

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ 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 - 294 с.

**ISBN 978-5-907568-46-4**

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 при соблюдении требований к оформлению тезисов.*

#### **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 978-5-907568-46-4**

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

© ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2022

---

## ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

---

### **БОРТОВАЯ НАУЧНАЯ АППАРАТУРА МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ «ЦИОЛКОВСКИЙ-РЯЗАНЬ» В ЗАДАЧЕ ИЗМЕРЕНИЯ РЕАЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ НАЗЕМНЫХ РАДИОАСТРОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Е.В. Васильев, С.И. Гусев, С.В. Колесников

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

В настоящем 2022 году отмечаются две знаменательные даты – 165-летие со дня рождения основоположника теоретической космонавтики, уроженца Рязанской земли Константина Эдуардовича Циолковского, а также 70-летие основания Рязанского радиотехнического института, ныне – Рязанского государственного радиотехнического университета имени В.Ф. Уткина (РГРТУ). Именно в этом году была завершена работа по разработке, созданию и выведению на орбиту двух университетских спутников РГРТУ – «Циолковский-Рязань-1» (RS9S) и «Циолковский-Рязань-2» (RS12S). Малые космические аппараты (МКА) создавались по заказу и при поддержке Ракетно-космической корпорации «Энергия» им. С.П. Королёва в рамках космического эксперимента «Радиоскаф» по программе «МКС-Эсплуатация-4» в сотрудничестве с Юго-Западным государственным университетом (г. Курск). Спутники «Циолковский-Рязань-1,2» были выведены на околоземную орбиту 3 июня 2022 года с космодрома «Байконур» ракетой-носителем «Союз-2.1а» «Донбасс» в качестве полезной нагрузки транспортно-грузового корабля «Прогресс МС-20» на Международную космическую станцию (МКС). 21 июля 2022 года космонавтом Роскосмоса Героем России Олегом Артемьевым и астронавтом Европейского космического агентства Самантой Кристофоретти в ручном режиме в ходе внекорабельной деятельности на МКС малые космические аппараты были выведены в автономный полет.

На МКА «Циолковский-Рязань-1» и «Циолковский-Рязань-2» установлена как разработанная бортовая научная аппаратура, так и аппаратура радиолюбительского назначения.

*Научная полезная нагрузка* предназначена для формирования и излучения специальных радиосигналов, предназначенных для измерения чувствительности радиотелескопов Пушинской радиоастрономической обсерватории им. В.В. Виткевича (ПРАО) ФГБУН «Физический институт им. П.Н. Лебедева» Российской академии наук. Необходимо отметить, что соглашение о взаимном сотрудничестве в области научно-исследовательских проектов и образовательной деятельности между ПРАО и РГРТУ действует в течение многих лет. Научная аппаратура состоит из специально разработанных для спутников «Циолковский-Рязань» радиопередатчика, диплексера и антенных устройств, способных формировать и излучать радиосигналы, предназначенные для приема радиотелескопами ПРАО – РТ-22 и БСА. Радиопередатчик построен таким образом, чтобы была возможность обеспечить произвольный вид

модуляции и формировать сигнал на произвольной частоте 70-сантиметрового диапазона волн. Он выполнен по супергетеродинной схеме, в качестве тракта формирования сигнала промежуточной частоты которой используется синтезатор прямого цифрового синтеза (DDS) AD9958. DDS вырабатывает два модулированных квадратурных сигнала на частоте около 163 МГц, которые затем переносятся парой активных балансных смесителей LT5560 на рабочие частоты около 437 МГц. Гетеродином для балансных смесителей служит синтезатор на основе петли фазовой автоподстройки частоты ADF4360-8. В качестве оконечных усилителей мощности радиочастоты в обоих квадратурных каналах используются интегральные усилители ADL5324. Мощность выходного сигнала в каждом из каналов отдельно измеряется интегральным амплитудным детектором LTC5509, выходное напряжение каждого из которых подается на отдельный вход АЦП, встроенного в управляющий микроконтроллер передатчика ATmega168. В микроконтроллере реализован алгоритм поддержания заданной мощности на выходе каждого из квадратурных каналов передатчика. Кроме того, микроконтроллер осуществляет функции управления обоими синтезаторами частоты, при этом реализуется и формирование сигналов с заданными видами модуляции. Микроконтроллер включает и выключает передатчик в одном из трех заранее запрограммированных режимов по команде от бортовой цифровой вычислительной машины спутника. Диплексер, включенный на выходе радиопередатчика, разделяет его выходной сигнал на две антенны, одна из которых ориентирована на излучение сигнала, принимаемого радиотелескопом РТ-22, а другая – радиотелескопом БСА. Обе антенны имеют специальную конструкцию, позволяющую обеспечить диаграмму направленности, близкую к изотропной, и формировать электромагнитную волну с круговой поляризацией.

*Радиолюбительская аппаратура*, работающая в диапазоне 437 МГц, предназначена для передачи в режиме узкополосной частотной модуляции голосовых сообщений, телеметрии и изображений в стандарте телевидения с медленной разверткой – SSTV. Голосовые сообщения содержат позывной спутника и приветствия на трех языках – русском, английском и испанском. Тематика передаваемых SSTV-изображений связана с личностью К.Э. Циолковского, Рязанской областью, радиотехническим университетом и радиотелескопами Пушинской радиоастрономической обсерватории.

Центр «Космические технологии» РГРТУ принимает телеметрическую информацию о состоянии бортовых модулей и параметры ориентации аппаратов. Радиолюбители-ультракоротковолновники многих стран мира наблюдают за работой спутников «Циолковский-Рязань», принимают их сообщения и изображения.

Таким образом, малые космические аппараты «Циолковский-Рязань» обеспечивают выполнение как научной миссии, связанной с измерением реальной чувствительности уникальных научных инструментов – радиотелескопов Пушинской радиоастрономической обсерватории, так и патриотической миссии, связанной с распространением в мире знаний о К.Э. Циолковском как об ученом-основоположнике космонавтики,

уроженце Рязанской земли, и популяризацией университетских научных космических исследований и космического образования.

## **ЦИФРОВЫЕ СЕРВИСЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ РГРТУ**

А.М. Гостин, В.Г. Псоянц, И.С. Холопов

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

Электронная информационно-образовательная среда РГРТУ (далее – ЭИОС) представляет собой совокупность цифровых сервисов, предоставляемых университетом в качестве информационной услуги и ориентированных на конечных пользователей — студентов и преподавателей.

В соответствии с ФГОС ВО при разработке ЭИОС РГРТУ реализованы:

- доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах;
- фиксация хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и освоения основной образовательной программы;
- проведение всех видов занятий, процедур оценки результатов обучения, реализация которых предусмотрена с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;
- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение работ обучающегося, рецензий и оценок на эти работы со стороны участников образовательного процесса;
- взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе взаимодействие посредством сети "Интернет".

Кроме этого, в РГРТУ используется ряд информационных систем, обеспечивающих функционирование научно-образовательного процесса, документооборота, других важных процессов, также предоставляющих информационные услуги для обучающихся и сотрудников.

В ЭИОС РГРТУ можно выделить следующие основные цифровые сервисы (ЦС), предоставляющие информационные услуги:

1. Официальный Интернет портал РГРТУ (<http://www.rsreu.ru>).
2. Информационная система «Образовательный портал РГРТУ» (<https://edu.rsreu.ru>).
3. Сервис электронной почты РГРТУ (<https://post.rsreu.ru>).
4. Информационная система «Электронный деканат РГРТУ» (ограниченный доступ).
5. Система «Рабочие программы дисциплин» (ограниченный доступ).
6. Внешние электронные библиотечные системы.
7. Электронная библиотека РГРТУ (<https://elib.rsreu.ru>).
8. Система дистанционного обучения РГРТУ на базе Moodle (<https://cdo.rsreu.ru>).

9. Система дистанционного тестирования «Академия» (<http://distance.rrtu.ru>).

10. Информационная система «Личный кабинет преподавателя» (<https://dblib.rsreu.ru>).

11. Информационная система персональных данных абитуриентов (<https://postupai.rsreu.ru>).

12. Система электронного документооборота РГРТУ «СБИС» (<https://sbis.ru>).

13. Wi-Fi зона РГРТУ (hotspot. rrtu).

Рассмотрим коротко основные задачи, текущее состояние развития и цифровые услуги, предоставляемые данными ЦС.

#### *Официальный Интернет портал РГРТУ*

Интернет-портал РГРТУ является визитной карточкой нашего университета в виртуальном информационном пространстве и в современную цифровую эпоху значение портала для вуза сложно переоценить. Первоначально портал был разработан центром новых информационных технологий (ЦНИТ) РГРТУ в 2007 году на базе свободной системы управления содержимым (CMS, от англ. *Content management system*) Joomla; структура портала была переработана в 2012 и 2017 гг.

С каждым годом целевая аудитория и посещаемость Интернет-портала РГРТУ неуклонно увеличивается. За последний год портал посетили 193 тыс. человек. Максимальное количество посетителей, согласно сервису Яндекс.Метрика, наблюдалось во время приемной кампании 2022 — до 3300 человек в день. Кроме этого, Интернет-портал является точкой входа для других информационных систем и сервисов РГРТУ.

Основные разделы, востребованные обучающимися: информация для поступающих от приемной комиссии, расписание занятий и экзаменов, объявления и новости. Основные разделы, востребованные работниками РГРТУ, включая преподавателей: документы и приказы, информация для сотрудников, объявления и новости.

Уникальными цифровыми сервисами портала РГРТУ являются модернизируемый ЦНИТ раздел «Вопросы-ответы», где каждый желающий может задать вопрос руководству вуза, а также сайт центра трудоустройства, где есть возможность публикации вакансий работодателей и резюме обучающихся.

Интернет-портал РГРТУ имеет распределенную поддержку. В настоящее время на нем зарегистрировано 84 активных пользователя от большинства структурных подразделений. Всего портал РГРТУ имеет около 9500 страниц и более 1400 пунктов меню. Общий объем опубликованной информации на портале в настоящее время превышает 50 Гбайт.

РГРТУ имеет свои представительства в социальных сетях «ВКонтакте», «Одноклассники» и «Телеграм», а также каналы в RuTube и Яндекс.Дзен.

#### *Информационная система «Образовательный портал РГРТУ»*

Информационная система «Образовательный портал РГРТУ» является собственной разработкой ЦНИТ. Разработка была начата в 2016 году перед проведением аккредитации образовательных программ университета. В соответствии с требованиями Рособрнадзора, образовательный портал РГРТУ реализует базовые функции ЭИОС: доступ обучающихся к учебному плану и рабочим программам дисциплин, доступ к результатам обучения

(оценкам), возможность публикации портфолио обучающимися, публикации отзывов и рецензий (ответов) преподавателей на портфолио, онлайн взаимодействие преподавателей и обучающихся в разделе «Вопросы-Ответы».

Образовательный портал РГРТУ поддерживается распределенно: кафедрами, деканатами и ЦНИТ. Его функционал помог вузу в проведении учебных занятий в дистанционной форме в период эпидемии COVID-19, так как позволял преподавателям оперативно вести диалог с обучающимися, делать массовые рассылки методических и контрольных материалов с оповещениями об их просмотре. Последнюю функцию ЦНИТ разработал и внедрил в период ограничений COVID-19.

В части доработки ИС «Образовательный портал РГРТУ» в 2022-м году проведены следующие работы:

- путем оптимизации медленных SQL запросов в 2,5 раза повышено быстродействие, что подтверждено результатами нагрузочного тестирования стандартными системными средствами;

- доработан интерфейс обучающегося и преподавателя: добавлен вывод наименования дисциплин при отображении элементов портфолио; элементы группируются по дисциплинам;

- доработан интерфейс преподавателя: элементы портфолио можно отфильтровать в рамках учебной группы и/или отдельной дисциплины.

#### *Сервис электронной почты РГРТУ*

Сервис электронной почты РГРТУ является свободным программным обеспечением, установленным на серверном оборудовании РГРТУ. Предоставляет цифровой сервис электронной почты для преподавателей и работников РГРТУ. Сервис администрируется управлением информатизации.

#### *Информационная система «Электронный деканат РГРТУ»*

Разработка информационной системы «Электронный деканат РГРТУ» была начата ЦНИТ в 2018 году и была успешно введена в эксплуатацию в 2019 году вместо устаревшей автоматизированной системы управления (АСУ) «Деканат», работавшей под управлением операционной системы MS DOS. Изначально часть функционала системы (печать ведомостей, ввод оценок) была реализована на базе образовательного портала РГРТУ, затем эти функции были перенесены в отдельную систему «Электронный деканат РГРТУ».

В ходе детальной проработки процесса движения контингента в вузе в электронном деканате реализованы практически все виды приказов по контингенту, что позволило автоматически отразить все операции с обучающимися в системе и вести общую статистику по контингенту, включая приказы. Необходимо отметить, что функционал автоматического формирования приказов по контингенту в предыдущей АСУ «Деканат» отсутствовал, как и учет отдельных операций по обучающимся и других видов отчетности, например, «ВПО-1».

Кроме этого, в электронном деканате реализованы все виды отчетов по успеваемости, печать экзаменационных ведомостей, ввод оценок промежуточной аттестации и аттестации «0-1-2», формирование отчетов и справок по контингенту, включая отчет «ВПО-1», назначение стипендии и материальной помощи.

В 2022 году в ЦНИТ проведены следующие работы:

- разработаны отчеты по обучающимся, привитым/не привитым от COVID-19;
- разработаны отчеты по обучающимся, прошедшим/не прошедшим ФЛГ обследование;
- разработан отчет, выводящий список отчисленных за произвольный период;
  - разработан отчет по планированию стипендии;
  - разработан отчет итоговой успеваемости студентов;
- доработана подсистема назначения прав доступа пользователей к функциям системы;
- доработан модуль импорта учебных планов из информационной системы Планы (разработчик – компания Лаборатория ММИС, г. Шахты, Ростовская обл.), добавлена функция обновления существующих в системе учебных планов с возможностью визуального контроля;
- разработан модуль загрузки файлов образовательных программ для их отображения на Интернет-портале РГРТУ.

Наиболее важной цифровой функцией электронного деканата является реализация в 2022 году информационного взаимодействия с государственной информационной системой «Современная цифровая образовательная среда» (ГИС ЦОС).

#### *Система «Рабочие программы дисциплин»*

Система «Рабочие программы дисциплин» (РПД) является приобретенным программным продуктом. В РГРТУ система РПД работает вместе с информационной системой «Планы», из которой выгружаются в электронный деканат и на Интернет-портал РГРТУ учебные планы, дисциплины и преподаватели. Система «РПД» служит сервисом для составления рабочих программ дисциплин преподавателями и предоставляется как информационная услуга. Подписанные электронной цифровой подписью (ЭЦП) проректора по учебной работе рабочие программы дисциплин загружаются на образовательный портал РГРТУ и доступны по ссылке на Интернет-портале РГРТУ.

#### *Электронные библиотечные системы*

В настоящее время университет имеет три внешних электронных библиотечных системы (ЭБС): «Лань», «IPRBooks» и «Znanium» (в тестовом доступе). Также имеется собственная «Электронная библиотечная система РГРТУ» (ЭБС РГРТУ), разработанная ЦНИТ и введенная в эксплуатацию в 2007 году. ЭБС РГРТУ в настоящее время имеет 3185 электронных изданий РГРТУ (в основном, учебно-методических пособий и методических указаний). ЭБС «IPRBooks» и ЭБС РГРТУ доступны из меню образовательного портала РГРТУ для всех обучающихся и преподавателей по их логину и паролю образовательного портала. Для этого в 2021 году работниками ЦНИТ была проведена большая работа по их интеграции.

#### *Система дистанционного обучения РГРТУ на базе Moodle*

Система дистанционного обучения (СДО) РГРТУ является свободным программным обеспечением, установленным на серверном оборудовании РГРТУ. СДО работает в университете с 2009 года, представляя обучающимся и преподавателям РГРТУ полноценный инструментальный для создания электронных учебных курсов и проведения дистанционного

обучения. Исторически сложилось так, что СДО РГРТУ не интегрируется ни с какими другими информационными системами университета и имеет собственную базу пользователей. За свою многолетнюю работу система показала свою высокую эффективность и надежность. Особую популярность среди обучающихся и преподавателей СДО заслужила в период эпидемии COVID-19. В настоящее время в системе используется более 400 дистанционных учебных курсов. Администратором СДО РГРТУ является центр дистанционного обучения РГРТУ.

#### *Система дистанционного тестирования РГРТУ «Академия»*

Собственная разработка ЦНИТ. Несмотря на свой более чем 15-летний срок эксплуатации, система дистанционного тестирования РГРТУ «Академия» является весьма востребованным информационным ресурсом, позволяющим преподавателям формировать базу тестовых заданий по отдельным учебным дисциплинам и проводить текущий и промежуточный контроль знаний обучающихся в форме компьютерного тестирования. На текущий момент в системе имеется 930 тестов по 493 учебным дисциплинам, разработанным преподавателями РГРТУ в различные годы. Из них за последний год использовалось более 50-и. Тем не менее, в настоящее время система имеет устаревший пользовательский интерфейс и требует существенной доработки, а также интеграции в существующее цифровое пространство РГРТУ.

#### *Информационная система «Личный кабинет преподавателя»*

Собственная разработка ЦНИТ. ИС «Личный кабинет преподавателя» предоставляет информационный сервис преподавателям и научным работникам РГРТУ для подтверждения публикационной активности и других видов деятельности. Система была введена в эксплуатацию в 2013 году и используется для сбора статистики по научным публикациям. В настоящее время прорабатывается вопрос об использовании системы для автоматизированного расчета показателей эффективного контракта.

#### *Информационная система персональных данных абитуриентов*

Является приобретенным программным продуктом. Система введена в эксплуатацию в 2020 году и предоставляет электронную услугу подачи документов на поступление в университет абитуриентам в режиме онлайн. В настоящее время система установлена на виртуальном облачном сервере в центре обработки данных (ЦОД) и интегрирована с Единым порталом государственных услуг (ЕПГУ) «Поступление в вуз онлайн». Все подаваемые в электронном виде документы передаются в приемную комиссию и автоматически обрабатываются в системе.

#### *Система электронного документооборота РГРТУ «СБИС»*

Является внешним сервисом, распространяющимся по подписке. Позволяет вести в РГРТУ внутренний электронный документооборот. В настоящее время в системе зарегистрировано 105 пользователей от различных подразделений университета, автоматизировано более 10 бизнес-процессов, в том числе: ознакомление и согласование официальных документов, согласование договора, заявки на заправку картриджами для принтеров, заявки на ремонт и списание техники, публикация информации на сайте РГРТУ, утверждение рабочих программ и др. В течение текущего учебного года этот список планируется расширить

до 15 бизнес-процессов. Сервис также положительно зарекомендовал себя в качестве инструмента для сбора данных и формирования итоговой отчетности по вузу, так как содержит цифровые средства для совместной работы.

#### *Wi-Fi зона РГРТУ*

Wi-Fi зона РГРТУ представляет собой набор точек доступа в сеть Интернет в рамках корпоративной сети университета в соответствии с требованиями ФГОС ВО. Каждый обучающийся и работник РГРТУ имеет доступ к Wi-Fi сети hotspot.rrtu с логином и паролем образовательного портала РГРТУ или личного кабинета преподавателя РГРТУ.

## **ОБРАБОТКА ДАННЫХ РАДИОЛОКАЦИОННОГО НАБЛЮДЕНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА**

В.А. Ушенкин

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

В настоящее время для наблюдения Земли из космоса, вместо традиционных оптико-электронных приборов видимого и инфракрасного диапазонов [1], все чаще применяются устройства радиолокационной съемки. За рубежом в последние десять лет запущено множество одиночных космических аппаратов и спутниковых группировок, способных вести радиолокационную съемку с метровым и субметровым пространственным разрешением: «COSMO-SkyMed-1, 2, 3, 4» (Италия), «RadarSat-2» (Канада), «TerraSAR-X» и «TanDEM-X» (Германия), «Sentinel-1A, B» (Франция), «RISAT-1» (Индия), «KOMPSAT-5» (Корея), «ALOS-2» (Япония) и др [2, 3]. В России ведется активная разработка радиолокационных спутниковых группировок «Обзор-Р» и «Кондор-ФКА», запуск которых планируется в ближайшие годы. Кроме того, множество крупных отечественных организаций ведет исследования в этой области: ракетно-космический центр «Прогресс», концерн радиостроения «Вега», научно-производственное объединение машиностроения, научно-производственное объединение имени С.А. Лавочкина, НИИ точных приборов, институт радиотехники и электроники РАН, корпорация «ВНИИЭМ», научный центр оперативного мониторинга Земли АО «Российские космические системы», Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, АО «Аэрокон» и др. Фактически, спутниковая радиолокация является на сегодняшний день одним из приоритетных направлений развития дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), благодаря ряду преимуществ радиолокационной съемки перед оптической. В первую очередь, это возможность вести наблюдение независимо от времени суток и при наличии плотного облачного покрова. Кроме того, в радиолокации становится возможным регистрировать не только интенсивность, но также фазу и поляризацию зондирующего сигнала. Это позволяет получить новые данные для определения геометрических и физико-химических свойств наблюдаемых объектов, недоступные при оптической съемке.

Особенности систем космической радиолокационной съемки Земли обусловили необходимость создания специфических алгоритмов и технологий наземной обработки спутниковой информации. Наиболее проблемным вопросам обработки радиолокационных данных ДЗЗ и посвящен настоящий доклад. Данные вопросы возникли перед научно-исследовательским институтом обработки аэрокосмических изображений Рязанского государственного радиотехнического университета (НИИ «Фотон» РГРТУ), в ходе разработки специального программного обеспечения для наземных средств космического комплекса «Обзор-Р» (головной разработчик – АО «Ракетно-космический центр «Прогресс»). Цель доклада – представить результаты научных исследований, полученные при решении основных проблемных вопросов.

Первый проблемный вопрос составляет получение радиолокационного изображения. В отличие от оптико-электронной аппаратуры, радиолокатор при съемке формирует не изображение, а специфический радиосигнал – радиоголограмму. Поэтому при обработке радиолокационной информации добавляется дополнительный этап – синтез изображения из радиоголограммы. Для выполнения этой операции требуется знание служебной информации: навигационных данных и параметров радиолокационной съемки. Математически строгие алгоритмы синтеза отличаются неприемлемо высокой вычислительной сложностью, поэтому на практике используют алгоритмы, построенные на базе упрощенных математических моделей, накладывающих существенные ограничения на область применения этих алгоритмов. При этом качество синтеза напрямую определяет пространственное разрешение, радиометрические характеристики и точность геодезической привязки полученного изображения. Таким образом, возникает необходимость проанализировать существующие приближенные математические модели синтеза, оценить степень их применимости к обработке радиоголограмм, полученных в современных режимах высокодетальной радиолокационной съемки, и соответствующим образом модифицировать [4]. Также необходимо выявить искажения результата синтеза, возникающие вследствие ошибок навигации космического аппарата и неточно известной служебной информации, и обеспечить качественный синтез изображения в таких условиях.

