]: однородность, энтропия, контраст. Таким образом, новое гиперпространство признаков позволит учитывать не только особенности представленных объектов в спектральной области, но и взаимное расположение точек сцены (составляющих объекты) в пространственной области.

Задача разбиения изображений дистанционного зондирования на характерные области может решаться с помощью алгоритмов, обучаемых с учителем. Получение достаточного объема размеченных аэрокосмических снимков, необходимых для построения таких алгоритмов, является трудоемким/дорогостоящим процессом [6]. Для ряда задач (например, идентификация аномальных объектов на снимке) в принципе сложно набрать обучающую выборку. Поэтому для семантического анализа

изображений могут быть использованы алгоритмы кластеризации, не требующие предварительного обучения. Хорошо зарекомендовавшим себя и требующим малое число предварительно задаваемых параметров подходом является иерархическая кластеризация [7, 8]. На нулевом шаге вычисляется матрица попарных расстояний между точками. В качестве метрики близости точек используется косинусное расстояние. Вначале выбирается пара с наименьшим расстоянием и объединяется в кластер. Расстоянием от данного кластера до точки (или другого кластера) является минимальное расстояние от элемента кластера. Затем объединяется следующая пара с наименьшим расстоянием и так до тех пор, пока все изображение не будет объединено в один кластер. В результате получается древовидная структура вложенности кластеров. Число кластеров выбирается путем отсечения минимально возможного расстояния между кластерами, которое так же может быть определено методом перегиба.

В докладе представлены результаты экспериментальных исследований на изображениях Indian Pines, Salinas, Pavia Centre and University [9]. оценивается точность и надежность разбиения для каждого кластера данных. Сравнивается качество обработки и уровень вычислительных затрат для обработки исходных снимков и снимков после снижения размерности, с добавлением и без добавления текстурных признаков.

#### *Библиографический список*

1. Антонов, В. А. Возможности гиперспектрального дистанционного зондирования // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: естественные и технические науки. - 2019. - № 11-2.- С. 35-38.
2. Pearson, K. On lines and planes of closest fit to systems of points in space // Philosophical Magazine. – Vol. – 2 pp. 559-572.
3. Gorban, A. N., Sumner, N. R., Zinovyev, A. Y., Topological grammars for data approximation // Applied Mathematics Letters. – 2007. – Vol. 20, Iss. 4 – pp. 382—386.
4. Jolliffe, I. Principal Component Analysis // Springer, 2002
5. Haralick, R. M. Statistical and structural approaches to texture // Proceedings of the IEEE. – 1979. – Vol. 67, Iss. 5. – pp. 786 – 804.
6. Ghamisi, P., Yokoya, N., Li, J., Liao, W., Liu, S., Plaza, J., Rasti, B., Plaza, A. Advances in Hyperspectral Image and Signal Processing: A Comprehensive Overview of the State of the Art // IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine. – Vol. 5. – Iss. 4. –pp. 37–78.
7. Sibson, R. SLINK: an optimally efficient algorithm for the single-link cluster method // The Computer Journal. British Computer Society. – 1973. – Vol. 16, Iss. 1. - pp.30–34.
8. Nielsen, F. Hierarchical Clustering // Springer. – 2016. - pp. 195–211.
9. [https://ehu.eus/ccwintco/index.php?title=Hyperspectral\\_Remote\\_Sensing\\_Scenes](https://ehu.eus/ccwintco/index.php?title=Hyperspectral_Remote_Sensing_Scenes)

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОИСКОВЫХ АСТРОФИЗИЧЕСКИХ ЗОНДОВ ДЛЯ  
СБОРА И АНАЛИЗА ВНЕЗЕМНЫХ ФЛУОРЕСЦИРУЮЩИХ  
НАНООБЪЕКТОВ В ОКРЕСТНОСТЯХ ТОЧЕК ЛИБРАЦИИ ПЛАНЕТ,  
ВХОДЯЩИХ В СОЛНЕЧНУЮ СИСТЕМУ**

В.А. Линьков, С.Ю. Линькова

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

В докладе рассматриваются варианты конструкций астрофизических зондов, построенных на базе исследовательских малоразмерных бинарных космических аппаратов (БКА) весом менее 1000 грамм, предназначенных для поиска и сбора в космическом пространстве наноразмерных объектов внеземного происхождения, скопления которых расположены в окрестностях точек либрации (точек Лагранжа) в виде пылевых облакоподобных структур (например, пылевые облака Кордылевского в системе Луна-Земля). Цель исследований – на основании изучения собранных БКА материалов внеземного происхождения, их физико-химического анализа и классификации – осуществление последующего синтеза подобных наночастиц с новыми свойствами, не встречающимися на Земле.

Используемые в докладе словосочетание «бинарный космический аппарат» (БКА) понимается как космический аппарат, состоящий из двух корпусов и одной общей армированной гибкой ленточной солнечной батареи, расположенной между ними, разворачиваемый за счет разматывания солнечной батареи, смотанной в рулон при реверсивном перемещении одного корпуса относительно другого в противоположные стороны и обратно, осуществляемом с помощью мультивекторных матричных ракетных двигателей. Гибкая ленточная солнечная батарея – это гибкая диэлектрическая ленточная подложка, на которую нанесен массив соединенных между собой тонкопленочных солнечных фотоэлементов в сочетании с микроконтейнерами для сбора нанообъектов. Точки либрации – это точки, где гравитационное и центробежное ускорения, воздействующие на помещенное в окрестностях точки тело, уравновешиваются, в связи с чем, так называемые «малые тела», могут там накапливаться [1].

В БКА используются системы с сочетанием электрических и магнитных полей для отдельного сбора нанообъектов с различными физико-химическими свойствами [2-5]. Кроме поиска и сбора проводится анализ на месте (in situ) [6-9] на наличие флуоресценции с указанием номера контейнера с целью коррекции траектории сканирования БКА для более подробного изучения данного места, так как наночастицы при изменении гравитации или деформации могут переходить из излучающих в безызлучаемые и обнаружить их для проведения физико-химического анализа на Земле в массе других наночастиц будет крайне сложно.