Второй проблемный вопрос составляют геометрические преобразования радиолокационных изображений. Данный вопрос включает в себя несколько аспектов.

Первый аспект состоит в том, что геометрическая модель радиолокационного наблюдения существенно отличается от модели оптической съемки. Если в оптике каждый фотоэлемент регистрирует излучение, пришедшее в объектив под определенным углом, то в каждом отсчете радиолокационного изображения регистрируется сигнал от объекта, удаленного на определенное расстояние. Таким образом, для развертки радиолокационного изображения вдоль строки используется не угол, а дальность. Это накладывает ограничения на углы, с которыми ведется радиолокационная съемка: зондирующий сигнал не может направляться в надир, поскольку в этом случае все точки наблюдаемой сцены будут иметь примерно одинаковую удаленность от радиолокатора.

Поэтому в спутниковой радиолокации применяется боковой обзор с отклонением от надира порядка 10–60°. Неизбежный боковой обзор приводит, во-первых, к затенению объектов на пересеченной местности, а во-вторых, к геометрическим искажениям изображений, обусловленным перепадами высот объектов наблюдаемой сцены. Если склон рельефа земной поверхности образует прямой угол с направлением распространения зондирующего сигнала, то весь склон, сколь бы длинным он ни был, сжимается на радиолокационном изображении до одного отсчета. Для устранения геометрических искажений и правильного определения геодезических координат объектов, представленных на радиолокационном изображении, требуется трехмерная модель наблюдаемой сцены, горизонтальная и вертикальная точность которой сопоставима с пространственным разрешением изображения. Однако в случае высокодетальной съемки точность, с которой априорно известна высотная картина наблюдаемой сцены, оказывается на один-два порядка хуже пространственного разрешения изображения. Это приводит к тому, что геометрические искажения можно устранить лишь в глобальном масштабе, а на локальных участках, для которых характерны резкие изменения высот объектов, искажения остаются и, более того, могут существенно усилиться. В докладе исследуется зависимость этих искажений от детальности априорно известной цифровой модели рельефа и способа ее интерполяции.

Второй аспект связан с сокращением объема вычислений и увеличением скорости геометрической обработки радиолокационных изображений. Значительную часть указанных вычислений составляют координатные преобразования. Их можно существенно ускорить за счет применения аппроксимирующих решеток. В докладе иллюстрируется выбранная аппроксимирующая решетка, обеспечивающая высокое быстродействие и приемлемые затраты оперативной памяти с учетом особенностей геометрии радиолокационной съемки [5].

Третий аспект заключается в улучшении радиометрических характеристик радиолокационного изображения в процессе его геометрических преобразований. Помимо всего прочего, радиолокационная съемка отличается от оптико-электронной еще и тем, что зондирующий сигнал обладает свойством когерентности. Следовательно, для него характерно явление интерференции, приводящее к возникновению мультипликативного шума на радиолокационных изображениях. Его принято называть спекл-шумом, т.к. основное его проявление в том, что яркий однородный площадной объект представляется набором близко расположенных светлых пятен (спеклов) на темном фоне. Основным средством борьбы со спекл-шумом является так называемое некогерентное накопление. Оно может быть выполнено одним из двух способов. В первом способе на этапе синтеза из разных диапазонов спектра радиоголограммы формируется и усредняется несколько изображений меньшей детальности. Во втором способе выполняется усреднение соседних отсчетов максимально детализированного изображения, сформированного из полного спектра радиоголограммы. При этом в обоих способах улучшение радиометрических характеристик изображения достигается только за счет ухудшения его детальности, т.е. радиометрические характеристики

радиолокационного изображения тесно связаны с геометрическими. Следовательно, целесообразно исследовать вопрос подавления спекл-шума при геометрических преобразованиях изображения, особенно с учетом рельефа, когда существенно изменяется форма и шаг пикселя.

Четвертый аспект заключается в сохранении фазовой составляющей сигнала при геометрических преобразованиях радиолокационных изображений. Геометрическое преобразование цифрового изображения всегда сопровождается его передискретизацией, для выполнения которой необходимо восстановление аналогового изображения путем интерполяции. Традиционные способы интерполяции изображений (по ближайшему соседу, билинейная, бикубическая) применимы только к изображениям с действительным сигналом. В радиолокации такие изображения называют радиояркими и получают путем отбрасывания фазовой составляющей исходного комплексного радиолокационного сигнала. Радиояркие изображения предназначены в основном для визуализации и дешифрации, поскольку они наиболее привычны для человека. Однако для большинства видов высокоуровневой и тематической обработки радиолокационной информации требуется сохранение данных о фазе. В этом случае геометрическому преобразованию подвергается изображение с комплексным сигналом и требуются особые интерполяторы для его корректной передискретизации. В докладе рассмотрена проблема выбора интерполатора при геометрических преобразованиях радиолокационных изображений с комплексным сигналом.

Наконец, пятый аспект составляет объединение двух радиолокационных изображений, полученных на восходящем и нисходящем витках орбиты и соответствующих наблюдению местности с разных сторон. Геометрические искажения и затенения высотных объектов на таких изображениях проявляются по-разному. Это позволяет построить новое изображение, на котором наблюдается минимум геометрических искажений и затенений. В докладе представлен новый подход к построению такого изображения [6, 7].

Третий проблемный вопрос связан с одним из наиболее трудно формализуемых этапов обработки радиолокационной информации – интерферометрией. Наличие фазовой составляющей сигнала радиолокационного изображения позволяет совершенно по-иному, чем в стереофотограмметрии, решать задачу определения высот объектов земной поверхности по двум изображениям одной местности, снятым с различных точек. Суть интерферометрической обработки составляет сопоставление фаз комплексного сигнала в одноименных точках двух изображений. Чем сильнее отличаются фазы, тем больше высота наблюдаемого объекта. Главной проблемой здесь является то, что фаза комплексного сигнала изменяется периодически и разность двух фаз может быть найдена лишь с точностью до произвольного целого количества периодов волны излучения. Чтобы разрешить возникшую неоднозначность, предполагают, что фаза сигнала от отсчета к отсчету изменяется плавно, менее чем на половину периода. Если рельеф наблюдаемой сцены достаточно гладкий, это предположение выполняется, а интерферометрическая обработка обеспечивает высокую точность определения высот наблюдаемых объектов (погрешность высоты составляет порядка 2 м). Если же для рельефа

характерны крутые склоны или обрывы, то известные технологии интерферометрической обработки приводят к ошибкам определения высоты, составляющим десятки и сотни метров и распространяющимся на значительную часть наблюдаемой сцены. В докладе представлен подход к повышению точности интерферометрической обработки. Он основан на анализе амплитуд и фаз обрабатываемых изображений с привлечением цифровых моделей рельефа (ЗД-моделей), полученных ранее другими системами ДЗЗ на всю земную сушу, но с меньшей точностью и многократно худшим пространственным разрешением [8].

Перечисленные проблемные вопросы внешне смотрятся как небольшие частные задачи в рамках наземной обработки спутниковой радиолокационной информации. Тем не менее, без их решения не может быть построена комплексная технология сквозной обработки, обеспечивающая высокие геометрические и радиометрические характеристики информационных продуктов, формируемых космическими системами радиолокационного наблюдения Земли.

#### *Библиографический список*

1. Современные технологии обработки данных дистанционного зондирования Земли / под ред. В.В. Еремеева. М: ФИЗМАТЛИТ, 2015. 460 с.
2. Егошкин Н.А., Еремеев В.В., Макаренков А.А., Москвитин А.Э., Ушенкин В.А. Проблемные вопросы обработки данных от космических систем гиперспектральной и радиолокационной съемки Земли // Вестник РГРТУ. 2017. № 60. С. 54–64.
3. Егошкин Н.А., Еремеев В.В., Москвитин А.Э., Ушенкин В.А. Обработка информации от современных космических систем радиолокационного наблюдения Земли. М: ФИЗМАТЛИТ, 2019. 320 с.
4. Ушенкин В.А. Математическая модель синтеза радиолокационных изображений дециметрового разрешения из радиоголограмм от космических РСА // Цифровая обработка сигналов. 2018. № 3. С. 21–25.
5. Егошкин Н.А., Ушенкин В.А. Эффективная организация массовых координатных преобразований при геометрической обработке радиолокационных изображений // Цифровая обработка сигналов. 2018. № 3. С. 16–20.
6. Москвитин А.Э., Ушенкин В.А. Комплексование радиолокационных изображений от восходящего и нисходящего витков орбиты на основе нечеткой логики // Цифровая обработка сигналов. 2018. № 3. С. 10–15.
7. Москвитин А.Э., Ушенкин В.А. Комплексование радиолокационных и оптических изображений от космических систем дистанционного зондирования Земли // Радиотехника. 2019. № 5 (6). С. 120–127.
8. Егошкин Н.А., Еремеев В.В., Москвитин А.Э., Ушенкин В.А. Формирование цифровых моделей рельефа на основе высокоточного разрывывания фазы интерферограмм от систем радиолокационной съемки Земли // Радиотехника. 2016. № 11. С. 120–127.

---

## Секция 1. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

---

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРЫ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ФАЙЛОВОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОБЛАЧНЫХ ХРАНИЛИЩ ДАННЫХ

П.А. Агафонов

Научный руководитель - Антипов О.В., канд. техн. наук, доцент  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В.Ф. Уткина**

#### Введение

В настоящее время, в рамках актуального процесса цифровизации всех сфер деятельности нашей страны, актуальными становятся исследования в области больших данных. По статистике около 2.5 квинтиллионов байт (примерно 2220 петабайт) генерируются пользователями интернета каждый день [1].

Конечной целью и основной задачей проводимых работ предполагается разработка распределенной файловой системы, которая будет использоваться для разрабатываемого клиент-серверного приложения для эффективного хранения файлов маленького размера с возможностью версииности и одновременной работы.

В работе рассматриваются следующие распределенные файловые системы: Google File System и Hadoop Distributed File System.

#### **Google File System (GFS) и Hadoop Distributed File System (HDFS)**

Google File System и Hadoop Distributed File System имеют одинаковые архитектуры системы, но разные механизмы доступа к файлам. В таблице 1 представлено сравнение GFS и HDFS.

Таблица 1 – сравнение GFS и HDFS

	GFS	HDFS
Основной сервер	Master Server	NameNode
Сервер данных	Chunk Server	DataNode
Размер фрагмента	64 Мегабайта	128 Мегабайта
Протокол передачи данных	TCP	RPC
Изменение файла	Запись в конец файла	Не поддерживается
Отказоустойчивость	<ul style="list-style-type: none"> <li>• поддержка репликации;</li> <li>• запись операций в журнал;</li> <li>• резервные основные сервера.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• поддержка репликации;</li> <li>• сохранение «образов» основного сервера;</li> <li>• резервные основные сервера.</li> </ul>

Основной сервер в системе хранит метаданные файлов в виде таблицы, где ключ - полный путь до файла, значение - метаданные файла.

Файлы разбиваются на фрагменты, записываются и реплицируются на серверах данных. Каждый файл имеет коэффициент репликации, который определяет количество копий файла (по умолчанию - 3).

Сервер данных предназначен для ресурсоемких потоковых чтений и записи огромных объемов данных через сетевой протокол [2].

### Проектирование

На основе проведенных обзоров построена архитектура файловой системы (рисунок 1). Недостатком анализируемых решений является неоптимальная работа с файлами размером меньше, чем размер фрагмента файловой системы.



Рисунок 1 - архитектура распределенной файловой системы

С учетом особенностей клиент-серверного приложения, для которого разрабатывается распределенная файловая система, и анализа решений выявлены следующие требования к системе хранения данных:

- 1 возможность конфигурации размера фрагментов, на которые разбивается файл;
- 2 сохранность данных важнее быстродействия и времени отклика;
- 3 доступ к файлам маленького размера осуществляется только на чтение; доступ к файлам большого размера осуществляется на чтение/запись, при этом возможна ситуация конкурентного доступа на чтение и запись множества клиентов к одному файлу;
- 4 сбои серверов не должны отражаться на функционировании системы;
- 5 для надежности системы основной сервер сохраняет свое состояние на жесткий сервер для последующего восстановления в случае сбоя.

Клиент – библиотека для языка программирования, предоставляющая интерфейс для работы с системой. Для работы с файлами клиент отправляет запрос на основной сервер для получения метаданных файла. В метаданных содержатся адрес сервера данных, на котором расположен файл, и дополнительная информация. Маленькие файлы полностью копируются на хост клиента, доступ к большим файлам происходит по частям, так как файл может полностью не поместиться в память хоста.

### Заключение

Таким образом, в рамках проводимой НИР, была исследована архитектура распределенных файловых систем, проанализированы механизмы работы существующих систем и спроектирована

распределенная файловая система для эффективного хранения файлов маленького размера.

Результаты исследований предполагается использовать в дальнейшем при проектировании ВКР.

*Библиографический список*

1. How Much Data Does The World Generate Every Minute? [Электронный ресурс]: URL: <https://www.iflscience.com/how-much-data-does-the-world-generate-every-minute-42939>

HDFS Architecture Guide [Электронный ресурс]: URL: [https://hadoop.apache.org/docs/r1.2.1/hdfs\\_design.html](https://hadoop.apache.org/docs/r1.2.1/hdfs_design.html)

**ОБ ИДЕНТИФИКАЦИИ ФУНКЦИЙ ИНВЕСТИЦИЙ И СБЕРЕЖЕНИЙ  
В ЭКОНОМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЕЛОВОГО ЦИКЛА  
КАЛДОРА – ЧАНГА – СМИТА**

А.В. Алыпов

Научный руководитель – Лискина Е.Ю., канд. физ.-мат. наук, доцент  
**Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина**

На данный момент известны несколько моделей развития экономики: Самуэльсона – Хикса, Н. Калдора, М. Калецкого, Р. Гудвина. В своей модели Н. Калдор предполагал, что экономический цикл должен определяться нелинейными функцией инвестиций  $I(K, Y)$  и сбережений  $S(K, Y)$ , зависящими от капитала  $K(t)$  и национального дохода  $Y(t)$  [1]. В. Чанг и Д. Смит позднее ввели выбытие капитала, и модель приняла вид

$$\begin{cases} \dot{Y} = a(I(K, Y) - S(K, Y)), \\ \dot{K} = -\mu K + I(K, Y), \end{cases} \quad (1)$$

где  $a > 0$  и  $\mu \in (0, 1)$ .

Самостоятельный исследовательский интерес представляет определение вида функций  $I(K, Y)$  и  $S(K, Y)$ . Например, в [1] функция  $S(K, Y)$  предполагается линейно зависящей только от  $Y$  (что нарушает теоретические предпосылки Н. Калдора), а функция  $I(K, Y)$  – аддитивной относительно своих переменных и линейной по  $K$ . В статье [2] при тех же предположениях относительно функций  $I(K, Y)$  и  $S(K, Y)$  формулируются дополнительные условия, позволяющие линеаризовать систему (1), что также ограничивает теоретические предпосылки Н. Калдора.

Отсюда возникает задача: собрать количественные данные, на основе которых с помощью регрессионного анализа будет идентифицирован вид функций  $I(K, Y)$  и  $S(K, Y)$ . Затем система (1) будет исследована на состояния равновесия, устойчивость и предельные циклы при определенных таким образом функциях  $I(K, Y)$  и  $S(K, Y)$ , как, например, в [3].

*Библиографический список*

1. Окунев О.Б. Динамическое моделирование макроэкономических систем: эндогенные модели Н. Калдора и М. Калецкого // Вестник МГИМО. – 2011. – № 1. – С. 201–206.

2. Асеев А.С. Существование периодической траектории в модифицированной модели Калдора // Молодой учёный. –2017. – № 1(135). – С. 103–107.

3. Лазарева И.А., Лискина Е.Ю. Построение и идентификация односекторной модели экономики региона, учитывающей конечное потребление и конкуренцию за ограниченные ресурсы // Вестник РАЕН. – 2016. – Т. 16, № 3. – С. 36–40.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕАЛИЗАЦИИ ЗАДАЧ НА РАСПОЗНАВАНИЕ ОБРАЗОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЯЗЫКАХ ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

С.В. Алямовский

Научный руководитель – Крошила С.В. доцент, к.т.н.

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

В настоящее время для решения широкого круга задач, вроде распознавания образов, используются нейросети. Помимо понимания самого процесса их работы, значение имеет простота реализации и эффективность работы, зависящие от выбранного языка программирования и конкретной среды разработки.

В рамках данного исследования была поставлена задача сравнения особенностей реализации и эффективности выполнения задач на распознавание образов, а именно распознавание пожара на изображениях с использованием языков Python и C#.

Конечной целью проводимой работы предполагается создание прототипов приложений на обоих языках, принимающих на вход изображение с последующим анализом. В ходе работы планируется рассмотреть и сам процесс по созданию приложения, например, доступности справочного материала, особенностям написания кода, взаимодействия со сторонними программами и библиотеками, а так же сравнить эффективность работы разработанных приложений, благодаря чему можно будет сделать вывод о преимуществах и недостатках использования того или иного языка программирования.

Результаты данного исследования можно будет использовать при дальнейшем развитии прототипа приложения или разработке аналогичных приложений.

## **ОЦЕНКА СТОИМОСТИ НЕДВИЖИМОСТИ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

А. С. Артемов

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

Задачу оценки рыночной стоимости недвижимости можно решить с использованием нейронных сетей. Очевидно, что цена квартиры зависит от многих факторов, например, общей и жилой площади, количества комнат, этажа, территориального расположения дома, его этажности, состояния, наличия коммуникаций и др. Опытные риелторы справляются с задачей оценки без труда, применяя свои знания и интуицию, опираясь на известные им аналоги и используя ассоциативное мышление. Все эти знания и умения относятся к числу плохо формализуемых, отчасти неосознаваемых, поэтому разработка однозначного алгоритма определения цены на основе значений влияющих факторов - крайне сложная и почти невыполнимая задача.

Однако существует значительное число примеров уже оцененных квартир. Используя массив сведений о них, можно извлечь некоторую зависимость.

Для этого создается нейронная сеть, в которой количество входных нейронов соответствует количеству входных факторов, которые влияют на цену. В выходном слое будет всего один нейрон, соответствующий выходному фактору - цене.

В результате анализа информационных ресурсов агентств недвижимости, предоставляющих информацию о продаже вторичной жилой недвижимости, можно выбрать 14 ключевых параметров объектов жилой недвижимости, представляющих как количественные, так и качественные показатели, наилучшим образом характеризующие объекты исследования: район размещения объекта недвижимости, тип жилого дома, серия жилого дома, этажность здания, расположение квартиры на первом этаже, количество лет эксплуатации здания, площадь объекта недвижимости в кв.м., количество санузлов в помещении, наличие внутренней отделки, наличие подземной парковки у жилого дома, наличие подъёмных лифтов и их количество, наличие консьержа в подъезде, закрытой придомовой территории, степень доступности для общественного транспорта, наличие развитой инфраструктуры в пешей доступности (детский сад, школа, магазин). Выходная переменная является численной и соответствует предполагаемой цене объекта недвижимости в российских рублях [1].

Для обучения необходим массив обучающих примеров. Количество примеров должно быть достаточно большим - по некоторым расчетам, в 10-15 раз больше числа нейронов в сети. Примеры подаются нейросети, при этом веса связей внутри нее постепенно изменяются с тем, чтобы реальный выходной сигнал был как можно ближе к ожидаемому значению выходного фактора. Один цикл предъявления всех учебных образцов называется эпохой. Обычно требуется несколько тысяч эпох, чтобы обучить

нейронную сеть, но на современных компьютерах такое обучение занимает несколько минут.

Часть примеров не участвует в обучении, а выделяется в так называемое тестовое множество. На каждой эпохе работа сети проверяется на тестовом множестве. Таким образом тестируется способность нейросети к обобщению: возможности распространить выявленную закономерность к данным, не участвующим в обучении.

Обучение нейросети заканчивается, когда достигнуто заданное значение средней (или минимальной) ошибки, когда сеть исчерпала возможности обучения или же когда пройдено определенное число эпох. После этого веса связей фиксируются, и сеть может использоваться в рабочем режиме. Теперь, если в качестве входных сигналов сети указать параметры оцениваемой квартиры, значение на выходе будет представлять ее цену, рассчитанную на основе выявленной закономерности [3].

Согласно вышеизложенному материалу, можно увидеть главное отличие нейросетей от экспертных систем. Если в экспертной системе знания извлекаются из опыта специалистов, то искусственная нейронная сеть сама накапливает опыт на основе просмотра набора аналогичных примеров, и фиксирует его в виде набора весов связей.

Не всегда нейронная сеть достигает хороших результатов обучения и обобщения. Среди возможных причин можно выделить следующие:

- неудачно выбрана архитектура сети (слишком много или слишком мало нейронов в скрытых слоях);
- недостаточно примеров для обучения;
- влияющие факторы выделены неудачно: в число входных параметров не включен один или несколько факторов, в наибольшей мере влияющий на значение выходных показателей;
- искомой зависимости не существует; обучающие примеры являются уникальными, аналогия между ними отсутствует.

Приведенные причины ранжированы по степени возрастания сложности их преодоления: если проблему, указанную в пункте 1, легко исправить, изменив число нейронов, то пункт 4 говорит о невозможности решения данной задачи методами нейросетей [2].

Таким образом, при корректных входных данных можно с высокой степенью точности выполнять прогнозирование рыночной стоимости недвижимости.

#### *Библиографический список*

1. Фундаментальные исследования [сайт]. – URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=39274> (дата обращения: 19.10.2022).
2. Allbest [сайт]. – URL: [https://knowledge.allbest.ru/emodel/3c0b65635a2ad78b4c53a88421306c37\\_1.html](https://knowledge.allbest.ru/emodel/3c0b65635a2ad78b4c53a88421306c37_1.html) (дата обращения: 20.10.2022).
3. Turing A.M. Computing Machinery and Intelligence // Mind. - 1950. - Vol. 59, No. 236. - P. 433-460.

## ОБЗОР ОСОБЕННОСТЕЙ СИГНАЛОВ РАЗЛИЧНЫХ СТАНДАРТОВ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Д.С. Баулин

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

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

В настоящее время, открытие в сфере беспроводных технологий, а именно система «Интернета вещей» является востребованным и уникальным.

Количество систем и устройств на основе IoT возрастает с каждым днем [1]. Проведем обзор стандартов связи «Интернета вещей».

**Система LoRa** – протокол от компании Semtech, является одним из первых доступных протоколов имеющих малую стоимость основных компонентов, а так же большую зону покрытия в плотной городской застройке. Использование фирменной модуляции на основе линейной частотной модуляции сигнала, позволяет обрабатывать сигналы на уровне ниже собственных шумов, а использование прямого расширения спектра позволяет, меняя скорость передачи данных, эффективно использовать бюджет канала связи и обеспечить высокую чувствительность. Скорость передачи данных составляет до 5 кбит/с.

Фирменные устройства LoRa используемые в совокупности с модуляцией GMSK обеспечивают подавление уровня помех в каналах до 19.5 дБ за счет Гауссовской фильтрации [2,3].

**Стандарт связи «Стриж»** – данный протокол связи является отечественным и широко реализуется на российском рынке.

Рабочая частота устройств 868.8 МГц, ширина спектра 100 Гц. Используется дифференциальная модуляция DBPSK.

Устройства, используемые технологией «Стриж» обеспечивают передачу по протоколу беспроводной связи дальнего радиуса действия XNB, благодаря чему достигается высокая помехоустойчивость по соседним каналам связи, высокие энергетические показатели на каждый бит передаваемой информации. Ширина спектра сигнала в передающей части обеспечивает до 5000 узкополосных каналов связи. При минимальной скорости передачи информации в 100 бит/сек все устройства в используемом диапазоне частот могут выйти в эфир, не рискуя наличием дополнительных шумов или потерей сигнала. Данный стандарт реализует обратный канал связи путем передачи сразу же после приема данных от датчика [1].

**Стандарт связи ZigBee** – является открытым стандартом связи с разнесенным по уровням PHY и MAC. Диапазон рабочих частот 2.4 ГГц, в данной области частот предусмотрено 16 каналов связи по 5 МГц.

Основным достоинством является малая стоимость устройств, а так же малое энергопотребление при использовании «спящего» режима, в котором не используется постоянный сбор информации с датчика или устройства. [2].

**Стандарт связи Weightless** – разделен на три основных направления в сфере беспроводных технологий.

1. Weightless-W обеспечивает работу в телевизионном диапазоне частот, применяется в сырьевой отрасли.

2. Weightless-N имеет сниженную скорость передачи пакетов данных за счет увеличения дальности действия.

3. Weightless-P - узкополосный протокол радиосвязи для устройств, отвечающих за решение IoT задач.

Ширина спектра сигнала составляет 12.5 кГц. Принципиальным отличием от рассмотренных протоколов связи, будет являться отсутствие синхронной передачи информации, а использование гибкой сигнально-кодовой конструкции [2].

**Стандарт связи NB-IoT** – представляет собой беспроводную сеть на основе сотовой связи LTE, широко развернутую для различных задач IoT.

Данная технология основана на работе в полосе пропускания 180 (200) кГц при рабочей частоте 464 МГц, 868 МГц так и 2.4 ГГц. Главным недостатком служит большие материальные затраты на развертывание и обслуживание системы связи, а постоянная синхронизация данных увеличивает расходный ресурсный период питающего оборудования [3].

**Стандарт связи SigFox** – международная сеть «Интернета вещей», использующая узкополосный протокол LPWAN. В рассматриваемом протоколе связи используется узкополосная методика передачи данных (UNB). Ширина полосы пропускания 100 Гц, при активной работе на рабочей частоте 864-865 МГц доступна полоса в 500 кГц.

Устройства, на борту которых используется уникальный способ защиты от помех, связанный с высоко устойчивой модуляцией, могут принимать сигналы на уровне выше минимального уровня шума на 8дБ.[3]

**Стандарт связи IEE 802.15.4** – Основная задача протокола обеспечить стабильную беспроводную связь с малой скоростью для наименьшего попадания внешних шумов, при этом сохраняя минимальное потребление энергии.

Стандарт связи охватывает большой участок диапазона частот, таких как 2.4 ГГц, 915МГц, 868 МГц. Широкополосная модуляция на рабочей частоте 2.4ГГц с методом прямого расширения спектра позволяет достигать высокой надежности устройств, обеспечивая стабильную работу вне зависимости наличия собственных шумов и шумов других стандартов работающих на схожем диапазоне частот.

Проведенный обзор стандартов связи позволяет выявить частоты, подверженные воздействию шумов различной природы. В дальнейшем исследовании планируется количественно оценить уровень шумов, характерных для сигналов каждого из приведенных стандартов.

#### *Библиографический список*

1. Довгаль В.А., Довгаль Д.В. Интернет Вещей: концепция, приложения и задачи // Ежеквартальный рецензируемый, реферируемый научный журнал «Вестник АГУ» -Выпуск 1(216)- 2018г.-7 с.

2. Интернет вещей: учебное пособие [текст] / А.В. Росляков, С.В. Ваняшин, А.Ю. Гребешков. – Самара: ПГУТИ, 2015. – 200 с.

3. Виктор Алексеев., Технологии «Интернета вещей» для сетей ISM нелицензируемого диапазона частот // Беспроводные технологии #1(46) / 7с.

## РЕАЛИЗАЦИЯ СХОДСТВА (РАССТОЯНИЯ) ДЖАРО – ВИНКЛЕРА НА ПЛАТФОРМЕ «1С: ПРЕДПРИЯТИЕ»

А.В. Беляев

Научный руководитель – Дмитриева Т.А., к.т.н., доцент  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В.Ф. Уткина**

В трудовой деятельности медицинских центров очень часто приходится вести огромную базу клиентов, номенклатуры и т.д., но очень часто в течение некоторого времени в таких базах образуются дубли. Как пример, объект может называться в базе как «Капельница серебряная», так и «Серебряная капельница». В таком случае, мы имеем один объект в материальном виде, но два объекта в базе данных. Вручную поиск в такой базе задублированных объектов затруднен из-за большого размера базы данных. Поэтому задача автоматизированного поиска таких объектов является актуальной и практически значимой.

Существует несколько способов решения данной задачи. Рассмотрим один из возможных способов – метод сходства (расстояния) Джаро – Винклера [2]. Сходство представляет собой меру схожести строк для измерения расстояния между двумя последовательностями символов. Основан данный метод на расстоянии Джаро, который, в свою очередь, описывает следующее. Расстояние между двумя словами – это минимальное число одно-символьных преобразований, которое необходимо для того, чтобы изменить одно слово в другое.

На практике расстояние Джаро  $d_j$  между двумя заданными строками  $s_1$  и  $s_2$  высчитывается по формуле:

$$d_j = \begin{cases} 0 \\ \frac{1}{3} \left( \frac{m}{|s_1|} + \frac{m}{|s_2|} + \frac{m-t}{m} \right) \end{cases}$$

где  $|s_j|$  – длина строки  $s_j$ ,  $m$  – число совпадающих символов,  $t$  – половина числа транзакций.

Два символа из  $s_1$  и  $s_2$  соответственно, считаются совпадающими только если они одинаковы и не дальше, чем

$$\left\lfloor \frac{\max(|s_1|, |s_2|)}{2} \right\rfloor - 1.$$

Теперь, преобразуем формулу для написания на языке 1С в «1С: Предприятие».

$$dj = (m/a + m/b + (m-t)/m)/3;$$

где  $a$  – длина строки  $s_1$ ;  $b$  – длина строки  $s_2$ ;  $m$  – число совпадающих символов;  $t$  – половина числа транспозиций.

Два символа из  $s_1$  и  $s_2$  соответственно, считаются совпадающими только, если они одинаковы, и их позиции относительно друг друга находятся не дальше, чем на  $d$  – максимальное расстояние для поиска,

$$d = \text{Int}(\text{Max}(a,b)/2)-1;$$

Каждый символ строки  $s_1$  сравнивается со всеми символами в  $s_2$  на допустимом расстоянии  $d$ . Количество совпадающих (но отличающихся порядковыми номерами) символов, которое делится на 2, определяет число транспозиций –  $tr$ .

Таким образом

$$t = \text{Int}(tr/2);$$

Теперь, на основе расстояния Джаро, сформируем расстояние Джаро – Винклера. Расстояние Джаро – Винклера использует коэффициент масштабирования –  $p$ , что дает более благоприятные рейтинги строкам, которые совпадают друг с другом от начала до определённой длины –  $L$ , которая называется префиксом. Даны две строки  $s_1$  и  $s_2$ . Их расстояние Джаро – Винклера  $dw$  это:

$$dw = dj + (L * p * (1-dj));$$

где  $dj$  – расстояние Джаро для строк  $s_1$  и  $s_2$ ;  $L$  – длина общего префикса от начала строки до максимума 4-х символов (цепочка совпавших символов с тождественными порядковыми номерами);  $p$  – постоянный коэффициент масштабирования, использующийся для того, чтобы скорректировать оценку в сторону повышения для выявления наличия общих префиксов.  $p$  не должен превышать 0.25, поскольку, в противном случае, расстояние может стать больше, чем 1. Стандартное значение этой константы в работе Винклера приравнивается 0.1

В некоторых реализациях алгоритма расчёта расстояния Джаро – Винклера префиксный бонус  $L * p * (1-dj)$  добавляется, только если сравниваемые строки имеют расстояние Джаро выше установленного «порога усиления»  $bt$ . Порог в реализации Винклера составил 0.7

В дальнейшем будет приведен разработанный программный код и проведено тестирование данного алгоритма на различных примерах.

#### *Библиографический список*

1. Как работает неточное сравнение строк [Электронный ресурс]. URL – <https://habr.com/ru/post/671136/?ysclid=I9v8so8bjs283720071> (Дата обращения: 31.10.2022).

2. Сходство Джаро – Винклера [Электронный ресурс]. URL – [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%85%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE\\_%D0%94%D0%B6%D0%B0%D1%80%D0%BE\\_%E2%80%94\\_%D0%92%D0%B8%D0%BD%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D1%80%D0%B0](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%85%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE_%D0%94%D0%B6%D0%B0%D1%80%D0%BE_%E2%80%94_%D0%92%D0%B8%D0%BD%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D1%80%D0%B0) (Дата обращения: 30.10.2022).

## **ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ CRM СИСТЕМ ДЛЯ СТУДИИ ТАНЦЕВ**

Е.В. Бобылева

Научный руководитель – Хорева А. А., доцент, к.т.н.

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

В докладе рассматриваются алгоритмы, направленные на автоматизацию процесса составления расписания занятий в студии танцев.

Рассматриваемая задача теории расписаний является NP-трудной и не имеет строго определенного критерия, по которому было бы возможно определить оптимальность получаемых решений, что подтверждают многочисленные исследования теории расписаний. [1]

Для составления полного расписания существует пять обобщенных методов обработки данных: полный перебор, алгоритмизация, эвристика, имитация (симуляция) и аналитическая методология. Эвристика и полный перебор используются для определения времени и места проведения занятий для всех групп студентов и всех дисциплин для них. Имитация используется для определения оптимального варианта переноса занятий и каскадных изменений занятий и нагрузки преподавателей. Алгоритмическая методология применяется для последовательного улучшения расписания. [3]

Рассмотрим некоторые из алгоритмов, применяемых для составления расписания.

Алгоритм метода имитации отжига.

Алгоритм основывается на имитации физического процесса, который происходит при отжиге металлов.

Данный алгоритм с некоторой вероятностью допускает переход в состояние с более высоким значением целевой функции:

$$P(X^k \rightarrow X^{k+1}) = \begin{cases} 1, & \Delta F \leq 0 \\ \exp(-\Delta F/T), & \Delta F > 0 \end{cases}$$

где  $T$  – некоторая температура,  $\Delta F$  – изменение целевой функции.

Алгоритм метода раскраски графа

Алгоритм метода раскраски графа называют поиск минимального числа цветов, необходимых для раскраски вершин графа так, чтобы каждая пара соседних вершин была окрашена в разные цвета. Вершинами графа в данном алгоритме являются планируемые занятия. Ребра, соединяющие две вершины графа, означают недопустимость проведения этих двух занятий одновременно. Каждый цвет вершины графа соответствует одному периоду расписания.

Алгоритм имитационного моделирования

В имитационном моделировании алгоритм оперирует непосредственно расписанием и списком занятий, которые необходимо включить в расписание (учебным планом). Процесс составления расписания начинается с пустого расписания, когда все занятия находятся в списке неучтенных занятий. Далее алгоритм переходит от одного незаконченного расписания к другому, стремясь наилучшим образом расставить все занятия, включенные в список. Процесс продолжается до тех пор, пока не

будет сформировано полное расписание или выполнится фиксированное количество итераций.

При реализации алгоритма, основанного на принципах имитационного моделирования, особое внимание уделяется разработке эвристических правил выбора очередного занятия из списка, определения наилучшей для него позиции в расписании и оценке получаемого расписания. [2]

Генетические алгоритмы

Генетический алгоритм – это эвристический алгоритм поиска. Используется для решения задач оптимизации и моделирования путем случайного подбора, комбинирования и вариации искомым параметров с использованием механизмов, напоминающих биологическую эволюцию.[7]

#### *Библиографический список*

1. Афонина А.А., Гранков М.В. Анализ факторов-ограничений при создании программной системы построения расписаний вузов в условиях реализации образовательной деятельности в нескольких кампусах. - НАУКА. ТЕХНОЛОГИИ. ИННОВАЦИИ: XV Всероссийская научная конференция молодых ученых, посвященная Году науки и технологий в России (г. Новосибирск, 06-10 декабря 2021 г.) // Сборник научных трудов в 10 ч. / Под ред. Соколовой Д.О. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2021. - 4 с.
2. Лопатин Р. С., Федорков Е. Д. Применение математических методов моделирования в задачах составления учебного расписания. - Вестник Воронежского государственного технического университета, 2010 – 2 с.
3. Бурнасов П. В. Математическая постановка задачи составления расписания занятий - Вестник Иркутского государственного технического университета, 2014 – 7 с.
4. Масляев Д. А. Современное состояние задачи автоматизации составления оптимального учебного расписания в вузе. - Вестник Сыктывкарского университета. Серия 1. Математика. Механика. Информатика, 2022 – 18 с.
5. Сорокина О.П., Медведева О.А. Автоматизация процесса составления расписания занятий - Актуальные проблемы авиации и космонавтики, 2018 – 3 с.
6. Тимиргалеева, Р.Р. Новый подход к решению задачи составления расписания — Текст: электронный // NovaInfo, 2017. — № 63. — С. 283-287. — URL: <https://novainfo.ru/article/12381>
7. Максимова Н.Н., Мороз В.А. Общие сведения о генетическом алгоритме. Формулировка задач - Вестник Амурского государственного университета. Серия: Естественные и экономические науки, 2011– 3 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СЕМАНТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

И.А. Буланова

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

Онтологические и семантические модели все чаще применяются для формализации различных процессов в образовательной сфере. Структуризация информации с помощью онтологических и семантических моделей позволяет повысить эффективность образовательных программ и контроля знаний учащихся.

Онтологии используются различными способами в образовательных системах, в зависимости от задачи, которую они решают.

Во-первых, они используются для моделирования и управления образовательной программой. В этом случае, образовательная программа и учебный план представляется в виде онтологии, что облегчает задачи управления, анализа и оценки программы. Также такое использование онтологии позволяет разработчикам образовательных программ улучшать их путем определения основных элементов образовательной программы, связывание одних учебных единиц с другими. Во-вторых, онтологии могут использоваться для контроля понятийных знаний учащихся. В-третьих, с помощью онтологий можно описать предметные области различных дисциплин и задачи обучения, что является наиболее популярным способом использования онтологий в образовательном процессе. [1]

Существуют различные разработанные онтологические методы структуризации учебного контента, которые успешно внедрены в системы электронного обучения. [2-4]

Закономерным продолжением онтологического подхода к структуризации учебного курса является визуальное отображение разработанной онтологической модели в виде графа. Для этого могут быть использованы семантические сети.

В результате исследования была выполнена формализация рабочей программы учебной дисциплины высшего образования, и разработано desktop-приложение, позволяющее строить семантические модели рабочих программ.

В дальнейшем, анализ семантической модели позволит оценить эффективность освоения рабочих программ учебных дисциплин.

### *Библиографический список*

1. Смирнова Е.В., Добрица Е.К., Демиденко Н.О. Использование онтологий в образовательных процессах // Проблемы современной науки и образования. – Иваново, 2017. - №22. - С.70-74.

2. Ручкин В.Н., Фулин В.А. Использование онтологического метода структуризации учебного контента // Известия ТулГУ. Технические науки. – Тула, 2014. - №6. – С.168-174.

3. Зеленко Л.С., Шумская Е.А. Разработка онтологической модели учебного курса для систем электронного дистанционного обучения // Программные продукты и системы. – Тверь, 2018. - №1. - С.56-59.

4. Попов Д.В., Макушкина Л.А. Исследование методов построения конвертера онтологических моделей курса // Современные научные исследования и инновации. – Москва, 2014. - № 1. – С.4-7.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕГАНОГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ**

И.А. Буланова, О.Г. Швечкова

Научный руководитель – Швечкова О.Г., к-т техн. наук, доцент  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В.Ф.Уткина**

В настоящее время, в эпоху тотальных процессов внедрения механизмов цифровизации во все сферы жизнедеятельности человека, бурного роста электронных транзакций проблемы защиты информации выходят на доминирующие позиции. Тема проводимых исследований в области криптографической защиты информации является весьма актуальной. Для решения таких специфических задач возникло одно из направлений защиты информации, разновидность методов криптографии – стеганография. Это научное направление позволяет обеспечить не только тайную передачу данных, но и скрывает сам факт такой передачи. При этом вероятность взлома злоумышленником значительно снижается за счет сокрытия самого факта наличия секретной скрытой информации.

Методы стеганографии ориентированы на решение специфического круга задач, одной из которых является сокрытие самого факта передачи информации, при этом контейнером для запрятывания информации может служить обычный файл растрового изображения в любом из популярных форматов (например, JPEG, PNG или BMP). Другое популярное применение методов стеганографии – внедрение цифровой подписи в контейнер с целью защиты авторских прав.

Для организации стеганографического канала тайной передачи информации необходимы два объекта: это исходное секретное сообщение, в качестве которого может выступать текст, изображение или аудиоданные, подлежащего сокрытию, и контейнера – любого вида информации, предназначенной для помещения внутрь нее запрятываемого сообщения.

В результате проведенных исследований были изучены существующие алгоритмы стеганографической защиты информации на основе избыточности среды, выполнена программная реализация алгоритмов сокрытия и извлечения информации из изображения на языке C#. Получаемое в результате выполнения алгоритма извлечения изображение также возможно просмотреть, выделяя наименее значащие биты в каналах компонент RGB, для обнаружения измененных пикселей изображения.

Кроме наглядных представленных результатов можно отметить ряд недостатков или погрешностей, присущих методам стеганографии, к основным из которых можно отнести возможность разрушения сокрытого сообщения при искажении изображения и фиксированность местоположения встраиваемой информации.

*Библиографический список*

1. О.Г. Швечкова, А.Н. Пылькин, Д.В. Марчев. Базовые криптографические алгоритмы защиты информации»: учеб. пособие. - М.: КУРС, 2018. – 168 с.
2. А.В. Гиголаев, Н.А. Тярт, О.Г. Швечкова «Модификация стеганографического метода LSB для повышения секретности передачи сообщения»: научная статья. Сборник трудов международного научно-технического форума «Современные технологии в науке и образовании СТНО-2018» в 11 т. Т. 4/ Под общей редакцией О.В. Миловзорова  
Издательство: Рязанский государственный радиотехнический университет (Рязань) 2018 г.  
Стр. 43-47
3. О.Г. Швечкова, С. И. Бабаев. Информационная безопасность. Теоретические основы. Часть 1: учеб. пособие. - М.: КУРС, 2021. – 144 с.
4. О.Г. Швечкова, С. И. Бабаев. Информационная безопасность. Теоретические основы. Часть 2: учеб. пособие. - М.: КУРС, 2021. – 144 с.
5. П.П. Урбанович, Защита информации методами криптографии, стеганографии и обфускации: учеб. пособие. – Минск: БГТУ, 2016 – 220 с.

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПЛАНИРОВАНИЯ  
ТРУДОВЫХ ОТПУСКОВ СОТРУДНИКОВ КОМПАНИИ**

А.Д. Валько

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

Отдых является неотъемлемой частью деятельности каждого сотрудника любой компании или организации. Согласно законодательству Республики Беларусь, минимальная продолжительность основного трудового отпуска составляет 24 календарных дня ежегодно [1]. Из данного правила имеются исключения, которые устанавливаются в ходе обсуждения длительности отпуска между работодателем и работником.

Процессами предоставления, планирования и учета трудовых отпусков в организациях занимаются кадровые службы или отделы. На работников данных отделов возложены обязанности по составлению графика отпусков, оформлению документов на отпуск и другой сопроводительной документации. При осуществлении планирования трудовых отпусков сотрудников организации работники кадровых служб должны учесть не только интересы нанимателя, но и интересы работников. Вместе с этим, при составлении графика отпусков необходимо учитывать следующие условия [2]:

- график отпусков составляется не позднее 5 января (иного срока, установленного коллективным договором, соглашением либо согласованного нанимателем с профсоюзом);
- график отпусков устанавливает очередность предоставления трудовых отпусков для всех работников организации;

- график отпусков составляется на календарный год в организациях любой формы собственности в обязательном порядке;
- график отпусков утверждается нанимателем и, если того требует коллективный договор, согласовывается с профсоюзом;
- график отпусков обязательно доводится до сведения всех работников.

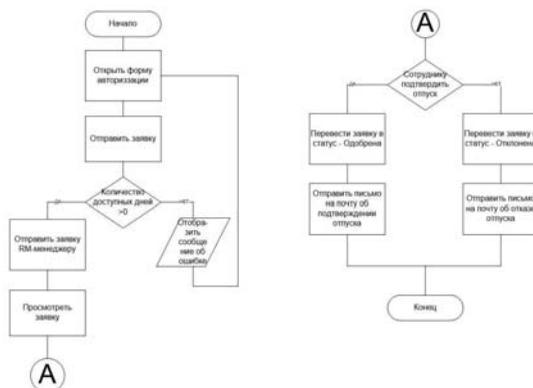
Стоит отметить, что на текущий момент наиболее распространённым способом хранения и обработки информации об отпусках является формирование электронных таблиц в программе Microsoft Excel [3]. Однако, данное решение подходит лишь для компаний со штатом до 10 человек. В других ситуациях рынок информационных услуг предлагает использовать либо узкоспециализированные программные решения, либо комплексные программные решения, например, такое как 1С: ЗУП [3]. Это не дает возможности представителям среднего и малого бизнеса эффективно вести экономическую деятельность [4].

С целью повышения эффективности процесса планирования трудовых отпусков целесообразным является разработка соответствующего программного обеспечения. Внедрение такого программного изделия обеспечит не только сокращение временных затрат кадровых служб, но и позволит компаниям малого и среднего бизнеса выстроить более оптимальную процессную архитектуру внутри компании.

Для обеспечения наиболее эффективной и полноценной работы сотрудников кадровых служб в программном средстве необходимо реализовать следующие функциональные возможности:

- составления расписания трудовых отпусков для сотрудников компании;
- отправка заявок на трудовой отпуск;
- подтверждение или отклонение заявок на трудовой отпуск;
- проверка статуса заявки на трудовой отпуск;
- подготовка документации для учета;
- сбор информации, касающейся трудовых отпусков системы компании.

Схема алгоритма процесса планирования трудовых отпусков сотрудников представлена на рисунке 1.



На рисунке 1 – Схема алгоритма процесса планирования трудовых отпусков

Разработка программного средства позволит:

- отправлять заявки на трудовой отпуск в электронном виде;
- осуществлять подтверждение или отклонение заявок на отпуск;
- составлять сопутствующую информацию, исходя из актуальной информации о статусах заявок.