Предложенные конструкции БКА позволяют осуществить сочетание сканирования по поисковой траектории исследуемой пылеоблачной структуры с одновременным отдельным сбором нанообъектов с магнитными и немагнитными свойствами, попавшими в зону притяжения электрических и магнитных полей. Реализовать конвейерную

герметизацию собранных на жесткие диэлектрические микроподложки нанообъектов, разделенных по классам и размещенных в соответствующих микроконтейнерах, транспортируемых на Землю в виде компактного рулона.

*Библиографический список*

1. Точки либрации в небесной механике и космодинамике., *Маркеев А.П.*, Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», М.,1978 г. 312 стр.

2. Бинарный космический аппарат для поиска и сбора внеземных нанообъектов с магнитными свойствами в окрестностях точек либрации: Патент на изобретение RU 2761686 C1, 13.12.2021. Заявка № 2021110352 от 13.04.2021. / *Линьков В. А.*

3. Бинарный космический аппарат для поиска и сбора внеземных объектов со свойствами квантовых точек и апконвертирующих наночастиц в окрестностях точек либрации: Патент на изобретение 2749431 C1, 10.06.2021. Заявка № 2020135104 от 26.10.2020. / *Линьков В. А.*

4. Бинарный космический аппарат для поиска и сбора внеземных объектов со свойствами квантовых точек в окрестностях точек либрации: Патент на изобретение RU 2744277 C1, 04.03.2021. Заявка № 2020134827 от 22.10.2020. / *Линьков В.А.*

5. Линьков В.А. Линькова С.Ю. Проектирование малоразмерных поисковых астрофизических зондов для сбора и анализа внеземных нанообъектов в окрестностях точек либрации планет, входящих в солнечную систему. Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2022: сб.тр. V междунар. науч.-тех. Форума в 10 т. Т.6 - Рязань: РГРТУ-2022 С. 22-28.

6. Бинарный космический аппарат для поиска и сбора внеземных нанообъектов в окрестностях точек либрации планет, входящих в солнечную систему: Патент на изобретение RU 2761486 C1, 08.12.2021. Заявка № 2021111499 от 21.04.2021. / *Линьков В. А.*

7. Бинарный космический аппарат для поиска и сбора внеземных излучающих нанообъектов в окрестностях точек либрации планет, входящих в солнечную систему: Патент на изобретение RU 2772290 C1, 18.06.2022. Заявка № 2021118434 от 23.06.2021. / *Линьков В. А.*

8. Бинарный космический аппарат для поиска и сбора внеземных флуоресцирующих нанообъектов в окрестностях точек либрации планет, входящих в солнечную систему: Патент на изобретение RU 2776623 C1, 22.07.2022. Заявка № 2022101616 от 24.01.2022. / *Линьков В. А.*

9. Бинарный космический аппарат для поиска, сбора и анализа внеземных флуоресцирующих нанообъектов в окрестностях точек либрации планет, входящих в солнечную систему: Патент на изобретение RU 2776624 C1, 22.07.2022. Заявка № 2022101989 от 27.01.2022. / *Линьков В. А.*

## **УПРАВЛЯЮЩИЕ УСТРОЙСТВА БОРТОВОЙ АКТИВНОЙ ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЁТКИ**

Е. С. Морозова

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

Радиолокация является важной и достаточно обширной отраслью современной радиотехники. Она использует для обнаружения и определения местоположения различных объектов радиотехнические методы.

АФАР используются в наземных радиолокационных станциях (РЛС) контроля воздушного пространства, гигабитовых цифровых системах передачи данных, радиотелескопах, станциях спутниковой связи.

Обычно, АФАР состоит из приемопередающих модулей (ППМ), которые состоят от четырех до нескольких десятков приемо-передающих каналов [1].

Изначально ППМ регулирует начальную фазу несущей частоты радиосигнала, а также усиливает передаваемый и (или) принимаемый этим элементом радиосигнал.

Выключатели и переключатели СВЧ относятся к управляющим устройствам широкого применения.

В работе рассмотрен выключатель параллельного типа. В качестве переключающих элементов выбраны бескорпусные PIN-диоды таблеточного типа.

Были произведены расчеты при заданных параметрах, таких как общие потери пропускания, изоляция, КСВН на входе.

Проверка экспериментальных данных показала, что данные отличаются на допустимую величину 0,1 Дб.

Можно сделать вывод, что полученные результаты удовлетворяют заданным требованиям. Данная программа может быть использована в учебном процессе.

### *Библиографический список*

1. Активная фазированная антенная решётка - АФАР. - Режим доступа: [<https://vpk.name/library/f/afar.html>].

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОПОЛОСКОВЫХ АНТЕНН ДЛЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

Д.Х. Нгуен

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

В докладе рассматриваются конструкции шести компактных микрополосковых антенн (МПА) для космических аппаратов. Проводится

исследование конструктивных вариантов МПА с использованием электродинамического метода конечных элементов.

МПА, в отличие от объёмных антенн удобно располагать на поверхности космических аппаратов, т.к. они позволяют повысить надёжность системы за счёт отсутствия выступающих элементов плоской конструкции, уменьшить площадь, отведённую для установки антенны, снизить влияние дестабилизирующих факторов. Развитие современной технологии позволяет реализовать МПА методами планарной, интегральной и толстоплёночной технологии. Это позволяет снизить массогабаритные показатели, стоимость и повысить технологичность и надёжность.

Практическое применение находят различные формы МПА – квадратные, прямоугольные, круглые, эллиптические, треугольные, секторные, кольцевые и другие конструктивные варианты. При этом расширение возможностей МПА по передаче и обработке сигналов приводит к необходимости решения вопросов уменьшения массогабаритных показателей, расширения полосы пропускания, увеличения коэффициента усиления.

Разнообразие форм МПА требует обоснования выбора конструктивных решений и оптимизации основных размеров с учетом улучшения основных показателей качества.

Практический интерес представляет сравнительный анализ основных параметров различных конструктивных вариантов МПА в X-диапазоне (центральная частота 10 ГГц), которые широко используется при реализации систем космической связи. Исследования проведены с использованием подложки Arlon NC600 (толщина подложки 0,76 мм, толщина проводников 0,03 мм,  $\epsilon_r = 4,4$ ,  $tg\delta = 0,02$ ).

Рассмотренные конструктивные типы МПА позволяют усовершенствовать архитектуру цифровых антенных решеток для космических аппаратов. В работе предложен и апробирован алгоритм интеграции сложных современных вычислительных средств моделирования и оптимизации патч-антенн. Рассмотрен метод синтеза и анализа МПА, приведены соотношения для конструктивного расчета и EM- моделирования.