*Библиографический список*

- 1.Статья 155 ТК РБ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://belzakon.net/Кодексы/Трудовой\\_Кодекс\\_РБ/Статья\\_155](https://belzakon.net/Кодексы/Трудовой_Кодекс_РБ/Статья_155)
- 2.Планирование трудовых отпусков на будущий год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://profgos.1prof.by/news/planirovanie-trudovyx-otpuskov-na-budushhij-god/>
- 3.Программы для составления графика отпусков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wiseadvice-it.ru/o-kompanii/blog/articles/programmy-dlya-sostavleniya-grafika-otpuskov/>
- 4.Средний бизнес (Medium business) год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://economic-definition.com/Business/Sredniy\\_biznes-Medium\\_business\\_eto.html](https://economic-definition.com/Business/Sredniy_biznes-Medium_business_eto.html)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА МЕТОДА ОПОРНЫХ ВЕКТОРОВ**

Б. А. Гладышев

Научный руководитель – Никичкин Б. В., доцент, к.т.н.

### **Язаныский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматриваются теоретические основы семейства алгоритмов метода опорных векторов (машин опорных векторов) (SVM, Support Vector Machine), приводится пример реализации алгоритма для использования в бинарном классификаторе объектов.

Машины опорных векторов – семейство алгоритмов машинного обучения с учителем для задач классификации и регрессионного анализа.

Идея метода – построение в пространстве признаков объектов разделяющей гиперплоскости с максимальным зазором от объектов-точек этого пространства. Классификатор относит объект данных к одному из двух классов в зависимости от расположения объекта относительно оптимальной гиперплоскости.

Описываются возможности модификации алгоритма для использования с линейно-неразделимыми классами и многоклассовой классификации.

Рассматриваются известные реализации алгоритма (самостоятельные или в качестве компонентов более универсальных библиотек работы с данными).

Приводятся результаты собственной реализации алгоритма и применения его в бинарном классификаторе объектов.

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ПОКУПАТЕЛЕЙ ТОВАРОВ

Давыдов А.И., Овечкин Г.В.

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

Большинство людей хотят покупать какой-либо товар по приятной цене. Для этого существует платформы, где сообщество любителей скидок обменивается лучшими скидками, акциями и промокодами для онлайн и офлайн магазинов [1]. Цели данных платформ таковы: найти определенный товар по самой низкой цене. Эти платформы основаны на правиле «Помоги ты и помогут тебе», т.е. человек, выкладывая скидку на какой-либо товар, надеется на то, что он найдет на этой платформе что-то для себя, благодаря другим пользователям.

Создатели платформы также получают от нее некоторые дивиденды. Если продавец какого-то товара хочет выложить и закрепить ссылку, и она завоевывает авторитет у пользователей, то мы берем определенную стоимость с данного продавца. Так же если пользователь, переходя по ссылке, покупает данный товар, то со сделки идет комиссия со сделки.

Следует отметить, что важной составляющей платформ любителей скидок является рекомендательная система [2], которая выполняет отбор товаров, в которых нуждается пользователь, т.е. выбирает такие продукты, которые пользователь пытался найти не так давно или может захотеть найти исходя из истории поиска.

В таблице 1 представлены результаты анализа программного обеспечения, используемого в России (таблица 1), по наиболее важным для подобных систем параметрам. Чаще всего это программное обеспечение похоже на агрегатор, который собирает все возможные скидки со всех магазинов, и у которых есть онлайн-сервисы. Лишь Pepper.ru выполняет множество функций, но не имеет рекомендательной системы. Исходя из этого, можно сделать вывод, что необходимо разработать платформу, решающую рекомендательную проблему по тем товарам, которые хочет купить пользователь.

Таблица 1 – Программное обеспечение для поиска товаров со скидкой

Программное обеспечение	Присутствие продукта	Присутствие промокода	Рекомендуемые товары	Разделение по категориям	Возможность выложить скидку
Едадил	+	-	-	-	-
SkidkaOnline.ru	+	-	-	-	-
Pepper.ru	+	+	-	+	+

В докладе рассмотрены вопросы построения платформы любителей скидок с рекомендательной системой. Такая рекомендательная система будет основана на том, что будет пытаться чаще всего искать пользователь, в разделе рекомендаций ему будут предлагаться различные товары по его вкусу. При регистрации же пользователю будут доступны самые популярные товары. Так же пользователь может производить поиск

по определенным категориям товаров, которые его интересуют. У каждого пользователя должна присутствовать возможность добавления скидки, которая будет проходить через проверку модератором.

Реализовать платформу целесообразно с помощью фреймворка Spring MVC [3]. Основное преимущество архитектуры MVC – возможность менять один из компонентов приложения, существенно не влияя на остальные (рисунок 1).

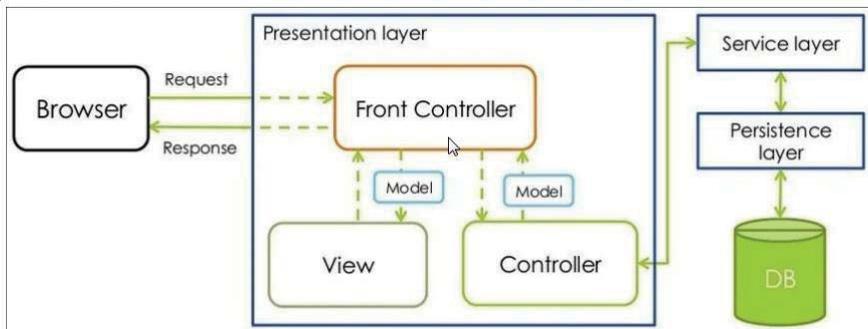


Рисунок 1 – Типовая архитектура MVC

В качестве базы данных целесообразно использование PostgreSQL [4] – это популярная свободная объектно-реляционная система управления базами данных. PostgreSQL базируется на языке SQL и поддерживает многочисленные возможности.

Преимущества PostgreSQL:

- поддержка БД неограниченного размера;
- мощные и надёжные механизмы транзакций и репликации;
- расширяемая система встроенных языков программирования и поддержка загрузки C-совместимых модулей;
- наследование;
- легкая расширяемость.

При построении рекомендательной системы можно использовать различные алгоритмы. К наиболее классическим относятся алгоритмы Summary-based (неперсональные), Content-based (модели, основанные на описании товара), Collaborative Filtering (коллаборативная фильтрация), Matrix Factorization (методы, основанные на матричном разложении) и некоторые другие [5]. В центре любой рекомендательной системы находится так называемая матрица предпочтений. Это матрица, по одной из осей которой отложены все клиенты сервиса (Users), а по другой – объекты рекомендации (Items). На пересечении некоторых пар (user, item) данная матрица заполнена оценками (Ratings) – это известный нам показатель заинтересованности пользователя в данном товаре, выраженный по заданной шкале (например, от 1 до 5).

Для реализации в системе был выбран алгоритм, основанный на персонализированных рекомендациях, так как по этому принципу работают сервисы, в которых пользователь не авторизуется в системе. Интерес пользователя определяется просто средним рейтингом товара: «Всем нравится – значит понравится и вам». Холодный старт – это

типичная ситуация, когда ещё не накоплено достаточное количество данных для корректной работы рекомендательной системы (например, когда товар новый или просто его очень редко покупают). Если средний рейтинг посчитан по оценкам всего трёх пользователей, такая оценка явно не будет достоверной, и пользователи это понимают. Часто в таких ситуациях рейтинги искусственно корректируют.

#### *Библиографический список*

1. Скидки и распродажи в интернет-магазинах // РБК Тренды URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/6109315b9a79476856b81c3a> (дата обращения: 28.10.2022).
2. Ким Фальк Рекомендательные системы на практике / пер. с англ. Д. М. Павлова. – М.: ДМК Пресс, 2020. – 448 с.: ил.
3. Пруцков А.В. Программирование на языке Java. Введение в курс с примерами и практическими заданиями: учебник. – М.: КУРС, 2018.
4. Новиков Б. А. Основы технологий баз данных: учебное пособие / Б. А. Новиков, Е. А. Горшкова, Н. Г. Графеева; под ред. Е. В. Рогова. — 2-е изд. — М.: ДМК Пресс, 2020. — 582 с.
5. Анатомия рекомендательных систем. // Хабр URL: <https://habr.com/ru/company/lanit/blog/420499/> (дата обращения: 29.10.2022).

### **ТЕПЛОВЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ**

Д.С.Даньков

Научный руководитель – Скоз Е.Ю., к.т.н., доцент кафедры САПР ВС  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
 имени В.Ф. Уткина**

Контроль или диагностика основаны на анализе взаимодействия внешнего температурного поля с объектом контроля (активный метод) или на анализе температурного поля объекта (пассивный метод). Основной характеристикой температурного поля случит величина локального температурного перепада. Работоспособный образец обладает определенной картиной теплового излучения. Изменения режимов работы изделия или неисправности будут выражаться в изменении теплового излучения, находящихся в узлах терния и взаимодействия деталей.

Для некоторых частей и элементов изменение интенсивности теплового излучения выявляет местные тепловые перегревы, вызванные присутствием неисправностей или неоднородностей. Преждевременное нахождение данных неточностей помогает принять меры во избежание выхода из строя составных частей или целого устройства. Тепловые методы по способу приема данных об интенсивности теплового излучения подразделяются на контактные, конвективные и метод собственного излучения.

К **методам контактного** измерения относятся такие методы как, использование термопар, жидкокристаллических соединений,

температурно-чувствительных красок. Измерение при помощи термопар просто в реализации, также использование термопар позволяет измерить температуру локальных точек исследуемого объекта. Метод с применением температурно-чувствительных красок прост и удобен, но используется крайне редко из-за его свойства необратимости и грубой оценки температуры. Метод с использованием жидкокристаллических соединений заключается в свойстве таких соединений, выражающееся в заимствовании окраски, зависимой от температуры среды.

Использование свойств тел излучать электромагнитную энергию применяется для измерений тепловых полей, а также является основой для всех **неконтактных методов** измерения. Измерение теплового излучения может выполняться такими методами последовательно и одновременно. Для измерений тепловых полей используются радиометры, тепловизоры и другие устройства.

**Тепловизионная аппаратура**, получившая в настоящее время широкое применение в диагностике, основана на сканировании поверхности объекта лучом инфракрасного спектра, приеме, усилении и развертки отраженного луча. В технической диагностике приборы термовидения с дистанционным обследованием объекта применяют: при диагностике электрооборудования для выявления плохого электроконтакта, при обследовании вращающегося объекта для обнаружения локальных перегревов из-за повышения трения, отсутствия смазки, неправильной эксплуатации (метод применяют совместно со стробоскопированием объекта) и т.п.

Способов активации теплового контроля изделий существует множество, например, кратковременный локальный нагрев изделия с последующей регистрацией температуры, с использованием сканирующей системы, которая жестко закреплена относительно источника нагрева и регистрирующего прибора, одновременный нагрев поверхности образца вдоль некоторой линии с регистрирующим прибором.

Для нагрева изделий применяют стационарные и импульсные источники. При работе применяются миниатюрные тепловизоры (матричные инфракрасные камеры) и термографы (линейные инфракрасные сканеры). Их основным преимуществом является высокая точность измерения температуры. При этом с большой точностью определяется тепловое состояние не только силовой электронной аппаратуры, но и низковольтных электрических и электронных сборок и схем, попадающих в поле кадра ИК-камеры устройства.

#### *Библиографический список*

1. Волков Ю.М. Плазма в магнитном поле и прямое преобразование тепловой энергии в электрическую. Сборник статей — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 1962. — 472 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЧЕЛОВЕКА ПО ГОЛОСУ**

С. Ю. Заикин

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

В настоящее время огромное количество персональных данных хранится в информационной среде. Поэтому актуальна тема защиты этой информации. Одним из эффективных и надежных способов является биометрическая система безопасности. В частности – идентификация человека по голосу.

В рамках исследований, проводимых в рамках студенческой НИР, была поставлена задача анализа эффективности применения нейронных сетей в сфере защиты персональных данных с использованием идентификации человека по голосу.

Конечной целью и основной задачей данной работы является разработка программного обеспечения с использованием нейронных сетей, которое сможет идентифицировать человека по голосу.

В ходе исследования были изучены материалы исследуемой предметной области, исследованы методы применения и обучения нейронных сетей для целей идентификации человека по голосу.

На основе изученных материалов разработано программное обеспечение, выполняющее идентификацию по голосу. ПО использует рекуррентную и сверточную модели нейронных сетей для более эффективного обучения.

В результате, в рамках проводимой НИР, была исследована предметная область идентификации человека по голосу и проанализирована возможность использования аппарата нейронных сетей для достижения поставленных целей работы.

Результаты исследований предполагается использовать в дальнейшем при проектировании ВКР.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ**

М.И. Иваев

**Поволжский государственный университет телекоммуникаций  
и информатики**

В современном мире цифровые технологии занимают огромное место в жизни человека и являются главной частью в современной жизни. Благодаря своим функциям и возможностям, они облегчают выполнение сложных бизнес-процессов и тем самым облегчают жизнь обществу.

На сегодняшний день компании ставят себе цель в увеличении прибыли и закреплении позиций на рынке, что обусловлено высокой конкуренцией.

За последние десятилетия информационные технологии достигли высокого уровня развития. В связи с этим большинство развивающихся

компаний используют автоматизированные средства, позволяющие эффективно хранить, обрабатывать и распределять накопленные данные. Цифровые технологии являются главной частью в современной жизни. Благодаря своим функциям и возможностям, они облегчают выполнение сложных бизнес-процессов и тем самым облегчают жизнь обществу. В современном мире цифровые технологии занимают огромное место в жизни человека и являются главной частью в современной жизни. Благодаря своим функциям и возможностям, они облегчают выполнение сложных бизнес-процессов и тем самым облегчают жизнь обществу. На данный момент одной из масштабно развивающихся наук является автоматизация.

Актуальность работы заключается в том, что с помощью применения системы поддержки принятия решений ускоряется процесс планирования ресурсов. То время, которое уходило у товароведа на формирование плана закупок, он сможет потратить на дополнительный анализ спроса клиентов, что приводит к более качественному формированию плана закупок. Такая инновация позволит осмысленно и безошибочно сформировать план закупок на будущий период, учитывая основные факторы продаж и продажи за прошедший период. Помимо этого, это поможет сэкономить не только время, но и точность сформированного плана.

Цель данной работы состоит в проведении анализа и моделирования деятельности предприятия с помощью внедрения системы поддержки принятия решений, которая позволит усовершенствовать процесс планирования закупок.

Задачи работы: изучить теоретические аспекты СППР, провести анализ процесса планирования закупок, выявить недостатки и принять решение для их устранения.

Системы поддержки принятия решений (СППР) появились благодаря развитию управленческих информационных систем и систем управления базами данных (СУБД) и представляют собой системы, приспособленные к решению текущих задач, возникающих в управленческой деятельности. Это мощный инструмент, позволяющий помочь лицам, принимающим решения, решить сложные неструктурированные задачи. Системы поддержки принятия решений являются результатом мультидисциплинарного исследования, которое включает в себя теории баз данных, методов имитационного моделирования, искусственного интеллекта, нейронных сетей, ситуационного анализа и интерактивных компьютерных систем.

Любое предприятие осуществляет свою деятельность в условиях риска и неопределенности, поэтому перед ним постоянно стоит проблема выживания и обеспечения непрерывности функционирования и развития. Анализ функционирования крупных предприятий и управление ими составляет основное содержание работы управленцев, аналитиков, специалистов в области обработки информации. Чтобы решить эту проблему руководителям придется принимать управленческие решения по выбору направления развития предприятия, по сохранению и увеличению своей позиции на рынке и рыночной доли, по предотвращению потерь и снижению издержек, а также по поддержанию и повышению конкурентоспособности. Обоснованность и профессиональный

уровень принимаемых решений определяет, в конце концов, эффективность деятельности предприятия.

В современных условиях всё возрастающую роль играет информация. Однако необходимость учета при принятии управленческих решений большого количества экономических, политических, социальных, правовых факторов существенно усложняет процесс выбора правильного варианта решения. Как правило, это связано со сложностями, возникающими в процессе сбора актуальной, достоверной и полной информации по интересующему вопросу. Стремительное увеличение объемов поступающей и перерабатываемой информации приводит к значительным изменениям в способах и методах анализа информации и требует не только автоматизации процесса обработки и изучения данных, но и интеллектуализации информационных и организационных процессов, построения и внедрения эффективных методов и интеллектуальных технологий поддержки принятия решений (ППР).

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АГРЕГАТОРОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЦЕНОВОЙ ПОЛИТИКИ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНОВ.**

Кабочкин А.Н.

Научный руководитель – С.Ю. Жулева, ст. преподаватель  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В.Ф.Уткина**

В настоящее время, появилась возможность все чаще покупать товары в интернет-магазинах. В связи с этим набирают актуальность различные приложения (сайты), которые помогают отследить информацию об интересующих товарах: узнать, где будет дешевле; как менялась цена, в конкретном магазине за определённый период времени [1]. Такая информация полезна как покупателю, чтобы выбрать товар по более низкой цене, так и продавцу, который может выстроить более конкурентно способную ценовую политику своего магазина [3].

В разработке такого рода приложений используются агрегаторы, предназначенные для объединения данных. Агрегатор — это процесс с отслеживанием состояния каких-либо объектов-сущностей, который собирает (агрегирует) родственные сообщения, и когда вся необходимая информация получена, формирует из них итоговое сообщение или объект, который передаётся в выходной поток для дальнейшей обработки [2].

Схема потока агрегирования представлена на рисунке 1. В левой части диаграммы изображён некий абстрактный поток, из которого агрегатор один за другим извлекает сообщения по интересующему продукту из различных магазинов. В правой части диаграммы расположен продукт - итоговое сообщение или объект, например, лучшая цена на интересующий товар.

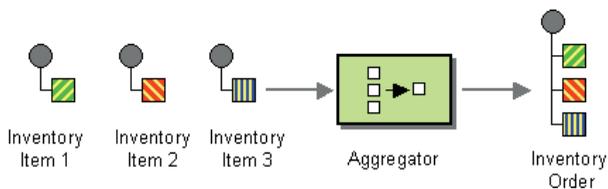


Рисунок 1 - Схема работы агрегатора

Процесс агрегации имеет начало и конец. В абсолютных единицах время агрегации может быть любым: от миллисекунд до минут, часов, дней, месяцев. После обработки очередного блока данных вызывается предикат готовности, который должен дать ответ, все ли необходимые для построения продукта данные получены. Если все данные получены, то экземпляр продукта передаётся обработчику выходного потока, если нет, то предикат готовности вернёт значение false и агрегатор продолжит обработку входящей очереди сообщений.

**Вывод.** Использование агрегатора для отслеживания ценовой политики интернет-магазинов позволит сконцентрировать необходимую информацию о конкретном объекте в одном месте и значительно сэкономит время на принятие решения.

#### *Библиографический список*

1. Пильникова А.А. Товарные и прайс-агрегаторы - информационные посредники в электронной коммерции, - 2019. -С. 253-257.
2. Шаститко А.Е., Маркова О.А. Агрегаторы вокруг нас: новая реальность и подходы к исследованию, - 2017. -С. 5-15.
3. Клечиков А.В. Торговые агрегаторы и развитие цифровой экономики в России: нормативные и институциональные проблемы. - 2018. -С. 4-5.

## **МЕТОДОЛОГИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕЧЕТКИХ КОГНИТИВНЫХ КАРТ**

А.А.Камордин, А.В. Крошилин

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

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

В докладе рассматривается методология моделирования нечетких когнитивных карт (далее НКК).

Методология разработки НКК основана на оценке экспертной группы отношения между взаимосвязями узлов НКК, которые отражают атрибуты и характеристики системы [1]. Каждая взаимосвязь описывается нечетким правилом. В конечном итоге, предполагаемые веса, преобразуются в числовой вес, принадлежащий интервалу  $[-1, 1]$  и представляет общее предположение экспертов [2, 3].

Существует три типа взаимосвязи между узлами:

- вес больше 0, указывает на положительную связь между узлами. То есть увеличение (уменьшение) на узле, приведет к таким же результатам на смежном узле;

- вес равный 0 указывает на отсутствии связи между узлами;

- вес меньше 0 указывает на отрицательную связь между узлами. Увеличение (уменьшение) на узле приведет к противоположному результату на смежном узле.

Проблемным местом НКК является их зависимость от мнения экспертов, но существуют методы обучения, основанные на изменении весовой матрицы НКК. Это позволяет повысить эффективность НКК.

#### *Библиографический список*

1. Крошилин А.В., Крошилина С.В., Жулёва С.Ю., Пылькин А.Н. Применение нечетких когнитивных карт при управлении медицинскими материальными потоками / Биомедицинская радиоэлектроника. 2019. том 22 № 4.

2. Stylios C. D., Groumpos P. P., Georgopoulos V. C. Fuzzy cognitive map approach to process control systems //Journal of Advanced Computational Intelligence. – 1999. – Т. 3. – №. 5. – С. 409-417. Tuegel E. J. et al. Reengineering aircraft structural life prediction using a digital twin //International Journal of Aerospace Engineering. – 2011. – Т. 2011

3. Stylios C. D., Groumpos P. P. Fuzzy cognitive maps in modeling supervisory control systems //Journal of Intelligent & Fuzzy Systems. – 2000. – Т. 8. – №. 1. – С. 83-98

### **О ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МАКРОЭКОНОМИКИ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ САМУЭЛЬСОНА – ХИКСА**

Н.С. Карпеев

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

**Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина**

Рассмотрим динамическую модель экономики вида

$$\begin{cases} \dot{Y} + (1-r)\dot{Y} + (1-c)Y = A + C, \\ \dot{K} = -\mu K + \sigma Y, \\ \dot{L} = bL - pL^2 + aY. \end{cases} \quad (1)$$

где  $t$  – время,  $K$  – капитал (стоимость основных фондов),  $L$  – труд (численность экономически активного населения),  $Y$  – национальный доход,  $\mu \in (0;1)$  – норма амортизации,  $\sigma \in (0;1)$  – норма накопления,  $b \in (0;1)$  – темп роста труда,  $r \in (0;1)$  – норма акселерации,  $c \in (0;1)$  – предельна склонность к потреблению,  $A$  – внешние инвестиции,  $C$  – конечное потребление. Данная модель представляет собой одновременно объединение и модификацию моделей Самуэльсона – Хикса и Солоу [1], учитывающую конкуренцию за ресурс рабочих мест [2] и производственную привлекательность региона [3].

Используя дискретное уравнение Самуэльсона – Хикса [1] и соотношения между экономическими показателями для непрерывного и

дискретного времени [4], преобразуем систему (1) к системе разностных уравнений, тогда

$$\begin{cases} Y_t = (c + r)Y_{t-1} - rY_{t-2} + A_t + C_t, \\ K_t = (1 - \mu)K_{t-1} + \sigma Y_{t-1}, \\ L_t = (1 + b)L_{t-1} - pL_{t-1}^2 + \alpha Y_{t-1}. \end{cases} \quad (2)$$

Задачами исследования являются, во-первых, качественное исследование системы (1), а, во-вторых, проверка достаточных условий идентифицируемости и идентификация коэффициентов системы (2).

#### *Библиографический список*

1. Колемаев В.А. Математическая экономика. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 399 с.
2. Лазарева И.А., Лискина Е.Ю. Построение и идентификация односекторной модели экономики региона, учитывающей конечное потребление и конкуренцию за ограниченные ресурсы // Вестник РАЕН. – 2016. – Т. 16, № 3. – С. 36–40.
3. Абрамов В.В. Качественное исследование модели односекторной экономики // Известия РАЕН. Дифференциальные уравнения. – 2007. – № 12. – С. 11–15.
4. Симонов П. М. Экономико-математическое моделирование [Электронный ресурс]: учеб. пособие: в 2 ч. – Электрон. дан. – Пермь, 2019. – Ч. 1.– 3,45 Мб; 230 с. – URL: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebnie-posobiya/economiko-matematicheskoe-modelirovanie-simonov-1.pdf> (дата обращения 20.10.2022 г.)

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ЧАСТНЫХ ДЕНЕЖНЫХ ПЕРЕВОДОВ**

Ж.Ж. Кибамба

Научный руководитель – Филатов И.Ю., к.т.н., доцент

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

Мы все знаем, насколько важны деньги. При этом у всех бывают разные способы его получить. Есть те, кто может заработать, а те, кто получает деньги от своих родственников, друзей или знакомых.

При этом чтобы получить деньги от других людей нам придется завершать денежный перевод, даже те, кто заработает, могут получить зарплату через денежный перевод.

Существует большое количество платежных систем, через которые осуществляется денежные переводы. Эти платежные системы отличаются методом перевода, скоростью и, соответственно, тарификацией за услуги. Большинство людей осуществляют денежные переводы с помощью банковских карт, а именно перевод с карты на карту. Их ещё по-другому называть р2р переводы [1].

Но только сейчас в Российской Федерации все платежные системы, чтобы осуществлять денежные переводы за границу больше не работают или работают ограничениями.

В связи с чем встает задача разработки программного обеспечения автоматизации частных денежных переводов. При этом мы применяем понятий транспортной задачи, чтобы оптимально распределить денежные переводы между всеми частными лицами.

Эти денежные переводы – частные, потому что они осуществляются как частной группой, состоящей из четырех человек (минимум). Одна пара в каждом конечном пункте, состоящая из одного человека, которому нужно отправить деньги в второй пункт, и другого, которому нужно их получить от второго пункта.

Если есть только две пары людей, то метод автоматизации кажется простым. Лицо  $L1_1$ , находящийся в пункте А отправляет денежную сумму  $C1$  лицу  $L1_2$ , которое должно было получить её из пункта Б от лица  $L2_1$ . И то же самое в пункте Б лицо  $L2_1$ , которое должно было отправить денежную сумму  $C2$  лицу  $L1_2$ , отправляет эту сумму лицу  $L2_2$ , которое должно было получить её от лица  $L1_1$  из пункта А. Но если количество людей увеличивается, и теперь не только одна пара людей в каждом конечном пункте, а  $n$  в пункте А и  $m$  в пункте Б, то необходимо оптимально распределить разные суммы между всеми частными лицами и минимизировать количество транзакции. Для этого будем применить теорию транспортной задачи.

Транспортная задача – математическая задача линейного программирования специального вида – была впервые сформулирована французским математиком Гаспаром Монжем в 1781 году. Прогресс в решении проблемы был достигнут во время великой Отечественной войны советским математиком и экономистом Леонидом Канторовичем [2].

В 2017 году Бунтова Е.В. кандидат педагогических наук, доцент кафедры высшей математики и экономико математических методов ФГБОУ ВО «Самарский государственный экономический университет», опубликовала статью под названием «Использование транспортной задачи для определения оптимального плана грузоперевозок», в которой была применена математическая модель транспортной задачи, которая является специальным классом задач линейного программирования, описывающим перемещение однородного товара из пункта отправления в пункт назначения. В ходе исследования автор определил эффективность использования транспортной задачи и выявил, что составление оптимального плана перевозок с помощью решения транспортной задачи методом минимального тарифа позволяет предприятию эффективно использовать все имеющиеся ресурсы, минимизируя затраты, то есть получать наибольший экономический эффект [3].

Как следует из описания, данная задача подходит для применения при разработке собственного программного обеспечения автоматизации частных денежных переводов.

#### *Библиографический список*

1. Денежный перевод [Электронный ресурс] /Режим доступа:[https://ru.wikipedia.org/wiki/Денежный\\_перевод](https://ru.wikipedia.org/wiki/Денежный_перевод)
2. Транспортная задача [Электронный ресурс] / Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Транспортная\\_задача](https://ru.wikipedia.org/wiki/Транспортная_задача)
3. Бунтова Е.В., Нестерова М.А., Серкова А.Д. Использование

транспортной задачи для определения оптимального плана грузоперевозок  
 [электронный ресурс] /Режим доступа:  
<https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-transportnoy-zadachi-dlya-opredeleniya-optimalnogo-plana-gruzoperevozok/viewer>

## **О МОДИФИКАЦИЯХ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РЫНОЧНОГО РАВНОВЕСИЯ**

В.С. Королева

Научный руководитель – Лискина Е.Ю., к. физ.-мат. наук, доцент  
**Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина**

В научной литературе хорошо известна динамическая модель рыночного равновесия на рынке одного товара  $\frac{dP}{dt} = a(Q_D(P) - Q_S(P))$ , которую называют моделью Вальраса (или Вальраса – Эванса – Самуэльсона) [1–3], где  $P$  – цена товара,  $Q_D(P)$ ,  $Q_S(P)$  – зависимости объема спроса и предложения от цены соответственно,  $a$  – коэффициент скорости реакции покупателей на дефицит товара. Особенность этой модели – мгновенный отклик объема предложения на изменение цены товара и рыночного спроса. Кроме того, классические исследования [1, 2] рассматривают только линейные функции  $Q_D(P)$ ,  $Q_S(P)$ . Однако, для соответствия реальным условиям возможны следующие модификации модели Вальраса:

1) дополнение уравнения  $\frac{dP}{dt} = a(Q_D(P) - Q_S(P))$  уравнением А. Маршалла

$\frac{dQ}{dt} = b(P_D(Q) - P_S(P))$  до системы двух независимых уравнений [4],

2) дополнение системы независимых уравнений из 1) слагаемыми, учитывающими связь объема спроса, объема предложения и цену [4] (линейная модель Вальраса – Маршалла),

3) использование степенных функций  $Q_D(P)$ ,  $Q_S(P)$  и слагаемого  $\frac{d^2P}{dt^2}$ , отвечающего за ожидания потребителя [3, 5],

4) использование зависимости цены  $P$  от уровня запасов на складе, который, в свою очередь, зависит от той же разности спроса и предложения (получается дифференциальное уравнение второго порядка) [2],

5) использование запаздывания спроса и/или предложения в линейных моделях Вальраса – Маршалла (см. [6] и более поздние работы этого автора),

7) использование запаздывания спроса и/или предложения в модели Вальраса с нелинейными функциями  $Q_D(P)$ ,  $Q_S(P)$  [7].

В докладе будет предложено исследование динамической модели Вальраса с различными нелинейными функциями спроса и предложения, предложенными в [3].

*Библиографический список*

1. Кожемякин Л.В. Сравнительный анализ динамического непрерывного и дискретного вида модели Вальраса – Эванса – Самуэльсона рынка одного товара // Высшая школа. – 2015. – № 23. – С. 11–14.
2. Лебедев В.В., Лебедев К.В. Математическое и компьютерное моделирование экономики. – М.: НВТ-Дизайн, 2002. – 256 с.
3. Лискина Е.Ю. Экономико-математические модели: учебное пособие. – Рязань: Ряз. гос. ун-т имени С.А. Есенина, 2009. – 110 с.
4. Поддубный В.В. Оптимальная стабилизация рынка, описываемого модифицированной динамической моделью Вальраса – Маршалла в пространстве переменных «предложение – цена – спрос» // Вестн. Том. гос. ун-та. – 2004. – №284. – С. 80–89.
5. Лискина Е.Ю. Периодические режимы в модели рыночного равновесия // Известия Российской академии естественных наук. Дифференциальные уравнения. – 2005. – № 9. – С. 38–41.
6. Поддубный В.В., Сухарева Е.А. Исследование свободного и стабилизируемого рынка, описываемого динамической моделью Вальраса – Маршалла с запаздыванием // Вестн. Том. гос. ун-та. – 2006. – №290. – С. 190–198.
7. Гуликов Д.А. Эффект запаздывания и экономические циклы // Геометрические методы в теории управления и математической физике: тез. докл. III Междунар. науч. конф. (Рязань, 26-30 апреля 2021 г.). – Рязань: Ряз. гос. ун-т имени С.А. Есенина, 2021. – С. 42.

**ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ АЛГОРИТМА АНАЛИЗА ДАННЫХ  
МЕДИЦИНСКОГО УЧРЕЖДЕНИЯ**

Крошилин А.В., Очкина М.Е.

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

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по разработке алгоритма выявления отклонений от нормы лабораторных исследований медицинских анализов. Наиболее встречающейся врачебной ошибкой считается неправильная постановка диагноза, основанная на неправильной интерпретации анализов. В общеклинических анализах можно выявить патологии на раннем этапе. Отклонения могут быть выше или ниже нормы [1, с. 15].

Для алгоритма решено включить наиболее часто встречающиеся клинико-лабораторные показатели, таких как:

- общий анализ крови;
- общий анализ мочи;
- биохимический анализ крови.

Это должно помочь врачам первичного звена и стационара за короткое время найти оптимальное решение в любых ситуациях, придерживаясь изложенных в национальных клинических рекомендациях норм. Задача

разработки данного алгоритма, которая позволит сравнить показатели анализов с нормой и привести предварительный диагноз, становится актуальной и востребованной.

Информационная система состоит из базы данных и программного модуля – алгоритма диагностирования, с помощью которого пользователь сравнивает показатели обследования. База данных должна содержать информацию:

- о нормах и отклонениях показателей анализов;
- о заболеваниях;
- о возрастной шкале;
- о поле.

Выходная информация: предварительный диагноз – вывод определенных заболеваний, как результат обработки данных пациента. Особенностью программы является краткое описание норм и отклонения от нормы клиническо-лабораторной диагностики общего анализа крови и мочи, биохимического анализа, реализуемых при оказании первичной медико-санитарной помощи.

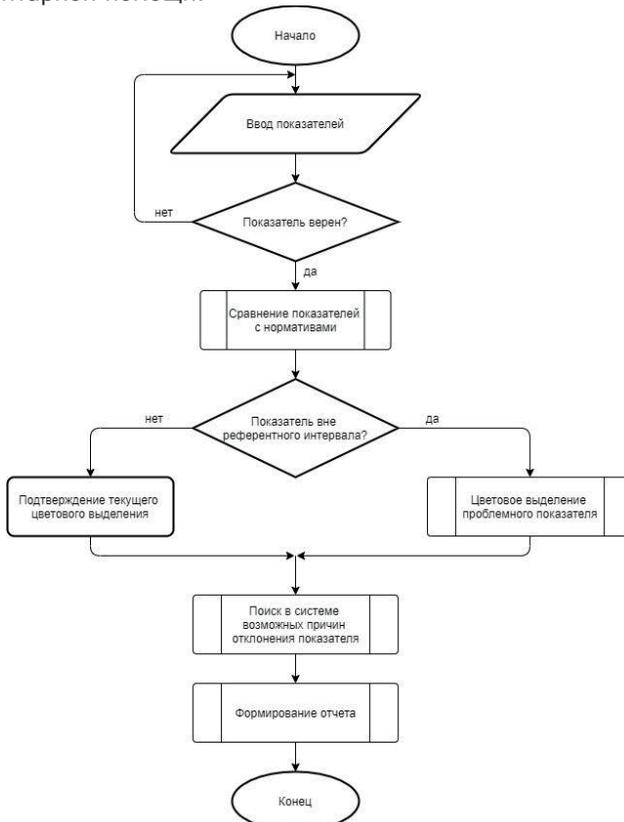


Рисунок 2 – Фрагмент алгоритма

*Библиографический список*

1. И.Н. Денисов, В.И. Кулаков, Р.М. Хаитов. Клинические рекомендации для практикующих врачей, основанные на доказательной медицине. Издательский дом «ГЭОТАР-МЕД», 2001. – 15 с.

**ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УЧАСТНИКОВ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ПРОГРАММЫ СОРЕВНОВАНИЙ**

А.В. Крошилин, Е.Н. Филатова

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

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

Разработка и эксплуатация компьютерных систем, которые предназначены для автоматизации процесса составления документов по соревнованиям (в том числе формирования групп участников заплывов), подведения итогов и снижения временных затрат на организацию соревнований является одним из направлений цифрового модифицирования в области физической культуры и спорта. Для решения такого рода задач в настоящее время в разных видах спорта используется отдельный класс программного обеспечения – «Компьютерная система проведения соревнований» (англ. Computer-Aided Tournament System) [1]. При этом часть таких программ ориентированы только на какой-то определённый вид спорта или группу схожих по принципам проведения соревнований, в других можно выбирать вид спорта. Добавляет трудностей то, что имеется большое количество систем проведения соревнований. В наши дни также появляются Web-сервисы.

Распределение участников по предварительным заплывам, полуфиналам, и финалам осуществляется по правилам вида спорта «Плавание», утверждённым приказом Министерства спорта Российской Федерации от 17 августа 2018 г. № 728, с изменениями, внесенными приказом Минспорта России от 21 января 2019 г. № 3.

Цель работы – сократить временные затраты на формирование групп участников и количество ошибок, связанных с человеческим фактором.

Поставленные задачи:

- изучить существующие аналоги;
- изучить правила формирования заплывов;
- построить алгоритм распределения участников.

Формирование заплывов состоит из нескольких этапов: определение соревнования, распределение по полу, по видам дистанций, сортировка по заявленному времени и само формирование заплывов.

В частности, фрагмент алгоритма формирования заплывов представлен на рисунке 1.

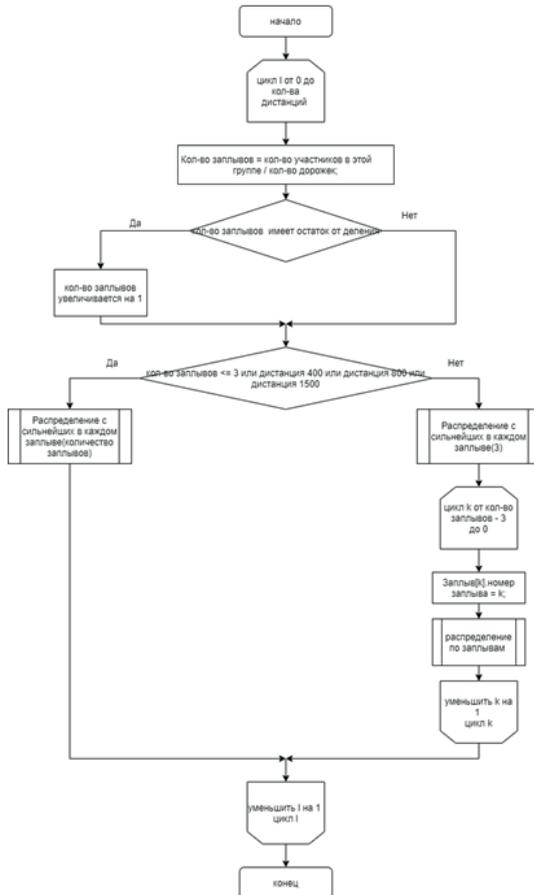


Рисунок 3 – Фрагмент алгоритма формирования заплывов

### Библиографический список

1. Компьютерная система проведения соревнований. — URL: <https://visacon.ru/stati/20291-kompyuternaya-sistema-provedeniya-sorevnovaniy.html> (дата обращения: 25.10.2022)

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ ИЗДЕЛИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОГРЕВА И АНАЛИЗА ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТИ В КОМПАНИИ «НПО РИЗУР».**

К.И. Кузнецова

Научный руководитель - Белов В.В., д.т.н., профессор.

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

В докладе рассматривается исследование по разработке программного обеспечения для автоматизации управления производством изделий промышленного обогрева и анализа его эффективности.

Темой настоящей публикации выбрано изучение возможности разработки и реализации автоматизированной системы управления производством изделий промышленного обогрева и анализа его эффективности.

В качестве объекта исследования автор рассматривает автоматизированные системы производственного предприятия Научно-производственного объединения РИЗУР (далее в тексте НПО РИЗУР).

НПО РИЗУР специализируется на изготовлении и поставках взрывозащищенного оборудования: системы электрообогрева, стеклопластиковые шкафы, термочехлы для КИПиА, АСУТП и ЗРА, а также приборов контроля уровня, подготовленных для работы на объектах нефтегазового и нефтехимического комплексов РФ и зарубежья.

Актуальность темы значительно высока, потому что предметом исследования является разработка программного обеспечения для автоматизации управления производством и анализа его эффективности в сфере, потребителями которой являются предприятия нефтегазовой и нефтехимической отраслей.

Потребность в разработке программного обеспечения для автоматизации управления производством изделий промышленного обогрева и анализа его эффективности обусловлена следующими факторами:

1. «Гибкость» ценообразования в разрезе комплекса внешних экономических факторов.
2. Динамический расчет себестоимости выпускаемой продукции.
3. Сравнительный анализ по нормированию производственных операций, показывающий КПД сотрудников в заданном периоде времени.
4. Снижение производственных издержек:

А) внедрение инструментов бережливого производства;

Б) проработка отчетов о закупках аналогичных материалов в отделе снабжения;

В) автоматизация производственных операций (закупка нового высокотехнологического оборудования).

Кроме того, программный продукт будет разработан под конкретное предприятие (НПО РИЗУР), которое имеет программный модуль производственного учета на платформе 1С:Предприятие. В данном программном модуле отсутствует учет производственного брака и аналитическая справка по данному блоку. Также отсутствует обработчик, который бы не позволил пользователю создать технически некорректную номенклатурную карточку.

Автоматизированная система управления производством позволит

повысить производительность и конкурентоспособность компании, а также проводить анализ эффективности для дальнейшего построения стратегии производства.

*Библиографический список*

1. Герасимов Б.Н. Формирование и развитие процесса управления производством на предприятии. -2020.
2. Гительман Л.Д. Производственный менеджмент: от теории к практике: учебное электронное текстовое издание -2017

## **К ВОПРОСУ ИННОВАЦИОННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

М. И. Лобова

Научный руководитель - Фурер О.В., к.фил. н, доцент кафедры ИНО  
ПГУТИ

### **Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики**

Интеллектуальный потенциал общества играет огромную роль в эффективности и результатах инновационного развития науки и служит нам пропуском в мирохозяйственные связи, делая нас конкурентоспособными. Способность общества познавать мир, накапливать научные и культурологические знания и передавать эти знания — это и есть основа интеллектуального потенциала общества.

Интеллектуальный потенциал российского общества развит на высоком уровне. Это подтверждается постоянными открытиями и достижениями ученых. Например, 2021 год был очень продуктивным для наших ученых. Они добились успехов во многих областях человеческой деятельности.

В январе 2021 года студенты НИТУ «МИСиС» вместе с французскими коллегами смогли совместить несовместимое. Они объединили две взаимоисключающие технологии обработки, что помогло им снизить пористость металла, повысить его прочность, а также позволило создавать из них сложные изделия, которые используются в авиационной и автомобильной промышленности, электротехнике. Используемые ими технологии – холодное газодинамическое напыление (способствует созданию уникального продукта) и метод горячего изостатического прессования (улучшает характеристики материалов).

Более того, инженерам НИТУ «МИСиС» совместно с Karfdov Lab удалось изобрести единственное в своем роде устройство для полноценной связи со слепо-глухим «Вибробрайлом». У данного устройства нет аналогов.

В августе 2021 года ученые Сколтеха создали экономичный способ визуализации кровотока в сосудах головного мозга с точностью до отдельных эритроцитов. Он основан на сочетании оптической микроскопии и обработки изображений. Визуализация потока с помощью цифрового индикатора позволяет рассчитать точную скорость кровотока. Это даст возможность более детально изучить давление и вязкость крови, жесткость

мембран, эластичность сосудов. Таким образом, физиология эндотелиальных клеток будет понята очень точно. Более того, этот метод более безопасен, чем предыдущие. Он не обладает токсичными красителями и не использует генетически модифицированных животных. До этого момента генетически модифицированные животные использовались для контроля кровотока в сосудах головного мозга, как единственный метод, не опасный для человека.

При этом 2021 год прославился разработкой множества новых материалов для использования в различных сферах, совершенствованием сотен существующих технологий. В Иркутском государственном университете завершено строительство экспериментальной гамма-обсерватории ТАЙГА, созданной для решения задач в области астрофизики. TAIGA прокладывает путь к изучению новой физики, выходящей за рамки стандартных моделей, где ученые могут выстроить последовательную цепочку развития Вселенной.

В 2022 году специалисты Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС изобрели новый вид вещества, который тушит пожар гораздо быстрее и интенсивнее, при этом расходуя меньше его количество. Причиной такого развития были частые пожары в населенных пунктах и лесах. Еще одним открытием 2022 года стала пористая стеклокерамика. Продукт произведен мордовскими учеными из МГУ имени Огарева в рамках программы импортозамещения. Это изобретение будет использовано в строительстве. Утеплить АЭС поможет пористая стеклокерамика, напомним, что сейчас для этого используется импортное пеностекло. Пористая стеклокерамика также будет использоваться при создании сооружений для добычи газа и нефти, поскольку она прочнее, устойчивее к биологическим и химическим факторам, теплопроводнее и экологичнее зарубежных аналогов. Материал прост в изготовлении, не требует газообразующих добавок. Весь процесс укладывается в один этап. Пористая стеклокерамика будет производиться на Саранском заводе теплоизоляционных изделий (КТИ) в следующем году.

Подводя итог, можно отметить, что создание чего-то нового, уникального происходит благодаря развитию инновационных технологий в научных исследованиях. Для разработки необычного, оригинального продукта человек должен отойти от стереотипного мышления.

#### *Библиографический список*

1. Рослендер Р., Финчем Р. Критическое размышление об учете интеллектуального капитала. Журнал бухгалтерского учета, аудита и отчетности. 2001. Том. 14. No 4. С. 383–399. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/09513570110403425/full/html>
2. Юдин Б.Г. Концепция человеческого потенциала как программа исследований // Человек-Философия-Гуманизм: Основные доклады и обзоры первого Российского философского конгресса: В 9 т. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского ун-та, 1998. С. 47–54. <https://chelovek-journal.ru/s023620070000316-4-1/>

## СУЩЕСТВУЮЩИЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМОЙ ГУСТОНАСЕЛЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ

Ю.А. Меркулов, М.В. Ленков

Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В.Ф. Уткина

В настоящее время, в трудах отечественных и зарубежных авторов выявлен целый ряд определений городской транспортной системы, анализ которых, позволяет выделить следующие основные структурные элементы транспортной системы густонаселенной территории, такие как городская инфраструктура, перевозчики, транспортная инфраструктура, транспорт, транспортные перевозки, управление [1]. Приведенная декомпозиция делает возможным построение структурной модели транспортной системы густонаселенной территории.