По результатам исследования можно сделать вывод, что прямоугольная МПА имеет лучшие параметры по сравнению с квадратной, треугольной и круглой МПА, при сравнении по следующим параметрам: коэффициент усиления, коэффициент стоячей волны, полоса пропускания по уровню  $S_{11} = -10$  дБ. По занимаемой площади треугольная МПА имеет преимущество ( $S = 37,37$  мм<sup>2</sup>).

#### *Библиографический список*

1. С. А. Balanis. (2005). Antenna theory: analysis and design (3rd ed.).
2. Дмитриенко, Герман Вячеславович. Проектирование полосковых устройств СВЧ: учебное пособие / Дмитриенко Г. В.; Ульян. гос. техн. ун-т. – Ульяновск: УлГТУ, 2001. - 112 с.
3. Панченко Б. А., Нефедов Е. И. Микрополосковые антенны. – М: Радио и связь, 1986.
4. Md. Tanvir Ishtaique-ul Huque, Md. Kamal Hosain, Md. Shihabul Islam and Md. Al-Amin Chowdhury. Design and performance analysis of microstrip array antennas with optimum parameters for X-band applications.

International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 2, №.4, 2011.

5. R. Garg, Microstrip antenna design handbook. Boston, Mass. [u.a.]: Artech House, 2001.

6. Mohammed B. Majed. Design a square microstrip patch antenna at 2.4 ghz, and comparison between unslopped and slopped version. Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 20th September 2015. Vol.79. №.2.

## **ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ К ЗАДАЧАМ ОБРАБОТКИ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ**

А.М. Парчевская, А.В. Курагин

Научный руководитель – к.т.н., доцент Колесенков А.Н.

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

Одним из подходов к обработке изображений является применение генетических алгоритмов. Их работа основана на принципах естественной эволюции. Работу данного алгоритма можно описать следующим образом. На первом шаге случайным образом формируется начальная популяция особей. Каждая особь представлена хромосомой. На следующем шаге моделируется смена поколений. Для этого применяются основные генетические операторы: селекция, кроссинговер, мутация и редукция. Процесс смены поколений выполняется до тех пор, пока не будет выполнено условие окончания итераций, например, фиксированное число итераций (поколений). Наиболее корректным критерием завершения итераций является применение оценок качества полученного решения.

В аэрокосмических системах часто встают задачи регистрации, улучшения качества, восстановления, сжатия, сегментации изображений, автоматического распознавания объектов, поиска объектов и многие другие.

Улучшение изображений генетическими алгоритмами. Применение генетических алгоритмов для улучшения качества изображений основывается на применении некоторой функции преобразования яркости точки, позволяющей улучшить некоторые характеристики изображения, такие как среднее значение яркости по изображению, среднее значение яркости в некоторой окрестности точки, дисперсия в этой окрестности и т.д. Для улучшения изображения достаточно подобрать оптимальные параметры преобразования, а затем применить его к каждой точке изображения. Хромосомы генетического алгоритма в данном случае кодируют параметры преобразования. Выбор целевой функции довольно труден, т.к. отсутствует общепринятый критерий качества изображений [1].

Совмещение аэрокосмических снимков. Один из основных методов выявления объектов на изображении заключается в сопоставлении текущего изображения (ТИ) с эталонным изображением (ЭИ) [2]. ТИ последовательно перемещается по полю ЭИ и исследуется его сходство с

различными участками изображения. Точное совпадение ТИ с какой-либо частью ЭИ происходит нечасто из-за воздействия шумов и различных искажений, поэтому используется функция сходства. Алгоритмы, используемые для совмещения изображений, обычно включают операции вычисления функции сходства изображений и операции поиска экстремума этой функции. Задача совмещения спутниковых изображений обладает значительной вычислительной сложностью. Наиболее сложной в вычислительном плане является процедура оценки приспособленности особи, а значит необходимо выбрать такую модель генетического алгоритма, которая потребовала бы наименьшее количество таких оценок. В применении к данной задаче популяция – это множество взаимных расположений ЭИ и ТИ. Каждая особь представляет собой закодированную координату взаимного расположения ЭИ и ТИ. Для оценки качества закодированных решений, используют функцию сходства.

Поиск контура объекта. Для решения данной задачи можно использовать модель активного контура. В этой модели контур представляется как набор соединенных точек (сплайны, "змейки"). По своей сути, змейки решают задачу поиска контура путём минимизации функции энергии. Алгоритм базируется на том, что новое положение для точки змейки на каждом шаге обуславливается из правила локальной оптимальности, выбором наилучшего места из ограниченного набора соседних точек. Модель активного контура допускает использование ГА. При этом в качестве генов используют точки, особи – это сами змейки. Функция энергии будет применяться в качестве целевой функции генетического алгоритма.

Проведенный анализ подходов к обработке изображений показал актуальность применения генетических алгоритмов для этих целей [3]. По мнению авторов наиболее перспективными задачами, для решения которых может использоваться эволюционный подход, являются совмещение изображений и выделение контуров объектов на них.

#### *Библиографический список*

1. Белоусов А. А. Высокоскоротной метод повышения качества изображений // Современные техника и технологии: Труды XIV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых - Томск, 24-28 марта 2008. - Томск: ТПУ. 2008. - с. 244-245.
2. Парчевская А. М. Совмещение спутниковых изображений с использованием генетического алгоритма // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2022: сб. тр. V междунар. науч.- техн. форума: в 10 т. Т.6. / под общ. ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2022. – с. 91-94.
3. Курагин А. В. Эволюционный подход к задаче дистанционного экологического мониторинга опасных объектов / А. В. Курагин, А. Н. Колесенков, А. И. Таганов // Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2019 : Сборник трудов II международного научно-технического форума: в 10 т., Рязань, 27 февраля – 01 2019 года / Под общ. ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: Издательство «BookJet», 2019. – С. 199-203.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СКОРОСТИ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА  
ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ  
МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ, ПОЛУЧЕННОГО СО СПУТНИКОВЫХ  
СИСТЕМ, НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ OPENMP И OPENCL**

М.С. Поборуева, О.А. Бодров

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

При передаче информации, под которой подразумевается входное изображение, происходит ухудшение его качества, что может привести к частичному или полному искажению изображения. В связи с этим встает вопрос о восстановлении исходного вида информации. Для восстановления исходного вида информации применяют морфологические операции.

Морфологические операции (дилатация, эрозия) основаны на теории множеств и могут модифицировать изображение по какому-либо принципу. Важно отметить, что зачастую морфологические операции применяют над бинарными изображениями, то есть такими изображениями, каждый пиксель которого принимает только одно из двух возможных значений (условно 0 или 1) [1].

Основой всех морфологических операций является структурный элемент. Он представляет собой бинарное изображение сравнительно небольших размеров, которое имеет произвольную форму и некий начальный элемент.

Операция «Дилатация» предназначена для расширения границ у объектов исходного изображения.

Операция «Эрозия» предназначена для сужения границ у объектов исходного изображения.

Проведя сравнительный анализ скорости обработки изображения, можно сформировать следующую таблицу результатов на основании входных, при простом структурном элементе размером 5x5 и единичной итерации (табл.1):

Таблица 1 – Время выполнения ядра

Разрешение изображения	Технология выполнения	Время выполнения эрозии, мс	Время выполнения дилатации, мс
640 x 672	Последовательно	21	19
	OpenMP	22	21
	OpenCL	2	2
2556 x 2684	Последовательно	334	315
	OpenMP	169	181
	OpenCL	11	12
5112 x 5368	Последовательно	1703	1675
	OpenMP	701	734
	OpenCL	49	56

Далее проводим сравнительный анализ метрики ускорения (табл.2):

Таблица 2 –Метрика ускорения

Разрешение изображения	Технология	Ускорение (эрозия)	Ускорение (дилатация)
640 x 672	OpenMP	0,95	0,9
	OpenCL	11,5	9,5
2556 x 2684	OpenMP	2	1,74
	OpenCL	30,4	26,25
5112 x 5368	OpenMP	2,5	2,3
	OpenCL	35	30

Из анализа вышеприведенных результатов видно, что при использовании технологии OpenCL можно добиться хорошего выигрыша в производительности, за счёт того, что время выполнения самого ядра значительно меньше времени выполнения ядра на последовательном алгоритме и на алгоритме с OpenMP.

Следует отметить, что использование технологии OpenMP также ускоряет программу, почти в два с половиной раза на больших объёмах данных. Это может рассматриваться как хорошая альтернатива OpenCL, т.к. не требуется предварительная установка соответствующих библиотек и начальной настройки распараллеливания.

#### *Библиографический список*

1. Мищенко В.К. Архитектура высокопроизводительных вычислительных систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.К. Мищенко. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 40 с. — 978-5-7782-2365-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44898.html>

### **АЛГОРИТМ КОРРЕКТИРОВКИ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТА НА МЕСТНОСТИ НА ОСНОВЕ КИНЕМАТИКИ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ**

Д.В. Ратников

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

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

В докладе рассматривается работа метода корректировки местоположения объекта на местности на основе кинематики в реальном времени.

**RTK (real-time kinematic)** — это высокоточный метод, используемый для определения положения приемника с использованием сигнала, полученного от спутниковых систем позиционирования, таких как GPS, Galileo, BeiDou и ГЛОНАСС.

RTK (кинематика в реальном времени) [1] предполагает использование одного стационарного эталонного приемника, называемого базовой станцией, и одного движущегося приемника, называемого

ровером. Базовые станции стационарны, и их местоположение известно. Ровер — это приемник GNSS, местоположение которого необходимо определить. Роверы можно перемещать из точки в точку, на мгновение останавливаясь в каждой новой точке.

Традиционные приемники GNSS, например, в смартфонах или носимых устройствах, принимают сигналы непосредственно от спутников GNSS и оценивают их местоположение, используя разницу во времени, передаваемую с нескольких спутников. Точность этих систем обычно составляет около 1-4 метров. Однако приемники GNSS, использующие RTK, могут обеспечить точность до сантиметра.

Поскольку он обеспечивает более высокую точность, метод RTK полезен для определения объектов на местности, требующих очень точной информации об их местоположении. RTK особенно подходит для измерения относительного положения нескольких движущихся и неподвижных объектов [2]. Это самый популярный доступный метод точного позиционирования на основе GNSS. Для работы RTK требуется не менее 5 спутников в поле зрения для инициализации. Отслеживание 5 спутников обеспечивает страховку от внезапной потери одного из них; также это значительно увеличивает силу результатов.

### Как это работает?

Система RTK состоит из базовой станции и ровера [3]. Базовая станция представляет собой стационарный приемник, местоположение которого известно. Базовая станция вычисляет свое местоположение, используя сигнал, полученный от спутников GNSS, на основе метода измерения фазы несущей. Затем он сравнивает это местоположение с его известным местоположением, чтобы идентифицировать любые ошибки и генерировать корректирующий сигнал.

Этот корректирующий сигнал передается в режиме реального времени на ровер. Ровер использует эти поправочные данные для улучшения собственного положения, вычисляемого по созвездиям GNSS, для достижения сантиметровой точности. Ровер также использует метод измерения фазы, несущей для определения своего местоположения.

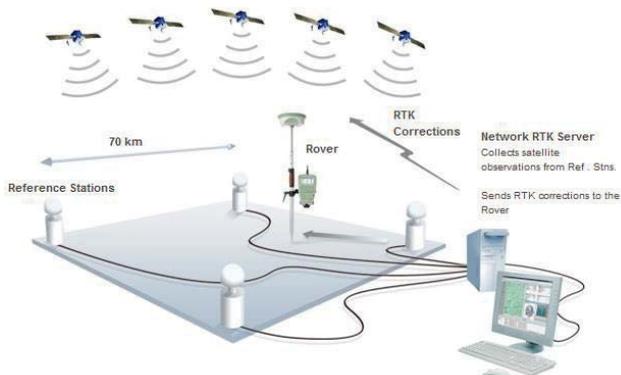


Рисунок 1 – Иллюстрация взаимодействия комплектующих для RTK

Также важно отметить, что базовой станции требуется некоторое время для расчета поправок, а также требуется некоторое время для того, чтобы сложить данные в пакеты в правильном формате и передать их. Затем данные передаются от базовой станции к роверу по каналу передачи данных. Затем он принимается ровером и декодируется. Время, которое это занимает, называется задержкой связи между базовой станцией и ровером. Это может быть как четверть секунды, так и несколько секунд. А поскольку поправки базовой станции точны только на момент их создания, базовая станция должна отправить вместе с ними поправку скорости дальности. Используя эту коррекцию скорости, ровер может датировать поправку задним числом, чтобы она соответствовала моменту, когда он сделал то же самое наблюдение.