Моделирование является одним из наиболее действенных методов изучения, анализа и прогнозирования функционирования социально-экономических систем, в том числе и транспортной. Следовательно, возникает необходимость анализа современных подходов к моделированию транспортных систем густонаселенных территорий.

На основании источников [2],[3] построена классификация моделей городской транспортной системы, представленная на рисунке 1.

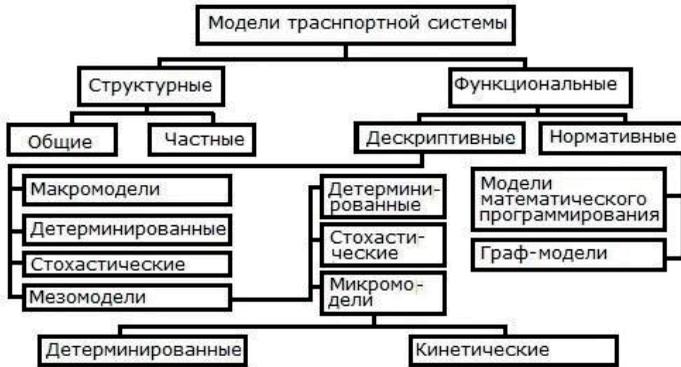


Рисунок 1 – Классификация моделей городской транспортной системы

Все модели городской транспортной системы можно разделить на две большие группы: структурные, которые отражают взаимосвязи между элементами системы, и функциональные, отражающие влияние входных параметров на выходные и функции, выполняемые объектом моделирования.

В свою очередь, структурные модели делятся на общие (модель транспортной системы в целом) и частные (модели отдельных элементов транспортной системы). Функциональные модели можно разделить на дескриптивные, описывающие состояние объекта моделирования и его функционирование, и нормативные, позволяющие найти оптимальный вариант структуры и функционирования объекта моделирования.

Для понимания различий между другими представленными типами моделей приведем их краткую характеристику. Макромодели моделируют весь транспортный поток как единое целое, уподобляя его потоку жидкости. В основе детерминированных моделей лежит предположение о том, что состояние транспортного потока в прошлом и будущем четко определяются его настоящим состоянием. Стохастические модели предполагают, что состояние транспортного потока зависит от случайного сочетания параметров, которые положены в основу модели. Мезомодели моделируют движение неких частей транспортного потока и делятся на детерминированные, стохастические (клеточные или ячеечные автоматы, в которых непрерывные величины заменяются дискретными), микромодели с помощью которых моделируется каждая транспортная единица в отдельности.

Микромодели, в свою очередь, можно разделить на детерминированные и кинетические, которые основаны на кинетическом описании поведения группы частиц.

В качестве нормативных моделей транспортных систем применяются модели математического программирования (транспортная задача, модель линейного программирования определения пропускной способности участка дорожной сети) и граф-модели (моделирование при помощи теории графов).

Проведенный анализ показывает, что большинство типов моделей транспортной системы ограничивается моделированием транспортного потока (транспортных перевозок), что не соответствует полному элементному составу транспортной системы густонаселенной территории, выявленному из анализа ее определений. Данное обстоятельство приводит к необходимости разработки общей модели транспортной системы, включающей в себя все ее элементы.

#### *Библиографический список*

1. Меркулов Ю.А. Разработка структурно-функциональной модели городской транспортной системы // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2022 [текст]: 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.
2. Перфильев С.В., Федотов Н.И., Чернухин А.В., Меркулов Ю.А., Куранов А.О. Создание технологии получения адекватной информационной модели транспортной инфраструктуры города на основе программного комплекса Visum/Vissim PTV Vision (на примере г. Рязани) // Отчет о НИР (I этап) / РГРТУ. Отчет о НИР I этап. Рязань, 2009 – 91 с. № ГР 01 2 009 06222. - Инв. № 02.2. 009.03318
3. 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.

## **АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ И МЕХАНИЗМОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ЗАСЕЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ В ОБЩЕЖИТИЕ**

Д.В. Низовцов, Д.В. Басак

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

**Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники**

Благодаря развитию и внедрению информационных технологий трансформируются устоявшиеся бизнес-процессы, и появляются их новые формы, любая бизнес-логика может управляться более эффективно. Использование информационных технологий значительно повышает продуктивность работы высшего учебного заведения. Чтобы гарантировать оперативный автоматизированный учет информации создаются и проектируются алгоритмы, содействующие результативной деятельности учебных учреждений.

Распределение мест в общежитии среди обучающихся студентов является важным аспектом эффективного функционирования высшего учебного заведения. Выполнение этой задачи подразумевает решение нескольких вопросов: формирование очереди заявок на место в общежитии, распределение мест среди обучающихся, непосредственное заселение, выселение и переселение проживающих студентов, ведение мониторинга актуальности поступления платы за проживание, учет нуждающихся в общежитии и др. Для обеспечения корректной работы с актуальной информацией, в целях исключения дублирования и недостоверности данных требуется развитие системы информационной поддержки административного управления студенческим общежитием [1].

Важно понимать, что в связи с нехваткой свободных мест в общежитиях следует обратить внимание на процессы непосредственного распределения мест и последующего заселения студентов. Требуется вести учет всех нуждающихся в общежитии обучающихся, которым необходимо выделять место в общежитии в установленном порядке, зависящем от множества условий. К таким условиям можно отнести наличие у студента определенных льгот, текущий материальный статус, успехи в учебе и прочее. Следует учитывать, что многие аспекты информации, влияющие на решения о заселении, способны достаточно быстро подвергаться изменениям в периоды массового заселения.

Сам процесс заселения в общежитие является трудоемким. Необходимо обрабатывать большое количество данных, поступающих от желающих получить место в общежитии. На основе полученных данных в соответствии с ст.116 ЖК РБ требуется формирование трех независимых очередей – первоочередной, внеочередной и общей. Компетентные сотрудники общежития должны выверять поступающие документы и корректировать их при необходимости. Вместе с этим должен вестись учет уже проживающих в общежитиях обучающихся, контроль выполнения ОПТ, контроль за дисциплинарными взысканиями, проверка своевременности оплаты за проживание. Автоматизация этих и сопутствующих бизнес-процессов является необходимостью для осуществления эффективной работы учебного заведения [2].

Решение описанной выше проблемы предполагает:

- формирование актуальной базы данных студентов, которые нуждаются в предоставлении места в общежитии. Вместе с заявками о предоставлении места необходимо хранить полную информацию о процессе заселения, в соответствии с уставными документами;

- создание на основе поданных заявок нескольких очередей на заселение, расстановка приоритетов для автоматического заселения, учитывая факторы, изложенные выше.

Программную реализацию поставленных задач предполагается осуществить на базе ИИС БГУИР «Университет». Основополагающим модулем подобной системы будет являться модуль, содержащий всю необходимую информацию об обучающихся. Разработка системы ведется на базе динамического формирования всех основных объектов. Такой подход позволит сделать систему простой в использовании.

Процесс заселения студентов в общежитие представлен следующими стадиями обработки данных:

- Регистрация в базе данных через специальные формы (при зачислении).

- Подача заявки на предоставление свободного места в общежитии.

- Получение сформированной очереди для заселения.

- Получение одного свободного места в общежитии.

- Заключение договора на проживание.

- Заселение в общежитие.

Целью данной разработки является комплексная автоматизация процесса расселения обучающихся – от подачи заявки на предоставление места вплоть до выселения обучающегося в связи с окончанием срока договора. Важнейшая проблема в процессе заселения – это формирование очереди студентов для заселения, учитывая список нуждающихся в общежитии.

Таким образом, актуальной научной и практической задачей является комплексное компьютерное моделирование и проектирование технологических процессов автоматизации заселения обучающихся в общежития. Это позволит сократить временные рамки, сделать процесс более наглядным, а также минимизировать возможные ошибки при формировании очередей на заселение. Научная новизна состоит в разработке оригинальных математических моделей (а также методов и алгоритмов их программной реализации), описывающих процесс автоматизированного заселения студентов согласно очередям по приоритету.

#### *Библиографический список*

1. Управление общежитием [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=66893>.

2. Положение о предоставлении жилого помещения и проживания студентов в общежитиях УО «БГУИР» от 11.11.2013 г. № 239.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ В КАДРОВОМ ПЛАНИРОВАНИИ**

Н.В. Новицкая

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

Все большая часть компаний приходит к тому, что необходимо переходить от традиционных способов работы с персоналом к инновационным с использованием различных технологий, от работы в одиночку к взаимодействию с подразделением ИТ для уменьшения количества «бумажной» работы и увеличения эффективности работы с помощью автоматизации процессов управления персоналом на разных стадиях: от приема на работу до увольнения.

Одним из основных направлений совершенствования работы с кадрами в настоящее время является внедрение автоматической системы управления (АСУ). Имеющийся опыт [1–9] по функционированию таких подсистем показывает, что подсистема АСУ позволяет решать вопросы, связанные с учетом кадров, движением трудовых ресурсов в масштабе предприятия и отдельных его подразделений. Помимо этого, появляется также возможность получить необходимую и достоверную информацию о количественном и качественном составе кадров. При этом в значительной степени повышается качество учета, сокращаются сроки представления отчетности, расширяется объем кадровой информации. Решение задач этой подсистемы на базе информационно-справочных массивов и соответствующего математического обеспечения создает предпосылки для перехода к оптимальным планированию и организации работы с кадрами на производстве.

Основной задачей при создании подсистемы АСУ должна стать автоматизация управления кадрами. Сюда включены: планирование потребности в кадрах; подготовка, переподготовка и повышение квалификации кадров, их распределение по структурным производственным подразделениям; централизованный учет руководящих работников и специалистов, высококвалифицированных рабочих; изучение и подбор кандидатов в резерв для выдвижения; учет молодых специалистов и несовершеннолетних работников, их наставников; учет и анализ состава, движения и текучести кадров; контроль за выполнением решений по работе с кадрами; формирование статистической отчетности по кадрам и др.

Разработка информационного обеспечения основывается на ряде принципов, к числу которых относятся:

- единство состава информационной основы;
- системность и совместимость информации по уровням управления;
- унификация и структуризация форм обмена персональной информацией;
- однородность ввода информации при многократном ее использовании.

В зависимости от целей, которые являются основой планов, планирование и оценка кадровых проблем могут протекать по-разному. Экстремальные позиции – это, с одной стороны, технико-экономическое планирование кадров, ориентированное на поставленные задачи, и, с

другой стороны, планирование кадров, ориентированное, в первую очередь, на сотрудников. На практике эта область в зависимости от акцентированного направления находится между полюсами. Однако ни в коем случае нельзя упускать из виду социальную связующую компонента кадровой политики, так как она в итоге направлена на сотрудника.

Социальная привязанность кадровой политики противоположна концепции, которая определяет кадровую политику как производственное планирование последовательности работ. Согласование и интеграция частичных планов требуются не только вследствие смысловых зависимостей, но и для уравнивания различных представлений о цели (интересах) тех, кто участвует в планировании, и тех, кого оно затрагивает.

В целом кадровое планирование служит хорошей основой для целенаправленной кадровой работы и позволяет полнее использовать потенциал персонала.

При выборе программного обеспечения следует выделить несколько ключевых этапов, определяющих успешность проекта автоматизации в целом. В первую очередь необходимо руководствоваться сравнением начальных функциональных возможностей систем с поставленными задачами. На этом этапе также необходимо оценить гибкость продукта, т.е. степень легкости его адаптации к специфическим требованиям будущих пользователей.

Вторым важнейшим этапом является приспособление продукта к требованиям законодательства.

Следующим этапом является соотношение цены и полезного функционала АСУ. При этом необходимо учитывать такие показатели, как простота использования, быстродействие, необходимые технические средства, надежность. Очень важно обратить внимание не только на цену программного продукта, но и на совокупную стоимость программного обеспечения, консультационных услуг и после проектного сопровождения системы. Иногда стоимость внедрения может ощутимо превышать стоимость программы.

Автоматизация планирования кадров — процесс не только технический, но и творческий. К сожалению, в разработке информационных систем профессиональные кадровики принимают недостаточное участие, а заложенные в системы «книжные» модели управления кадрами не всегда пригодны для реальных управленческих процессов. Профессионализм и практический опыт специалистов-кадровиков, четкое понимание задачи и творческий подход к делу будут очень уместны для развития системы управления и планирования кадрами.

#### *Библиографический список*

1. Кадровое делопроизводство // Кадровое дело. URL: <https://www.kdelo.ru/kadrovoe-deloproizvodstvo> (дата обращения: 08.10.2022).

2. Кадровое планирование. // Управление персоналом. URL: <https://www.grandars.ru/college/biznes/kadrovoe-planirovanie.html> (дата обращения: 18.09.2022).

3. Семина А.П., Гладкая К.В. Использование информационно-коммуникационных и виртуальных технологий в обучении персонала // Московский экономический журнал. - 2019. - №11. - С. 69.

4. Тихонов А.И., Коновалова В.Г. Отношение российских работодателей к автоматизации в сфере управления персоналом: технологии искусственного интеллекта и подбор персонала // Управление персоналом и интеллектуальными ресурсами в России. - 2019. - №2. - С. 79-84.

5. Тихонов А.И., Федотова М.А., Чекан А.А. Проблемы и особенности автоматизации подбора персонала // Московский экономический журнал. 2019. № 10. С. 29.

6. Толкунова Е.Г. Управление персоналом в эпоху цифровой экономики // Экономика: вчера, сегодня, завтра. - 2019. - №6-1. - С. 138-143.

7. Пуляева В.Н. Практика автоматизации процессов управления человеческими ресурсами // Управленческие науки в современном мире. - 2018. - №1. - С. 362-367

## **ВОЗМОЖНОСТИ ERP-СИСТЕМ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ**

Н.В. Новицкая

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

**Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники**

В докладе рассматривается возможность автоматизированного управления персоналом с помощью интегрированных информационных ERP-систем. Автор делает обзор функциональности, задач и преимуществ использования данных систем на предприятии [1–7].

Современные ERP-системы позволяют автоматизировать бухгалтерский, финансовый, управленческий, логистический, производственный, складской, кадровый и прочие виды учета (рисунок 1) [2]

Финансовое управление	Финансовый учет	Клиенты и поставщики	РСБУ, НУ	Основные средства
Дистрибуция и производство	Управление запасами	Управление складами	Производство	Планирование ресурсов
Отношения с клиентами	Контакты и история клиентов	Управление продажами	Управление маркетингом	Управление сервисом
Управление персоналом	Управление персоналом	Кадровый учет	Расчет заработной платы	Портал сотрудника

Рисунок 1 – Сфера применения ERP-системы на предприятии

Из рисунка 1 видно, что управление персоналом является частью единого информационного пространства предприятия.

Оптимальное использование персонала с точки зрения «управления персоналом» достигается за счёт выявления положительных и отрицательных мотивов индивидуумов и групп в организации соответствующего стимулирования положительных мотивов и «погашения» отрицательных мотивов, а также анализа таковых воздействий. Управление персоналом является неотъемлемой частью качественных систем управления (менеджмента) в концепции контроллинга.

Системы автоматизации Управления персоналом включают в себя поддержку следующих задач (рисунок 2).



Рисунок 2 – Задачи, решаемые с помощью систем автоматизации «Управление персоналом»

Существуют надежные инструменты для формирования эффективной кадровой политики предприятия, с помощью которого успешно решаются задачи набора новых сотрудников, кадрового учета и расчета заработной платы, повышения квалификации персонала.

Согласно исследованиям, Джим Уитгера (*Jim Witschger*) несмотря на то, что программное обеспечение помогает в решении многих задач, оно всего лишь автоматизирует уже существующие технологии работы. Если задачи управления человеческими ресурсами (*HR function*) хорошо продуманы, средства автоматизации ускорят процесс. В противном случае, автоматизированная система просто быстро выявит проблемы и недостатки. При этом внедрение автоматизированной системы управления персоналом не приведет к сокращению сотрудников кадрового отдела. Крайне редко появление автоматизированной системы сопровождается потерей рабочих мест. Любое программное обеспечение требует настройки, поскольку только в этом случае оно будет максимально отвечать предъявляемым к нему требованиям. Однако, чтобы внедрить автоматизированную систему управления персоналом требуется совсем немного: выбрать подходящий продукт и научиться с ним работать. Стоит

отметить, что технология работ кадрового отдела небольшой или средней компании может быть автоматизирована за очень короткий промежуток времени, иногда для этого достаточно одной-двух недель.

*Библиографический список*

1. Граничин О.Н., Кияев В.И. Информационные технологии в управлении. INTUIT, 2008. – 249 с.
2. Иванова М.М. Внедрение ERP-системы на промышленных предприятиях: критерии, сложности, факторы успеха // «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и право». – М.: «Научные технологии». – 2013. – № 11. – С. 12–17.
3. Нанеишвили Г.Д. Определение ERP: Управление персоналом (Human Resource Management) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://club.snews.ru/blogs/> (дата обращения: 15.09.2022 г.)
4. Суглобов А.Е., Жиялков А.П. Автоматизация учета, как метод повышения эффективности финансового контроля строительства олимпийских объектов МВД России // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2012. – № 44. – С. 35–41.
5. Суглобов А.Е., Древинг С.Р., Петренко В.А. Роль и место электроэнергетики в топливно-энергетическом комплексе и экономике России // Региональная экономика: теория и практика. – 2009. – № 13. – С. 2–13.
6. Суглобов А.Е. Концепция бухгалтерской отчетности в России и международной практике // Все для бухгалтера. – 2006. – № 12. – С. 2–5.
7. ERP [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ERP> (дата обращения: 01.10.2022 г.)

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АГРЕГАТОРА ДЛЯ ПОИСКА ФИЛЬМОВ**

Ольчев С.

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

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

В настоящее время, если захочется посмотреть дома фильм, то придется потратить немало времени на поиск подходящего сайта. Существует множество онлайн-кинотеатров, у которых интересующий фильм можно посмотреть бесплатно, бесплатно с рекламой, арендовать, купить, посмотреть за регистрацию и много различных других условий. Это приводит к тому, что приходится тратить не одну минуту, а порой даже десятки минут только лишь для того, чтобы найти фильм. Иногда это приводит к потере желания дальнейшего просмотра и испорченному вечеру. Кроме потерь для человека, потери есть и для сервисов, так как они упускают потенциальных клиентов.

Исходя из этого, разработав сервис, который будет быстро и правильно находить и рекомендовать фильмы для пользователей, мы сможем привлечь как пользователей, так и онлайн-кинотеатры, что означает, что можно будет монетизировать этот проект. Но в настоящее время существует огромное количество различных сервисов. В результате анализа рынка были найдены несколько похожих сервисов, которые помогают найти фильм среди многих онлайн-кинотеатров.

В таблице 1 представлены результаты анализа существующих систем для поиска фильмов. По таблице можно сделать вывод, что разрабатываемое программное обеспечение должно реализовать функционал, который позволяет осуществлять поиск фильмов среди множества российских и зарубежных онлайн-кинотеатров, возможность оценивать фильмы и на основе оценки выстраивать уникальные рекомендации для каждого пользователя.

Таблица 1 - Программное обеспечение для поиска фильмов

Название	Поддержка русского языка	Агрегация среди российских онлайн-кинотеатров	Рекомендация фильмов
JustWatch [1]	частично	частично	-
Кинориум [2]	+	-	-

Систему рационально реализовывать на основе клиент-серверной архитектуры (рисунок 1). Реализация будет выполнена при помощи стека технологий MERN [3] - база данных MongoDB, js framework для написания сервера Express, библиотека для создания пользовательских интерфейсов ReactJS, среда выполнения JavaScript кода на сервере NodeJS (рисунок 2).

Выбранный стек позволяет разрабатывать удобный, быстрый интерфейс для пользователя используя Single Page Application на клиентской части и быстрый, легко масштабируемый сервер на NodeJS, позволяющий легко интегрироваться с другими сервисами, в нашем случае с системой рекомендации фильмов.



Рисунок 1 - Диаграмма клиент-серверной архитектуры

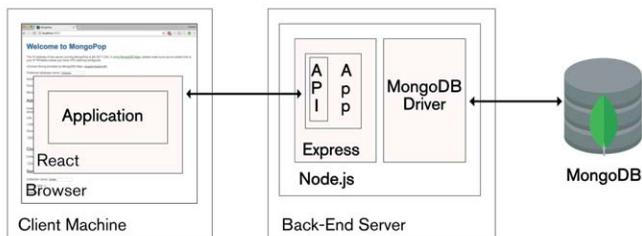


Рисунок 2 - Архитектура MERN приложения

Алгоритм выдачи рекомендации будет основан на коллаборативной фильтрации [4]. Он позволит прогнозировать предпочтения пользователя, сравнивая его интересы с интересами других пользователей. Благодаря этому в рекомендательном разделе предлагаются те элементы, которыми интересовались другие пользователи, а текущий нет.

#### *Библиографический список*

1. JustWatch - The Streaming Guide // JustWatch URL: <https://www.justwatch.com/> (дата обращения: 01.11.2022).
2. Кинориум // Кинориум URL: <https://ru.kinorium.com/> (дата обращения: 01.11.2022).
3. Все, что нужно знать о стеке MERN // machinelearningmastery.ru URL: <https://machinelearningmastery.ru/everything-you-need-to-know-about-the-mern-stack-43d27ddd480a/> (дата обращения: 02.11.2022)
4. Как работают рекомендательные системы. Лекция в Яндексе // Хабр URL: <https://habr.com/ru/company/yandex/blog/241455/> (дата обращения: 02.11.2022).

## **БОЛЬШИЕ МАССИВЫ ДАННЫХ В БАНКОВСКОЙ СФЕРЕ: ПРОБЛЕМЫ ХРАНЕНИЯ И ОБРАБОТКИ**

Н.В. Павлович

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

**Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники**

Банковская индустрия генерирует из внутренних и внешних источников большие массивы данных. Ценность этих данных в значительной степени зависит от того, как они обрабатываются и хранятся.

Проблемы, с которыми приходится сталкиваться при обработке и хранении больших массивов данных в этой сфере, могут повлечь за собой серьезные последствия для бизнеса. Речь, в первую очередь, идет о репутационном риске банка, под которым понимают риск, связанный с негативным восприятием банка со стороны клиентов, контрагентов, акционеров.

Установлено, что в процессе хранения данных, а точнее физической составляющей этого процесса, могут возникнуть следующие проблемы:

1 Существуют внешние факторы, влияющие на работоспособность хранилища данных, исходя из которых и возникает проблема надёжности и отказоустойчивости. Хранилище данных, как система, должно выполнять свои функции в полном объеме не взирая на факторы, оказываемые внешней средой. В хранилище должно быть предусмотрено полное или частичное резервирование всех компонент, а также система мониторинга и оповещения о возможных и существующих проблемах.

2 Проблемы с доступностью, как правило, возникают из-за каких-либо внутренних сбоев, однако хранилище должно обеспечивать доступность данных в любой момент времени. Такое состояние достигается путем зеркалирования сегментов, на которых хранятся пользовательские данные. В случае отказа одного из сегментов, должно происходить автоматическое переключение на резервный сегмент, зеркало упавшего сегмента.