#### *Библиографический список*

1. Позиционирование в режиме реального времени (RTK) [Электронный ресурс] – URL: <https://systemnet.com.ua/rtk/> (дата обращения: 26.10.2022).
2. Технологии повышения точности позиционирования объектов [Электронный ресурс] – URL: [https://topcon.pro/tehnologii/dgps\\_technology/](https://topcon.pro/tehnologii/dgps_technology/) (дата обращения: 27.10.2022).
3. Real-Time Kinematic (RTK) [Электронный ресурс] – URL: <https://novatel.com/an-introduction-to-gnss/chapter-5-resolving-errors/real-time-kinematic-rtk> (дата обращения: 27.10.2022)

### **ПРОЦЕДУРА АТТЕСТАЦИИ УРОВНЕЙ ЗРЕЛОСТИ ПРОЦЕССОВ ПРОГРАММНОГО ПРОЕКТА В УСЛОВИЯХ НЕЧЕТКОСТИ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ**

А.И. Таганов, В.Г. Псоянц, М.И. Цыцына

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

В настоящее время проблема формализации и автоматизации анализа и аттестации уровня зрелости процессов программных проектов в условиях нечеткости проектных данных может рассматриваться как важное направление развития методологии усовершенствования процессов программной инженерии, нацеленной на повышение качества проектно-управленческих работ по всем стадиям жизненного цикла проекта. При этом известные принципы процессного подхода, заложенные в основу концепции ИСО 9000:2000 в области систем менеджмента качества, обуславливают рассмотрение всех видов деятельности любого проекта или проектной организации как сети взаимосвязанных и взаимодействующих процессов, а усовершенствование этих процессов - как технологический процесс, результативность и эффективность которого должны контролироваться и оцениваться [1-2]. Оценив способность процессов организации выполнять требования заказчика (потребителя), можно определить уровень зрелости процессов и как следствие прогнозировать

успешность реализации проекта или конкурентоспособность проектной организации на данном секторе рынка.

Обзор публикаций показал, что в качестве методической основы для построения современной формализованной методики аттестации уровней зрелости процессов проекта в условиях нечеткости может быть выбран документ ISO/IEC TR 15504 Technical Report. «Information technology – Software process assessment. Part 1–9». Для формализации положений этого документа здесь предлагаются следующие этапы современной процедуры аттестации уровней зрелости процессов программного проекта в условиях нечеткости исходных данных [3].

### **1) этап определения целевой зрелости процессов**

п.1. Анализ Исполнителем программного проекта (проектной организацией) заданного технического задания, требований, документов и спецификаций и определение перечня процессов (профиля упорядоченных процессов) программной инженерии, необходимых для реализации заданного проекта. Профиль упорядоченных процессов проекта формируется с учетом правил классификации процессов, представленных в эталонной модели процессов.

п.2. Формирование Заказчиком положения о целевой зрелости, в котором для каждого ключевого процесса постулируется профиль атрибутов процесса и для каждого атрибута постулируется требуемое обладание процесса этим атрибутом. Целевыми значениями обладания процесса его атрибутами могут быть качественные оценки в виде словесных выражений: *полностью обладает, в основном обладает* или *не требуется*.

### **2) этап определения уровня зрелости процесса**

п.3. Выделение очередного процесса из профиля упорядоченных процессов проекта для его последующего анализа и определения уровня зрелости.

п.4. Выделение очередного атрибута из профиля упорядоченных атрибутов выбранного процесса.

п.5. Анализ экспертами всей доступной информации по анализируемому процессу и определение экспертным способом степени обладания процесса атрибутом. Степень обладания выражается качественно – словами: *полностью обладает, в основном обладает, частично обладает, не обладает*. Степень обладания является рейтингом атрибута процесса, которая фиксируется в профиле аттестованной зрелости процессов проекта. Здесь атрибут процесса представляет собой измеримую характеристику процесса, а рейтинг атрибута процесса – это суждение, в рамках определенного контекста процессов, о степени, в которой процесс обладает данным атрибутом.

п.6. Если рассмотрены все атрибуты анализируемого процесса, то переход к п.7, иначе к п.4.

п.7. Если рассмотрены все процессы проекта, то переход к этапу 3 (анализ риска), иначе переход к п.3.

### **3) этап анализа риска, сопряженного с процессом**

п.8. В рамках принятого подхода к аттестации риска, сопряженного с процессом, условная вероятность возникновения проблем выводится

исходя из того, какой степени разрыв существует между целевой зрелостью и аттестованной зрелостью процесса.

Таким образом, для формализации решаемых задач в рамках рассмотренных этапов процедуры аттестации процессов программного проекта предлагается использовать модели и методы теории нечетких множеств, методы нечеткой логики, а также необходимо разработать и адаптировать соответствующие алгоритмы поддержки принятия решений в условиях нечеткости [3-6].

#### Список используемых источников

1. ISO/IEC TR 15504 Technical Report. «Information technology – Software process assessment. Part 1–9».

2. Липаев В.В. Качество программных средств. Методические рекомендации. Под общей ред. д.т.н. А.А. Полякова. - М.: Янус-К.202. - 400 с.

3. Таганов А.И., Гильман Д.В. Методологические основы анализа и аттестации уровней зрелости процессов программных проектов в условиях нечеткости. - М.: Горячая линия – Телеком, 2013. - 168 с.

4. Псоянц В.Г., Таганов А.И., Цыцына М.И. Модели алгоритмического представления проектных рисков в процессе мониторинга // Актуальные проблемы современной науки и производства. Материалы VI Всероссийской научно-технической конференции. - Рязань, 2021. - С. 287-292.

5. Таганов А.И., Цыцына М.И. Анализ методов и стандартов в области менеджмента надежности и риска космических систем // Новые информационные технологии в научных исследованиях Материалы XXIV Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. – Рязань, 2019. - С. 337-338.

6. Таганов А.И. Методика анализа и сокращения рисков проектов сложных программных систем по характеристикам качества // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. № 1. – Рязань, 2010. - С. 77-82.

## СОДЕРЖАНИЕ

## Секция 6

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОЦЕССЫ

<b>С.А. Антонова.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ СТРУКТУРЫ С КВАНТОВОЙ ЯМОЙ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИСТОЧНИКА ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ	3
<b>А.Ю. Баранов.</b> ОБЗОР РЕШЕНИЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЛУЖБ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ С ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ	4
<b>А.А. Батура.</b> ОЦЕНКА НАДЁЖНОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ: СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ	5
<b>Ю.А. Булгаков.</b> ФОРМИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ ДИСКРЕТНЫХ ОТСЧЕТОВ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИГНАЛОВ С ПОДБОРОМ СДВИГОВ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОТСЧЕТОВ	8
<b>Ю.А. Воронова.</b> ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ В ЛОГИСТИКЕ	9
<b>О.К. Головнин.</b> ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА	11
<b>Б. Ю. Добылов, О. В. Павлов.</b> РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОТОБРАЖЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ, ПОЛУЧЕННЫХ С ДАТЧИКОВ	14
<b>В.А. Елисеев.</b> ОБЗОР ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРОЦЕССОРОВ	15
<b>А.А. Иванов.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ШАХМАТНЫХ ПАРТИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АНАЛИЗА ШАХМАТ	17
<b>М.П. Киселёва.</b> РАСПОЗНАВАНИЕ ЛИЦ КАК СПОСОБ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЧЕЛОВЕКА	18
<b>А.Л. Корякин.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИАГРАММ СОСТОЯНИЙ UML НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛЕКСИЧЕСКОГО АНАЛИЗАТОРА	20
<b>В.П. Корячко, А.А. Погудаев.</b> ОВЕРЛЕЙНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ	21
<b>К.А. Краснов.</b> ОБЗОР СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ БАЗАМИ ДАННЫХ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ	24
<b>А.А. Крошила.</b> АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ УДАЛЕННОГО МЕДИЦИНСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ	25
<b>Т.Н. Крючкова.</b> ПРОБЛЕМА СОВМЕЩЕНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ ОБЛАКОВ ТОЧЕК	26
<b>А.В. Курганов.</b> СИСТЕМА МОДЕРАЦИИ ЧАТОВ В МЕССЕНДЖЕРАХ НА ОСНОВЕ ВЫЯВЛЕНИЯ ИМЕНОВАННЫХ СУЩНОСТЕЙ В ТЕКСТАХ КОРОТКИХ СООБЩЕНИЙ	28
<b>Е.О. Макаровская.</b> ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СВЯЗЕЙ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С УДАЛЕННЫМИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ	29
<b>Т.А. Мигалевич.</b> МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ ЗАТРАТАМИ ГРУЗОВОЙ АВИАКОМПАНИИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ НЕРЕГУЛЯРНЫХ РЕЙСОВ	30

<b>В.С. Ольховик.</b> ГЕЙМИФИКАЦИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ	31
<b>Н.В. Павлович.</b> SLICKHOUSE: СЦЕНАРИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	32
<b>Д.А. Перепелкин, К.В. Анисимов.</b> ЗАДАЧА ВЫЧИСЛЕНИЯ МЕТРИКИ КАНАЛОВ СВЯЗИ В ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ	34
<b>Д.А. Перепелкин, Д.Д. Ткачев.</b> РАЗРАБОТКА ОБЛАЧНОЙ ПЛАТФОРМЫ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ	36
<b>Д.А. Перепелкин, Д.Д. Ткачев.</b> РАЗРАБОТКА СКАНЕРА УСТРОЙСТВ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ	39
<b>А.А. Погудаев.</b> АРХИТЕКТУРА ПРИЛОЖЕНИЯ, ПОСТРОЕННАЯ НА ЦИКЛЕ ОБРАБОТКИ СОБЫТИЙ	40
<b>П.А. Раптанова.</b> СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМ НА АВИАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ	45
<b>А.В. Родин.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ И СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В РАЗЛИЧНЫХ ЯЗЫКАХ ПРОГРАММИРОВАНИЯ	46
<b>Н. А. Серегин.</b> ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ - СТРУКТУРА, КАК НАБОР ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ПОДСИСТЕМ	47
<b>В.Ю. Тарасова.</b> РАЗРАБОТКА ПЕРСЕПТИВНОЙ ХЕШ-ФУНКЦИИ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ПОИСКА ИЗОБРАЖЕНИЯ ПО СОДЕРЖАНИЮ	49
<b>Е.А. Трушина.</b> ПРИМЕНЕНИЕ ОРТОГОНАЛЬНОГО БАЗИСА НА ОСНОВЕ М-ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ СЕРИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ	50
<b>Т.З. Чан, Г.В. Овечкин.</b> ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СИМВОЛЬНЫХ МНОГОПороговых ДЕКОДЕРОВ В СИСТЕМАХ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ	52
<b>А.А. Харитонов, И.С. Чернышева.</b> ИНТЕГРАЦИЯ ВЕБ СЕРВИСА ДЛЯ МАЛОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ (КАФЕ)	54
<b>М.С. Чернышенко.</b> ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ МОНЕТИЗАЦИИ РЕМЕСЛЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРЫ	55
<b>Шаповский С.В.</b> ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА НА ОСНОВЕ ИМЕЮЩИХСЯ КОМПЛЕКТУЮЩИХ НА МИРОВОМ РЫНКЕ	56

## Секция 7

### ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

<b>А.А. Абрамкин.</b> РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ НА ОСНОВЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ФИЛЬТРАЦИИ	58
<b>Д.Р. Абрамов.</b> СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНИВАНИЯ КООРДИНАТ ТОЧЕЧНЫХ ОБЪЕКТОВ В МНОГОЭЛЕМЕНТНЫХ ФОТОПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВАХ	59
<b>А.А. Александров.</b> РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ ПО ФОТОИЗОБРАЖЕНИЮ	61
<b>А.Ю. Артамонов.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ШУМОПОДАВЛЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ	62
<b>П.В. Бабаян, С.В. Перфильев, П.Е. Жгутов, К.Т. Сайян.</b> СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И АНАЛИЗА ДОРОЖНОГО ТРАФИКА	63