3 В связи с постоянным накоплением данных объем хранимой информации непрерывно возрастает, что приводит к проблемам с производительностью. В зависимости от объемов и типов хранимой информации, необходимо поддерживать количество накопителей и процессорных подсистем на должном уровне.

4 Нарастание производительных мощностей влечет за собой проблему масштабируемости. С ростом объемов хранимой информации необходимо иметь возможность наращивать число жёстких дисков, объёма кэш-памяти, проводить аппаратную модернизацию и расширение функционала. Все перечисленное должно производиться без значительного переконфигурирования и потерь функциональности, что позволяет гибко подходить к проектированию инфраструктуры.

Следующий исследованный аспект – выявление проблем, связанных с процессом обработки данных.

Проблема проектирования потоков данных. Обработка данных начинается с проектирование логической модели. При загрузке данных из систем-источников в хранилище данные подвергаются ряду последовательных преобразований. Любую цепочку преобразований можно разбить на несколько этапов, результатом выполнения каждого из которых является обновление постоянной таблицы в хранилище. Каждому этапу соответствует слой хранилища данных, объединяющий в себе множество таблиц, обновляемых на соответствующем этапе преобразований. Обобщенная экосистема хранилища данных включает в себя: слой загрузки данных (физическое перемещение данных и систем-источников в экосистему хранилища); слой детальных данных (интеграция данных из нескольких систем-источников, приведение в соответствие с концептуальной моделью хранилища, построение версионности [1]); слой enterprise витрин (вычисление произвольных аналитических показателей, востребованных широким кругом пользователей) и слой справочников и правил преобразования (правила получения одних атрибутов на основе других, соответствие исходных ключей и ключей хранилища). Основной проблемой при построении модели является проектирование потоков данных. Необходимо придерживаться последовательности в цепочках

преобразований, выстраивая потоки данных таким образом, чтобы пройти каждый слой.

Проблема обновления хранилища. Обновление хранилища данных предполагает под собой выполнение огромного количества SQL-запросов. Запросы, возвращающие одинаковый набор данных, могут отличаться по времени работы, что говорит плохой оптимальности. Для установления причины долгой работы необходимо изучить план запроса, представляющий собой последовательность операций, которые выполняет БД для получения требуемого в запросе результата. После установления причины необходимо реализовать решение найденной проблемы. Практическое применение оптимизации позволяет в значительной степени повысить производительность распределенной базы данных, что приведет к снижению потребности в приобретении дополнительных производительных мощностей [2].

Проблема разрастания хранилища. Хранилище данных непрерывно накапливает данные, что приводит к увеличению занимаемого места. Для решения используются механизмы инкрементальной загрузки, чтобы уменьшить объем данных в потоке, что в свою очередь снижает потерю производительности, и механизмы регламентных работ, которые удаляют или переносят в другие системы хранения данные.

#### *Библиографический список*

1. Павлович, Н.В. Data vault: преимущества и недостатки / Павлович Н.В. // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXVI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов, Рязань, 2021 г. / Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина. – Рязань, 2021. – С. 35–36.
2. Павлович, Н.В. Оптимизация запросов в Greenplum / Н.В. Павлович // Электронные системы и технологии [Электронный ресурс]: сборник материалов 58-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 18-22 апреля 2022 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Д.В. Лихаческий [и др.]. – Минск, 2022. – С. 53–56.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПОИСКА ДОСУГА ЧЕЛОВЕКУ**

А.А. Петунин

Научный руководитель – Цуканова Н. И. доцент каф. ВПМ  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
 имени В.Ф. Уткина**

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

В рамках исследований, проводимых в рамках студенческой НИР, была поставлена задача анализа эффективности методов машинного обучения для поиска подходящего для человека вида досуга.

Конечной целью и основной задачей проводимых работ предполагается разработка алгоритмов функционирования фрагмента информационной системы для реализации поиска видов досуга для человека, опираясь на его персональные параметры.

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

1. На данный момент времени все подобные системы не имеют персонального подхода к каждому человеку.

2. Существующие системы не используют нейронные сети для повышения качества подбора видов досуга.

3. Объем данных представленный на существующих системах недостаточно велик, чтобы удовлетворять потребностям всех слоев населения.

За счет устранения этих слабых мест предполагается повысить эффективность разрабатываемой системы.

В результате проведенных исследований были изучены материалы соответствующей предметной области, исследованы методы применения машинного обучения для целей анализа интересов людей по их страницам в социальных сетях.

На основе проведенных обзоров построены:

1. Модели

2. Диаграмма базы данных

Реализованы алгоритмы нейронной сети:

1. Функция активации

2. Алгоритм обучения – Back Propagation (обратное распространение)

Подготовлены:

Анкеты для проведения опросов живых людей по типу их темперамента и интересующих их видах досуга для сбора данных, обучающих нейронную сеть.

Таким образом, в рамках проводимой НИР, была исследована предметная область связи типа темперамента человека с его интересами и проанализирована возможность использования аппарата нейронных сетей для достижения поставленных целей работы.

Результаты исследований предполагается использовать в дальнейшем при проектировании ВКР.

Библиографический список:

1. Michal Kosinski Mining Facebook data for predictive personality modeling: Michal Kosinski, David Stillwell, Dejan Markovikj, Sonja Gievaska, – University of Cambridge 2013.

2. Цуканова Н.И. Программирование глубоких нейронных сетей на языке Python: учебное пособие / Н.И. Цуканова. – Москва: КУРС, 2022. – 224 с.

3. Конюхов А.Н. Основы теории нечетких множеств. Часть 1: учеб. пособие / А.Н.Конюхов, А.Б.Дюбуа, А.С.Сафошкин; Рязан. гос. радиотехн. унт. – Рязань, 2017. – 88 с.

4. Конюхов А.Н. Основы теории нечетких множеств. Часть 2: учеб. пособие / А.Н.Конюхов, А.Б.Дюбуа, А.С.Сафошкин; Рязан. гос. радиотехн. ун-т. Рязань, 2018. – 108 с.

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СТОИМОСТИ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНА С ДИСКРЕТНЫМ ВРЕМЕНЕМ**

С. А. Попель

Научный руководитель – Лискина Е. Ю., канд. физ.-мат. наук, доцент  
**Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина**

В работе [1] была обоснована и исследована динамическая односекторная модель экономики типа Солоу вида

$$\begin{cases} \dot{K} = -\mu K + \alpha F(K, L), \\ \dot{L} = vL \left(1 - \frac{L}{M}\right), \end{cases} \quad \#(1)$$

где  $K$  – капитал,  $L$  – труд,  $\mu$  – норма амортизации,  $\alpha$  – норма производственного потребления,  $\alpha, \mu \in (0, 1)$ ; предполагается, что в регионе имеется конкуренция за ресурс рабочих мест [2],  $v$  – темп роста ресурса «труд»,  $v \in (-1, 1)$ ,  $M$  – максимальная численность населения в регионе;

$F(K, L)$  – производственная функция  $F(K, L) = KL(a_0KL - a_1K^2 - a_2L^2)$ , являющаяся модификацией функции Аллена [3];  $a_0, a_1, a_2$  – положительные коэффициенты

Используя связь дискретных и непрерывных показателей экономического роста [4], построим аналог системы (1) с дискретным временем, в котором обозначим  $F(K_{t-1}, L_{t-1}) = X_{t-1}$  – валовой региональный продукт (ВРП) рассматриваемого региона, а также введём фактор внешних инвестиций  $I_{t-1}$  и миграции  $Q_{t-1}$ . Таким образом, получим систему разностных уравнений

$$\begin{cases} K_t = (1 - \mu)K_{t-1} + \alpha X_{t-1} + \gamma I_{t-1}, \\ L_t = (1 + v)L_{t-1} - \frac{v}{M}L_{t-1}^2 + \beta Q_{t-1}, \end{cases} \quad \#(2)$$

где  $\gamma$  – доля внешних инвестиций, идущая на расширение производства,  $\beta$  – темп прироста миграции.

Цель работы заключается в идентификации коэффициентов модели (2) и построения прогноза по данной модели.

Для идентификации коэффициентов разностного уравнения, был проведён сбор данных на сайте открытого банка данных Федеральной службы государственной статистики [5]. Данные были представлены в виде временных рядов, и затем при помощи надстройки «Анализ данных» табличного процессора MS Excel, были идентифицированы коэффициенты

уравнений системы (2). При проверке качества первого уравнения системы (2) было выявлено, что предположение о значимости внешних инвестиций оказалось неверным. В модель был введён параметр  $T_{t-1}$  – налоги, уходящие из региона. Модель приняла вид

$$\begin{cases} K_t = (1 - \mu)K_{t-1} + \alpha X_{t-1} + \gamma S_{t-1}, \\ L_t = (1 + v)L_{t-1} - \frac{v}{M}L_{t-1}^2 + \beta Q_{t-1}, \end{cases}$$

где  $S_{t-1}$  – сальдо внешних инвестиций и налоговых отчислений, покинувших регион. Повторное проведение регрессии выявило необходимость увеличения временного лага для параметра сальдо, и итоговая модель приняла вид

$$\begin{cases} K_t = (1 - \mu)K_{t-1} + \alpha X_{t-1} + \gamma S_{t-2}, \\ L_t = (1 + v)L_{t-1} - \frac{v}{M}L_{t-1}^2 + \beta Q_{t-1}; \end{cases} \#(3)$$

или с идентифицированными коэффициентами

$$\begin{cases} K_t = 0,5905K_{t-1} + 2,8068X_{t-1} - 9,2512S_{t-2}, \\ L_t = 0,7199L_{t-1} + 0,0005L_{t-1}^2 - 0,002Q_{t-1}. \end{cases} \#$$

Коэффициенты первого уравнения модели (3) оказались статистически значимыми на уровне 0,05, для него выполнены все условия Гаусса – Маркова. С помощью первого уравнения модели (3) был сделан интервальный прогноз параметра  $K_t$  на 2021 год и было произведено сравнение с реальным показателем стоимости основных фондов:  $K_{2021} = 2408427$  млн. руб., прогнозное значение  $\tilde{K}_{2021} = 2554125 \pm 123066$  млн. руб. С математической точки зрения, полученный прогноз оказался качественным. Несколько завышенную оценку прогноза можно объяснить внешними неучтенными факторами. Возможность корректировки модели с целью повышения точности прогноза представляет отдельный исследовательский интерес.

Во втором уравнении статистически незначимыми оказались коэффициенты при  $L_{t-1}^2$  и  $Q_{t-1}$ , что можно объяснить ненасыщенностью рынка труда Рязанской области (отсутствием конкуренции ха рабочие места).

#### *Библиографический список*

1. Попель С.А. Построение решения задачи Коши односекторной динамической модели экономики с модифицированной производственной функцией Аллена и конкуренцией за ресурс рабочих мест // 72-я Международная студенческая научно-техническая конференция, Астрахань, 18–23 апреля 2022 года: материалы. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2022. – С. 478–480.
2. Лискина Е.Ю. Исследование трехфакторной динамической системы экономики региона, учитывающей конечное потребление и ограниченные ресурсы // Итоги науки и техн. Сер. Современ. мат. и ее прил. Темат. обз. – 2018. – № 148. – С. 75–82.
3. Абрамов В.В. Стационарные состояния в модели односекторной экономики // Дифференциальные уравнения и математическое

моделирование: межвуз. сб. науч. тр. Вып. 2. – Рязань: Ряз. гос. ун-т имени С. А. Есенина, 2021. – С.4–9.

4. Симонов П. М. Экономико-математическое моделирование [Электронный ресурс]: учеб. пособие: в 2 ч. – Электрон. дан. – Пермь, 2019. – Ч. 1.– 3,45 Мб; 230 с. – URL: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebnie-posobiya/economiko-matematicheskoe-modelirovanie-simonov-1.pdf> (дата обращения 5.10.2022 г.)

5. Федеральная служба государственной статистики : официальный сайт. – URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения 1.10.2022 г.).

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ВЫЧИСЛЕНИЯ ГЛОБАЛЬНОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИМИТАЦИИ РЕАЛИСТИЧНОГО СВЕТА В КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ**

А.В. Почтарев

Научный руководитель – Филатов И.Ю., кандидат технических наук,  
доцент

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

За последние годы развитие визуализации достигло значительных успехов. Обусловлено это существенным прогрессом алгоритмов как для центрального процессора, так и за счет применения этих алгоритмов на графических процессорах, обеспечивающих достаточно высокую производительность рендеринга.

Синтез реалистичных изображений строится на применении глобальной освещенности сцен в трёхмерной графике. Освещённость принято разделять на локальную и глобальную. Локальным освещением называют свет, исходящий непосредственно от источника на поверхность. Глобальным освещением называют свет, который был вызван прямым и непрямым попаданием света на поверхность. Непрямым попаданием света, в свою очередь, считается луч света, который претерпел переотражение от различных объектов сцены. В зависимости от материала объекта, такие переотражения могут происходить неоднократно до тех пор, пока световая энергия источника не истощится.

В рамках исследований, проводимых в студенческой НИР, была поставлена задача анализа эффективности методов вычисления глобальной освещенности на различных процессорах.

Методы вычисления освещенности развивались, в основном, по двум направлениям:

1 обыкновенного Монте-Карло интегрирования (Ordinary Monte Carlo, OMC);

2 Монте-Карло интегрирования по схеме Марковских цепей (Markov Chain Monte Carlo, MCMC).

Обе группы этих методов используются для вычисления интеграла освещенности и решения уравнения рендеринга [1] и имеют свои плюсы и минусы.

Центральным механизмом, на котором строится вычисление интеграла освещенности, применяемом на основе ОМС, является многократная выборка по значимости (Multiple Importance Sampling, MIS) [2]. Для объяснения её сути, рассмотрим применение MIS, используя самого базового метода – трассировки путей (Path Tracing, PT) [1].

### **Path Tracing**

Существует несколько вариантов данного метода, но в простейшем варианте луч перемещается по сцене случайно, пока не попадёт в источник света или не выйдет за её пределы.

Основная проблема трассировки путей заключается в том, что вероятность случайного попадания в источник света достаточно мала. Для решения этой проблемы добавляются так называемые теневые лучи, которые при каждом переотражении летят напрямую в источник. Но и такое решение бывает неэффективным, если рассматривать вариант, когда источник света крупного размера, и/или материал освещаемой поверхности имеет глянцевые отражения. В таком случае лишь малый участок источника будет вносить вклад в освещение, так как выборка генерируется по всей поверхности источника.

Оба этих алгоритма используют разные стратегии выборок: неявную и явную. При этом, даже для прямого освещения недостаточно какой-либо одной, поэтому в трассировке путей используют обе. Такой алгоритм получил название MIS PT. Он комбинирует вклады обеих стратегий при помощи многократной выборки по значимости.

К сожалению, данный алгоритм даёт возможность сделать надёжный расчёт только прямого освещения, так как при преобладании непрямого освещения, возникает необходимость в добавлении новых стратегий построений выборок.

Решением этой проблемы является алгоритм усеченной двунаправленной трассировки (Instant Bidirectional Path Tracing, IBPT) [3] – частный случай двунаправленной трассировки (Bidirectional Path Tracing, BPT).

### **Instant Bidirectional Path Tracing**

Его идея состоит в том, чтобы к двум предыдущим стратегиям добавить ещё одну – световую. Работает она аналогично стратегии с теневыми лучами, но в прямом направлении: луч стартует на источнике света, и при каждом переотражении от поверхности происходит соединение этой точки с камерой. Благодаря этой стратегии IBPT хорошо справляется с непрямым освещением на ламбертовских поверхностях, но не может эффективно рассчитывать каустики.

На основе двух рассмотренных алгоритмов, можно предположить, что многократная выборка по значимости является надежным для расчёта методом, но не самым эффективным. Для эффективной реализации данного метода на GPU необходимо уделить внимание нескольким вещам:

- 1 Уменьшению потребления памяти на один поток, поскольку число запускаемых потоков может быть огромным;

- 2 Решать проблему распределения работы и разбиения сложного кода на набор простых вычислительных ядер [4].

*Библиографический список*

1. Kajiya J.T. The rendering equation. Siggraph 1986: Proceedings of the 13th annual conference on Computer graphics and interactive techniques. С. 143-150.
2. Veach E. Robust monte carlo methods for light transport simulation. Ph.D. Dissertation, Stanford University, 1998.
3. Bogolepov D., Ulyanov D. GPU-Optimized Bi-Directional Path Tracing. WSCG 2013 Conference on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision. 2013. С. 57-60.
4. Фролов В.А., Галактионов В.А. Регенерация путей с низкими накладными расходами. Программирование, том 42, no. 6, 2016 г., стр. 67-74.

**РОЛЬ ERP-СИСТЕМ В УПРАВЛЕНИИ ЦЕПОЧКАМИ ПОСТАВОК**

М.В. Пурькова

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

В современном мире, где все ожидают, что все произойдет в один миг, построение правильной цепочки поставок является довольно важным процессом. Управление цепочками поставок (SCM) контролирует поток товаров, процессов, данных и финансов, связанных с номенклатурой или услугой, от закупки сырья до доставки конечного продукта клиенту [1].

В цепочке поставок могут участвовать различные субъекты, такие как поставщик, производитель, поставщики транспортных и логистических услуг и отдел продаж. Процесс включает в себя различные виды деятельности, охватывающие управление закупками, запасами, производством, транспортировкой, заказами и многим другим.

Правильное управление цепочками поставок помогает компаниям оптимизировать операции, сократить расходы, опередить конкурентов и быстрее доставлять продукты клиентам.

Для того, чтобы бизнес рос и конкурировал с другими компаниями, которые продают аналогичные товары, им нужно больше, чем просто хранение запасов – им нужен опыт, технологии и процессы, чтобы помочь оптимизировать их цепочку поставок.

Эти проблемы можно решить путем внедрения ERP. Интеграция ERP помогает предприятиям достичь операционной эффективности за счет автоматизации процесса управления цепочек поставок. Вместо того, чтобы полагаться на отдельные системы для управления SCM и другими ключевыми бизнес-операциями, ERP-решение легко консолидирует их в единую панель мониторинга.

Программное обеспечение ERP не только дает компании подробный взгляд в режиме реального времени на бизнес-процессы с использованием централизованных баз данных, но и оптимизирует весь процесс.

Это означает, что бизнес тратит меньше времени и денег на более сложную, децентрализованную систему и вместо этого фокусируется на гибкости и улучшении необходимых процессов [2].

ERP играют многогранную роль в управлении цепочками поставок, помогая с ключевыми функциями.

Во-первых, удовлетворение спроса: в рамках своих многочисленных автоматизированных функций, которые оптимизируют процессы SCM, ERP-решения способны создавать спрос при получении заказов. Как только заказ получен, программное обеспечение ERP реализует планирование заданий. Это приносит пользу руководителям предприятий, которые получают в режиме реального времени информацию о ресурсах, используемых для выполнения задач. Кроме того, это помогает им точно планировать даты поставки продукции, гарантируя, что все производственные задания соответствуют спросу.

Во-вторых, управление закупками: ERP-системы, ориентированные на SCM, помогают управлять закупками и поставками ресурсов и сырья, имеющих отношение к цепочке поставок. С помощью ERP такие задачи, как управление складскими ресурсами, транспортировка материалов и связь с поставщиками, могут быть оптимизированы для ускорения процессов и повышения эффективности.

В-третьих, производственная информация: от разработки спецификации (BOM) до предоставления данных в режиме реального времени для трудовых и механических ресурсов, программное обеспечение ERP может ускорить производственные процессы по всей цепочке поставок. ERP-система также может создавать товаросопроводительную документацию для уменьшения ошибок и обеспечения своевременной доставки продукции. Если для определенных заданий или заказов требуются изменения в последнюю минуту, они могут быть легко реализованы через ERP-решение.

В-четвертых, обработка отгрузки: ERP-система может создавать счета-фактуры, которые впоследствии отправляются клиенту, когда продукты были отгружены. Программное обеспечение также поддерживает полный архив данных об отгрузке и доставке, чтобы гарантировать, что все заказы отправляются по графику. Программное обеспечение ERP может быть сконфигурировано для выбора и выполнения проверок качества упаковки при одновременном разрешении конфликтов ресурсов.

Правильно реализованная ERP-система может консолидировать процессы SCM в единую панель мониторинга для упрощения управления цепочкой поставок. Это приносит пользу крупному и малому бизнесу [3].

Управление цепочками поставок является громоздким и сложным процессом для любого бизнеса, поскольку вам необходимо скорректировать свою деятельность, чтобы обеспечить отзывчивость. ERP-решения консолидируют все действия в единую информационную панель вместо управления SCM и другими бизнес-операциями в отдельных системах. От управления ресурсами до продаж, ERP оптимизирует управление цепочками поставок, интегрируя рабочие процессы, финансы и информацию для вашего долгосрочного успеха в бизнесе.

*Библиографический список*

1. What Is ERP's Role in Supply Chain Management? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.thomasnet.com/insights/erp-supply-chain/>– Дата доступа: 27.10.2022.
2. Role of ERP in Supply Chain Management [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.clientsfirst-us.com/blog/role-erp-in-supply-chain-management/> – Дата доступа: 27.10.2022.
3. Principles of supply chain management (SCM) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.myob.com/au/resources/guides/inventory-management/supply-chain-management> – Дата доступа: 27.10.2022.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ С БОЛЬШИМИ  
ОБЪЕМАМИ ДАННЫХ В ГОСТИНИЧНОМ БИЗНЕСЕ**

А. Р. Романов, О. Г. Швечкова

Научный руководитель – Крошила С. В., кандидат техн. наук,  
доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет  
Имени В.Ф. Уткма**

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 анализа эффективности работы с большими объемами данных в сфере гостиничного бизнеса.

Конечной целью и основной задачей проводимых работ предполагается разработка алгоритмов функционирования фрагмента информационной системы для повышения качества функционирования бизнеса и удобства конечного потребителя услуг.

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

1. Изменении характера данных
2. Накоплении шума
3. Ложной корреляции
4. Случайной эндогенности

И не учитывают интересов заказчиков информационной системы для гостиничного бизнеса, за счет устранения которых предполагается повысить эффективность разрабатываемой системы.

В результате проведенных исследований были изучены материалы соответствующей предметной области, исследованы методы улучшения качества работы с большими объемами данных.

На основе проведенных обзоров подробно рассмотрены вышеперечисленные проблемы.

Подготовлены возможные пути решения проблем, возникающих при работе с большими объемами данных.

Таким образом, в рамках проводимой НИР, была исследована предметная область гостиничного бизнеса и проанализирована работа с большими объёмами данных для достижения поставленных целей работы.

Результаты исследований предполагается использовать в дальнейшем при проектировании ВКР.

#### *Библиографический список*

1. Ашимова М. Е., Овечкин Г.В. Применение Big Data при создании программной системы для комплексного анализа метеорологических данных – 2020 г. – 157-165 с.

2. Крошилилин А. В., Крошилилина С. В., Тишкина В. В. Использование интеллектуальных методов при разработке системы мониторинга результатов деятельности объектов учета – 2017 – 360-364 с.