<b>А.В. Елманов.</b> РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА РАСПОЗНАВАНИЯ СИТУАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ДВИЖЕНИИ АВТОРОБОТОВ В КОЛОННЕ	64
<b>В.Ю. Ерохин.</b> ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ РАДИОТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ АНТЕННОЙ С УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫМИ СРЕДСТВАМИ	67
<b>Е.С. Кожина.</b> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АЛГОРИТМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫДЕЛЕНИЯ ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ В ВИДЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ В УСЛОВИЯХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ	68
<b>А.К. Коровченко.</b> АЛГОРИТМ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ЗАШУМЛЕННЫХ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ	70
<b>М.Д. Провиньев.</b> РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫБОРА ПРАВИЛА ПОРОГОВОЙ ОБРАБОТКИ ВЕЙВЛЕТ-КОЭФФИЦИЕНТОВ ПРИ СЖАТИИ ЗАШУМЛЕННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	71
<b>С.Г. Русак.</b> РЕНДЕР ТРЁХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ: АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ	73
<b>Д.В. Скрипкина.</b> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОДНОКЛАССОВОГО И ДВУХКЛАССОВОГО МЕТОДОВ КЛАССИФИКАЦИИ В ЗАДАЧЕ ОБНАРУЖЕНИЯ ТЕКСТУРНЫХ АНОМАЛИЙ ПОЛУФАБРИКАТОВ КОЖИ	75
<b>С.А. Смирнов.</b> МОДИФИЦИРОВАННЫЙ КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АЛГОРИТМА ИЗМЕРЕНИЯ КООРДИНАТ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ СОПОСТАВЛЕНИЯ С ЭТАЛОНОМ	76
<b>Д.О. Федоров.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ СЛЕЖЕНИЯ ЗА ДВИЖУЩИМСЯ ОБЪЕКТОМ В СИСТЕМЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ	77
<b>Л.С. Харитонов.</b> РАЗРАБОТКА КРОССПЛАТФОРМЕННОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДОПОЛНЕННОЙ ВИРТУАЛЬНОСТИ ДЛЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ВИРТУАЛЬНЫМИ ОБЪЕКТАМИ С ПОМОЩЬЮ РУК	78

## Секция 8

### ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

<b>Т.О. Аверин.</b> УСТРАНЕНИЕ ШУМОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ С ПОМОЩЬЮ МЕДИАННОГО ФИЛЬТРА	81
<b>С.Д. Антонушкина.</b> РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ОЦЕНОК ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЙ ОТ КА ДЗЗ	82
<b>Д.В. Гришин.</b> АЛГОРИТМ ПОИСКА ЭЛЕМЕНТОВ ИЗОБРАЖЕНИЯ ЗАДАННОГО ЦВЕТА	83
<b>В.А. Еремеев.</b> ПОДХОД К ОБУЧЕНИЮ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ПОИСКА ГРАНИЦ ОБЪЕКТОВ НА КОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ	84
<b>В.А. Еремеев, А.А. Макаренков.</b> АНАЛИЗ МЕР БЛИЗОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ЗАДАЧЕ ВЫДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ ОБЪЕКТОВ	85
<b>А.А. Игонина.</b> ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ВЫБОРА РАСПОЛОЖЕНИЯ ПАРКОВОК СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ	86
<b>М.К. Крыгина.</b> СПОСОБЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ (ВИЗУАЛИЗАЦИИ) СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ	87

<b>Н.С. Кунавин.</b> АЛГОРИТМЫ ВСТРАИВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ВОДЯНЫХ ЗНАКОВ В ЦВЕТНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ	89
<b>С.А. Ларюков.</b> ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИБЛИОТЕКИ D3.JS В КАРТОГРАФИЧЕСКОМ WEB-СЕРВИСЕ	91
<b>С.А. Ларюков.</b> НЕЙРОСЕТЕВОЕ СЕГМЕНТИРОВАНИЕ ПОЖАРОВ ПО ДАННЫМ КА LANDSAT-8	92
<b>В.В. Назарцев.</b> АДАПТИВНЫЙ МЕТОД ПОДГОТОВКИ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ СЖАТИЯ	93
<b>В.И. Пошехонов, М.М. Егин.</b> МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АППАРАТ ОЦЕНКИ ТОЧНОСТИ RPC-МОДЕЛИ ГЕОКОДИРОВАНИЯ ДАННЫХ ДЗЗ	94
<b>Р.С. Пронченко.</b> ПЕРСПЕКТИВНАЯ АППАРАТУРА МОНИТОРИНГА ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФ В ИНФРАКРАСНОМ ДИАПАЗОНЕ СПЕКТРА	95
<b>А.С. Рыжиков.</b> АНАЛИЗ СПОСОБОВ ДЕТЕКТИРОВАНИЮ АБРИСОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ ДЗЗ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ	97
<b>П. А. Чистяков.</b> КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАТЧИКОВ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ	98
<b>Е.В. Шелехина.</b> АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ГИДРОАКУСТИЧЕСКОГО И СЕЙСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА	100

### Секция 9

#### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

<b>Ф.И. Башкин.</b> СС/CV МЕТОД ЗАРЯДА ЛИТИЙ ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ	102
<b>М.А. Беленков.</b> ПРИМЕНЕНИЕ СПЛИТ-СИСТЕМ В ВЕНТИЛЯЦИИ	103
<b>Е.А. Варламова.</b> АНАЛИЗ ОБОРУДОВАНИЯ С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ РЕКОНСТРУКЦИЙ ПОДСТАНЦИИ НАПРЯЖЕНИЕМ 110/10/6 КВ С ТРАНСФОРМАТОРАМИ 2Х40 МВА.	104
<b>Д.А. Воробей.</b> АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ РАСКРОЯ И УЧЕТА РУЛОННОГО МЕТАЛЛОПРОКАТА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	106
<b>М. У. Э. Г. Гбоу.</b> РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ БРАКА НА КОЖЕВЕННЫХ ЗАГОТОВКАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕЙВЛЕТОВ ГАБОРА	108
<b>М.С. Глазов.</b> РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НАПЛАНЕТНОГО РОБОТА	109
<b>А.И. Дерябин, М.В. Ленков.</b> СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ПРОВЕРКИ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИЗДЕЛИЙ	111
<b>К.С. Зайцев, В.Г. Литвинов.</b> РАСЧЕТ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ СТРУКТУРЫ ДЛЯ ТУННЕЛЬНО-РЕЗОНАНСНОГО ДИОДА И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЕГО ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ И ВОЛЬТ-ФАРАДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК	114
<b>Е.В. Калита.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОСТЕПЕННЫХ ОТКАЗОВ БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТОКА КОЛЛЕКТОРА В КАЧЕСТВЕ ИМИТАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ	115
<b>Д.С. Логинов, И.Ф. Шерова.</b> ЗАВИСИМОСТЬ ДЕВИАЦИИ СОПРОТИВЛЕНИЯ GERKONA ОТ РЕЖИМА КОММУТАЦИИ	117

<b>Е.В. Мараева.</b> ВИРТУАЛЬНЫЙ ПРИБОР ДЛЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ МЕТОДА ТЕРМОДЕСОРБЦИИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ	119
<b>Д.С. Масальский.</b> МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛОСОВОГО ФИЛЬТРА ПРИ ОБНАРУЖЕНИИ СЛАБЫХ СИГНАЛОВ МНОГОЭЛЕМЕНТНОГО ФОТОПРИЕМНИКА	121
<b>В.П. Муранов.</b> ИЗУЧЕНИЕ ПРИНЦИПА РАБОТЫ УСТАНОВКИ ПЛАЗМЕННОЙ ОЧИСТКИ ОТВЕРСТИЙ.	122
<b>Д.Ю. Осин.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УГЛЕРОДНОЙ ТКАНИ В БЫТОВЫХ ПРЕДМЕТАХ	123
<b>Д.А. Перепелкин, В.Ю. Ликучёв</b> АЛГОРИТМЫ И ПРОЦЕДУРЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ СИСТЕМ	124
<b>А. Н. Першин.</b> ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ С УЧЁТОМ ОБЪЕКТА ИЗМЕРЕНИЯ	126
<b>Пырков А. В.</b> СС/СV УМНЫЙ СМЕСИТЕЛЬ	128
<b>А.Н. Сапрыкин.</b> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ САПР ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ALTIUM DESIGNER и KICAD	128
<b>В.Г. Соколов.</b> ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ АКУСТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ	130
<b>А.Е. Соколова.</b> РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАСЧЕТА ОРТОДРОМИЧЕСКИЙ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ	133
<b>Е.П. Трусов, А.В. Ермачихин, В.Г. Литвинов.</b> ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЯ РСГУ	135
<b>Н.Е. Урускин, М.В. Ленков.</b> СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СРЕДСТВ ИЗУЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ	137
<b>А. Л. Шаров, А. М. Никитин.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВИБРОИСПЫТАНИЯМИ В СРЕДЕ MATLAB	139

### Секция 10

#### КОСМИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

<b>М.Ю. Звездочкин.</b> РАССМОТРЕНИЕ БЫСТРЫХ МЕТОДОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВИДЕОКАДРОВ ДЛЯ БОРТОВЫХ СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ	141
<b>Колегова А.А.</b> МОДУЛЬ РАДИОПРИЕМНИКА РЛС СОПРОВОЖДЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ	143
<b>Н.А. Кононенко.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ГРУЗОВЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА СПУТНИКОВЫХ СНИМКАХ	144
<b>Н.В. Куликов.</b> ПРИМЕНЕНИЕ АППАРАТА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В МЕТОДОЛОГИИ СОСОМО II	145
<b>С.М. Ларионов.</b> ИЕРАРХИЧЕСКАЯ КЛАСТЕРИЗАЦИЯ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕКТРАЛЬНО-ТЕКСТУРНЫХ ПРИЗНАКОВ	146
<b>В.А. Линьков, С.Ю. Линькова.</b> ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОИСКОВЫХ АСТРОФИЗИЧЕСКИХ ЗОНДОВ ДЛЯ СБОРА И АНАЛИЗА ВНЕЗЕМНЫХ	148

- ФЛУОРЕСЦИРУЮЩИХ НАНООБЪЕКТОВ В ОКРЕСТНОСТЯХ ТОЧЕК  
ЛИБРАЦИИ ПЛАНЕТ, ВХОДЯЩИХ В СОЛНЕЧНУЮ СИСТЕМУ
- Е. С. Морозова.** УПРАВЛЯЮЩИЕ УСТРОЙСТВА БОРТОВОЙ АКТИВНОЙ  
ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЁТКИ 150
- Д.Х. Нгуен.** МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ  
МИКРОПОЛОСКОВЫХ АНТЕНН ДЛЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ 150
- А.М. Парчевская, А.В. Курагин.** ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ  
ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ К ЗАДАЧАМ ОБРАБОТКИ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ  
СНИМКОВ 152
- М.С. Поборуева, О.А. Бодров.** СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СКОРОСТИ  
УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ  
МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ, ПОЛУЧЕННОГО СО СПУТНИКОВЫХ  
СИСТЕМ, НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ OPENMP И OPENCL 154
- Д.В. Ратников.** АЛГОРИТМ КОРРЕКТИРОВКИ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ  
ОБЪЕКТА НА МЕСТНОСТИ НА ОСНОВЕ КИНЕМАТИКИ В РЕАЛЬНОМ  
ВРЕМЕНИ 155
- А.И. Таганов, В.Г. Псоянц, М.И. Цыцына.** ПРОЦЕДУРА АТТЕСТАЦИИ  
УРОВНЕЙ ЗРЕЛОСТИ ПРОЦЕССОВ ПРОГРАММНОГО ПРОЕКТА В УСЛОВИЯХ  
НЕЧЕТКОСТИ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ 157

**НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЯХ  
НИТ-2022**

XXVII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
СТУДЕНТОВ,  
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ

**Материалы конференции**

Том 2

Компьютерная верстка и дизайн:  
Бакулев А.В., Бакулева М.А., Кошелева М.С.

Подписано в печать 17.11.2022. Формат 60x84/16  
Бумага офсетная. Гарнитура Times.  
Усл. печ. л. 10,375.  
Тираж 100 экз. Заказ № 5700

ИП Коняхин А.В. (Book Jet)

Отпечатано в типографии Book Jet  
390005, г. Рязань, ул. Пушкина, д.18

Сайт: <http://bookjet.ru>

Почта: [info@bookjet.ru](mailto:info@bookjet.ru)

Тел.: +7(4912)-466-151

ISBN 978-5-907568-47-1