3. Бубнов А. А. Основные характеристики программной системы для оценки надежности программного обеспечения – 217 – 134-135 с.

### **РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИСПОЛНЕНИЯ БЮДЖЕТА ПРЕДПРИЯТИЙ**

О.Д. Саморукова, С.В. Крошилилина

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

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

В докладе рассматриваются основные процедуры и этапы исполнения бюджета предприятия, возможности существующих информационных систем и направление их развития.

Бюджетирование – это система обязательных процедур и правил на всех этапах, начиная с планирования и заканчивая анализом исполнения бюджета, и, конечно, включая промежуточные этапы – учет, контроль и принятие решений.

Исполнение бюджета – это управление предприятием в течение всего бюджетного периода с целью достижения финансовых и производственных результатов в соответствии с параметрами утвержденного бюджета.

К основным процедурам исполнения бюджета можно отнести следующие:

- Оперативное планирование и учет
- Управление платежами
- Управление договорами
- Управление финансовыми рисками и резервами
- Управление денежными потоками
- Контроль соответствия бюджета
- Анализ исполнения бюджета
- Корректировка бюджета [2]

С целью оперативного управления бюджетом предприятия используется уточненный годовой прогноз, который формируется путем последовательного замещения плановых показателей на фактические и актуализации

первоначально сформированных данных на оставшиеся периоды. В

сформированном прогнозном бюджете целевые показатели могут отличаться от первоначально запланированных. В таком случае компания может попытаться достигнуть утвержденных целевых показателей путем перераспределения бюджета будущих периодов, либо принять решение о их корректировке.

Выделим основные этапы построения прогнозного бюджета:

- Формирование целевого годового бюджета
- Формирование отчета о фактическом исполнении бюджета за период (месяц, квартал)
- Формирование годового бюджета с учетом фактических данных
- Принятие решения о необходимости корректировки целевого годового бюджета
- Формирование годового бюджета версия «Прогноз» [3]

Важным аспектом в работе с бюджетом предприятия является точность получаемых данных, их согласованность во всех подразделениях, задействованных в процессах бюджетирования, а также оперативность их обработки. Эти цели могут быть достигнуты только с применением информационных ресурсов на всех стадиях бюджетного процесса.

Применение информационных технологий в сфере бюджетирования дает ряд важных преимуществ:

- Создание единого информационного пространства, что гарантирует согласованность данных во всех подразделениях предприятия
- Возможность многомерной кодификации данных, что позволяет проводить анализ одних и тех же данных по различным критериям. Например, можно провести анализ по совокупным затратам предприятия в целом, в разрезе производственных или непроизводственных цехов, в разрезе конкретных подразделений
- Возможность создания единой системы оперативного контроля, основанной на использовании единой информационной сети и на различных режимах уровня доступа пользователей к информации в зависимости от уровня в управленческой иерархии.
- Возможность автоматизации процесса аналитической обработки информации и настройке форм отчетов, необходимых для анализа и принятия решений [1]

На текущий момент существует ряд российских информационных систем, направленных на автоматизацию системы планирования и исполнения бюджета. Это такие системы, как 1С:ERP, ПланФакт, BusinessBuilder PlanDesigner, Инталев: Корпоративный менеджмент, КИС: Бюджетирование. Все они обладают обширным функционалом, направленным на сбор и визуализацию данных, автоматический расчет ключевых показателей при проведении план-факт анализа, создание плановой бюджетной модели и внесение корректировок в неё, формирование пользовательских отчетов. При этом проведение расчетов по перераспределению бюджета при составлении прогноза на оставшийся период осуществляется менеджментом предприятий. Таким образом, отсутствуют алгоритмы, позволяющие на основе план-факта анализа и иных методов прогнозирования финансовых показателей сформировать

расчетный прогноз исполнения бюджета предприятия. Данные алгоритмы способны:

- повысить точность прогнозирования за счет возможности учета план-факт анализов за длительные периоды (с учетом сезонности, влияния внешних факторов и т.п.)
- сократить время принятия решений за счет автоматизации расчетов и индикации ключевых позиций

Разработка и внедрение алгоритмов автоматического перераспределения бюджета на оставшиеся периоды является перспективным направлением развития информационных систем в области бюджетирования. Модели прогнозирования способны стать мощным вспомогательным инструментом для принятия решений и формирования окончательных прогнозов менеджментом предприятий.

#### *Библиографический список*

1. Щиборщ К.В. Бюджетирование деятельности промышленных предприятий России. — М.: Издательство «Дело и Сервис», 2001. - 544 с.
2. Бюджетирование. Контроль и анализ бюджета: [Электронный ресурс]. URL: <https://alfaseminar.ru/budgeting/3>
3. Митрофанова Е. Прогнозный бюджет: пример и пошаговый алгоритм построения: [Электронный ресурс]. 2016. URL: <https://www.fd.ru/articles/158236-prognoznyy-byudjet-primer-i-poshagovyuy-algoritm-postroeniya-qqq-16-m10>

### **АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ПОРТФОЛИО ОБУЧАЮЩИХСЯ НА ПРОЦЕСС ТРУДОУСТРОЙСТВА**

А.О. Сапрыкина

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

Многие современные исследователи занимаются анализом взаимосвязи между таким образовательным технологическим инструментом как электронное портфолио и трудоустройством выпускников высших учебных заведений. На данный момент электронное портфолио внедрено во многие сферы профессиональной жизни человека — например, активно используется в здравоохранении, образовании и сфере искусства. В самом простом своем понимании, оно представляет из себя личную домашнюю страницу пользователя, выступающую в роли электронного резюме. В идеальном же виде электронное портфолио может восприниматься как публичная цифровая личность владельца [1].

Многообещающим и логичным выглядит использование технологии электронного портфолио не столько как средства обучения, оценивания и саморефлексии, а как средства подготовки к трудоустройству его владельца. Осуществляемое с помощью него предвосхищение профессиональной практики еще в момент незавершенного обучения приводит к повышению уровня профессионализма среди занятых [2, 3].

Некоторые исследователи [4] указывают, что большинство используемых в настоящее время в образовании электронных портфолио представляют собой гибриды, охватывающий следующие функции (Таблица 1):

Таблица 1. Наиболее востребованные функции современных электронных портфолио.

Функция электронного портфолио	Цель использования
1. Личностный рост	Демонстрация прогресса уже сформированных навыков, уровня развития новоприобретенных навыков.
2. Оценивание	Оценка успеваемости обучаемого педагогами и потенциальными работодателями, самооценка.
3. Демонстрация	Презентация выполненных работ и умений.

Возвращаясь к вопросу участия технологии электронного портфолио в процессе трудоустройства, она обладает высокой эффективностью при внедрении в процесс подготовки кадров до начала фактической работы. Электронное портфолио дает обучающимся возможность тщательно спланировать свою первую профессиональную практику и осуществить структурированную саморефлексию, что впоследствии позволит продемонстрировать рост, продолжить развиваться как профессионалу.

Целая серия зарубежных исследований [5] посвящена выделению основных стратегий поиска работы среди пользователей электронных портфолио. Они охватили сразу всех участников процесса трудоустройства от студентов и выпускников образовательных учреждений до действующих профессоров и работодателей. Таким образом, пользователи электронных портфолио прибегают к 8 основным стратегиям:

1. Демонстрация опыта работы;
2. Поиск и демонстрация опыта стажировок;
3. Профессиональное консультирование и развитие профессиональных навыков;
4. Участие во внеучебных мероприятиях;
5. Посещение сетевых или информационных мероприятий в отрасли;
6. Подработка/частичная занятость;
7. Волонтерство/общественно значимая деятельность;
8. Членство в профессиональных ассоциациях.

Все перечисленные стратегии выступают способами поиска работы, в то время как объединяет их единый инструмент - платформа электронного портфолио. Потенциал данной технологии в сфере трудоустройства довольно значителен при условии принятия ее как достойного источника информации потенциальными нанимателями, что и намечает дальнейший возможный путь развития электронного портфолио.

#### *Библиографический список*

1. Chang, K. EPortfolio for Skilled Immigrants and Employers: LIfIA Project. Phase One Final Report, 2006. URL: <http://www.futured.com/documents/Report-ePforSkilledImmigrants-LIfIA.pdf>

2. Chang, C.-P.; Lee, T.-T.; Mills, M.E.; Hsieh, Y.-P. E-portfolio functional requirements for the final semester baccalaureate practicum course: A qualitative research study. *J. Prof. Nurs*, 2019. Vol. 35, pp. 405–411.

3. Gutiérrez-Santiuste, E. Higher Education Students' Perception of the E-Portfolio as a Tool for Improving Their Employability: Weaknesses and Strengths. *Educ. Sci*, 2022. Vol. 12, 321.

4. Alam, F.; Chowdhury, H.; Kootsookos, A.; Hadgraft, R. Scoping e-portfolios to engineering and ICT education. 6th International Conference on Thermal Engineering, ICTE. *Procedia Eng.*, 2015. Vol. 105, pp. 852–857.

5. Kinash, S.; Crane, L.; Judd, M.-M.; Knight, C. Discrepant stakeholder perspectives on graduate employability strategies. *High. Educ. Res. Dev.*, 2016. Vol. 35, pp. 951–967.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТЫ КОМПАНИИ СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ**

А.П. Серов

Научный руководитель – Дмитриева Т.А., к.т.н., доцент  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В.Ф. Уткина**

Сервисное обслуживание – совокупность видов деятельности компании, направленных на поддержание правильной работы приобретённой клиентом техники или услуги. Примерами сервисного обслуживания являются: настройка торговых автоматов, поверка весового оборудования, техническое обслуживание лифтов.

Невыполнение сервисного обслуживания может привести к остановке бизнеса организации, штрафам для сервисных компаний и к человеческим жертвам.

В настоящее время распространены случаи, когда компании, занимающиеся сервисным обслуживанием, используют устаревшие средства автоматизации. 30% компаний использует в качестве системы автоматизации выездного сервиса Excel/email/мессенджеры. 35,7% используют неподходящие для решения задач сервисного обслуживания системы класса CRM [1].

Именно поэтому задача разработки программного обеспечения, автоматизирующего работу компании сервисного обслуживания, является актуальной и практически значимой.

В исследуемой предметной области можно выделить следующие проблемы.

1. Человеческий фактор оператора при обработке заявки, поступившей на почту или по телефону.

2. Отсутствие учета запчастей и расходных материалов, заявок и заказ-нарядов. Либо учет этих данных ведется в разных несвязанных системах.

3. Составление графика работ вручную.

В качестве решения первой проблемы можно предложить удобные формы на сайте и телеграм-бот для приема заявок от клиентов. Решение второй проблемы – единая система учета расхода запчастей и типов

обслуживаемого оборудования. Проблема планирования графика работ решается с помощью теории расписания.

В теории расписания в зависимости от характера поступления требований различают два вида задач: статические (определенное число работ) и динамические (требования поступают в систему в некоторые моменты времени).

Порядок выполнения операций определяет является ли система конвейерной, либо системой со случайным порядком выполнения работ. Задачи могут быть классифицированы по типу искомого решения: упорядочивание (исполнителям назначены работы, для них нужно определить порядок), согласование (выбор продолжительности работ), распределение (поиск оптимального распределения работ по исполнителям) [2].

В качестве критериев оптимальности можно использовать  $\min \max$  (минимизация максимального штрафа) и суммарный (минимизация суммы штрафов) критерии.

Задача составления графика работ сервисного обслуживания (с плановым обслуживанием и наличием экстренных заявок) по характеру поступления требований является динамической, со случайным порядком выполнения работ, по типу искомого решения – задача распределения, в качестве критериев оптимальности следует рассматривать суммарные критерии.

Таким образом, рассмотрены проблемы и задачи автоматизации работы компании сервисного обслуживания, сделан вывод о том, что необходимо разработать собственное программное обеспечение. Предложены возможные варианты решения указанных проблем.

#### *Библиографический список*

1. Федулов Кирилл, Карымов Алексей Сервисное обслуживание среди интеграторов спутникового мониторинга и транспорта [Электронный ресурс] Исследование компании Okdesk, 2020. URL: [https://okdesk.ru/uploads/gps-smt\\_research\\_2020.pdf](https://okdesk.ru/uploads/gps-smt_research_2020.pdf) (Дата обращения: 28.10.2022)

2. Войтенков С. С., Денисов Е. С. Применение теории расписаний в грузовых автомобильных перевозках // Развитие теории и практики автомобильных перевозок, транспортной логистики. – 2017 – С. 325–334.

## **ПОСТРОЕНИЕ НЕАВТОНОМНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РЫНКА ТРУДА**

И.А. Силантьева

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

**Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина**

Актуальной экономической проблемой на сегодняшний день является дефицит или избыток трудовых кадров на рынке труда, обусловленной несогласованностью соотношения потребности в определенных рабочих кадрах и их количеством на рынке труда, т.е. в неравномерности спроса и

предложения рабочих рук. Для решения этой проблемы разрабатываются отечественные и зарубежные методы исследования и прогнозирования развития рынка труда.

Прогнозы, составленные с использованием одних только статистических данных, могут использоваться для коррекции подбираемых и используемых данных, выявлении ограничений исследуемых моделей, но не могут служить основой для построения полной модели рынка труда в силу того, что отобранные данные часто актуальны на данный момент, из-за чего не учитываются факторы, влияющие не только на сбор, но и на изменение этих данных, причин этих изменений. Помимо этого, в этом случае при составлении модели приходится использовать многочисленные статистические данные, тратить много времени для отбора информации и ее шлифовки, проверки адекватности применяемых методов при использовании определенного блока данных, что не всегда получается в современных условиях сбора и передачи информации отечественной статистикой.

Оптимальным вариантом для исследования рынка труда является построение «живой» математической модели, представляющей собой сложную и многофакторную систему, которую можно представить как комплекс «емкостей», содержащих определенные элементы, при условии, что эти «емкости» связаны между собой потоками некоторой динамической интенсивности. Трудовые ресурсы в этой системе – это основное вещество, которое перемещается от одного элемента системы к другому; помимо этого, должно учитываться соотношение трудовых ресурсов в элементах системы, влияние различных факторов на их количество, определяться зависимость между происходящими в экономике страны процессами.

Другими словами, целью применения экономико-математических методов является построение саморегулирующейся системы, позволяющей отследить и спрогнозировать развитие рынка труда не в стационарном состоянии, а в его динамике [1].

В работе [2] была обоснована замкнутая четырехфакторная динамическая модель рынка труда

$$\begin{cases} \dot{K} = -\mu K + (1 - \alpha)F(K, L), & (1) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \dot{L} = r_L Q \left(1 - \frac{Q}{M_L}\right), & (2) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \dot{N} = rN \left(1 - \frac{N}{M}\right), & (3) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \dot{Q} = \gamma_1 N + \gamma_2 F(K, L), & (4) \end{cases}$$

в которой уравнение (1) описывает динамику основных фондов (где  $K$  – стоимость основных фондов экономики,  $\mu$  – норма амортизации,  $(1 - \alpha)$  – коэффициент накопления основного капитала,  $F(K, L)$  – производственная функция,  $L$  – численность населения, занятого в экономике, уравнения (2) и (3) – динамику численности занятых в экономике и динамику численности населения ( $Q$  – численность рабочей силы,  $M_L$  и  $M$  – максимально допустимая численность рабочих мест и населения соответственно,  $r_L$  и  $r$  – коэффициенты прироста рабочих мест и населения соответственно. Уравнением (4) описывается динамика численности рабочей силы ( $\gamma_1 N$  определяет прирост рабочей силы в связи с

естественным ростом численности населения,  $\gamma_2 F(K, L)$  учитывает влияние производственного потребления на динамику числа занятых).

Недостатком данной модели является её замкнутость, так как ни один регион страны (и страна в целом) не существует автономно. Поэтому предлагается ввести в уравнение (1) функцию  $I(t)$  – внешние инвестиции, а во второе и третье уравнения функции  $V(t)$  и  $P(t)$  – функции учета миграции экономически активного населения по причине наличия рабочих мест (без переезда на постоянное место жительства в регион) и миграции любого населения. Тогда система (1)–(4) примет вид

$$\begin{cases} \dot{K} = -\mu K + (1 - \alpha)F(K, L) + I(t), \\ \dot{L} = r_L Q \left(1 - \frac{Q}{M_L}\right) + V(t), \\ \dot{N} = rN \left(1 - \frac{N}{M}\right) + P(t), \\ \dot{Q} = \gamma_1 N + \gamma_2 F(K, L). \end{cases} \quad (5)$$

В дальнейшем предполагается исследовать систему (5), найти ее состояния равновесия, устойчивые и неустойчивые траектории.

#### *Библиографический список*

1. Курятков В.А., Конюшевская К.О. Прогнозирование рынка труда региона методами системной динамики // Вестник РЭА им. Г. В. Плеханова. 2012. №9.
2. Лискина Е.Ю. Состояние равновесия динамической модели рынка труда // Дифференциальные уравнения и математическое моделирование. 2021. С. 36-39.

### **ВАЖНОСТЬ ПРАВИЛЬНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ПРЕДПРИЯТИЯ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ВОСПРИЯТИЕ ИНФОРМАЦИИ ЧЕЛОВЕКОМ.**

Ф.В.Слобожанин

Научный руководитель – С.Ю.Жулева, Ст. преподаватель

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

В настоящее время многим предприятиям, которые проводят обслуживание множества объектов, требующих постоянного наблюдения и контроля, необходимо предоставить работникам возможность видеть визуализированную информацию.

Визуализация данных — это наглядное представление массивов различной информации. Существует несколько типов визуализации [1].

- Обычное визуальное представление количественной информации в схематической форме. К этой группе можно отнести все известные круговые и линейные диаграммы, гистограммы и спектрограммы, таблицы и различные точечные графики.

- Данные при визуализации могут быть преобразованы в форму, усиливающую восприятие и анализ этой информации. Например, карта и полярный график, временная линия и график с параллельными осями, диаграмма Эйлера.
- Концептуальная визуализация позволяет разрабатывать сложные концепции, идеи и планы с помощью концептуальных карт, диаграмм Ганта, графов с минимальным путем и других подобных видов диаграмм.
- Стратегическая визуализация переводит в визуальную форму различные данные об аспектах работы организаций. Это всевозможные диаграммы производительности, жизненного цикла и графики структур организаций.
- Графически организовать структурную информацию с помощью пирамид, деревьев и карт данных поможет метафорическая визуализация, ярким примером которой является карта метро.
- Комбинированная визуализация позволяет объединить несколько сложных графиков в одну схему, как в карте с прогнозом погоды.

Таким образом, выбор способа визуализации данных в первую очередь зависит от типа самих данных, которые необходимо представить для дальнейшего анализа. Без осознания объекта возрастает риск того, что данные в конечном итоге будут просто не поняты пользователем. Поэтому для начала важно определить задачи и объекты для отображения. Скорость восприятия информации человеком сильно зависит от способа ее представления [1].

На режимных объектах скорость восприятия информации человеком является критически важной, в экстренной ситуации работник должен максимально быстро увидеть и понять, что пошло не так, чтобы быстрее сообщить о поломке. Именно поэтому правильная визуализация данных является неотъемлемой частью информационной системы управления данными.

Часто решаемые задачи в области представления информации энергетических предприятий реализуются при помощи SCADA систем, которые кроме обеспечения обмена и записи данных, так же предоставляют набор графических компонентов-виджетов. Таким образом, SCADA система дает диспетчеру не только доступ к удаленному управлению множеством объектов, но и понятное графическое представление того, с каким объектом он работает [2].

Вывод. При разработке программного обеспечения для работы с данными предприятия, в первую очередь необходимо правильно определить тип визуализации данных и при этом правильно его реализовать в системе.

*Библиографический список*

1. Желязны Д. Говори на языке диаграмм: Пособие по визуальным коммуникациям для руководителей. /Пер. с англ. - М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2004. – 220с.
2. И. А. Елизаров, А. А. Третьяков, А. Н. Пчелинцев и др. Системы проектирования и управления: SCADA-системы: учебное пособие /. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 160с.

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ  
МЕРОПРИЯТИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ПРОГРАММ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ  
СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ И МЕССЕНДЖЕРОВ**

А.А. Столбова

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

Эффективное выполнение мероприятий, предусмотренных в государственных программах Российской Федерации, невозможно без получения полноценной оценки эффектов, оказываемых на население в ходе их реализации [1, 2]. В работе предлагается применять общедоступные обезличенные данные, доступные в публичных группах в социальных сетях и мессенджерах, для оценки социально-экономических эффектов от реализации государственных программ.

Реализована автоматизированная система, обеспечивающая сбор и обработку данных с использованием различных механизмов интеллектуальной обработки текстовой информации [3]. В разработанной системе с каждым реализуемым мероприятием связывается набор данных, используемых в ходе анализа: территории реализации мероприятия, срок реализации мероприятия, отметка об успешном завершении мероприятия и набор ключевых слов (маркеров), описывающий мероприятие в деталях. Указанные параметры используются для поиска сообщений в социальных сетях и мессенджерах, так или иначе связанных как с самим мероприятием, так и с территорией его проведения. Отметка об успешности и сроки реализации используются как дополнительные факторы, позволяющие оценить изменение общественного мнения в ходе реализации мероприятия. Оценка социально-экономического эффекта дается по интегральной пятибалльной шкале, для чего каждый найденный комментарий получает свою отдельную оценку. Оценка дается средствами нейронной сети, при этом учитывается не только семантика сообщения, но и его тональность. Поддельные («фейковые») сообщения игнорируются.

Система реализована на языке программирования Python. Графическая часть реализована на языке JavaScript. Используемая нейросеть обучена на наборе данных из открытых источников.

Система предназначена для государственных и муниципальных служащих для применения при оценке эффектов, оказываемых реализуемыми или планируемыми мероприятиями государственных и муниципальных программ.

## Библиографический список

1. Садовникова Н. А., Клочкова Е. Н. Методологические подходы к оценке государственных программ //Теория и практика общественного развития. – 2014. – №. 7. – С. 93-97.
2. Ларина И. А. Методы идентификации рисков и построение риск-модели государственных программ и проектов //Экономическая безопасность. – 2021. – Т. 4. – №. 1. – С. 73-88.
3. Hybridization of intelligent solutions architecture for text understanding and text generation / Ivaschenko A., Krivosheev A., Stolbova A., Golovnin O. // Applied Sciences. – 2021. – Vol. 11. – P. 5179.

**ВЫБОР МЕТОДА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОДАЖ**

А.О. Торжкова

Научный руководитель – Дмитриева Т.А., кандидат технических наук,  
доцент

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

Прогнозирование продаж – это обоснованное суждение о величине продаж за период. Планирование продаж – это план работы сбытового предприятия или подразделения, совокупность действий, в результате которых будет реализован прогноз продаж.

Прогнозирование продаж необходимо для того, чтобы:

- поставить цель по продажам на период,
- минимизировать расходы на производство и логистику,
- планировать необходимые для производства ресурсы,
- предугадывать спад продаж и смягчить удар для бизнеса.

Есть несколько факторов, которые влияют на величину продаж: тренд – общая долгосрочная тенденция; сезонная вариация – краткосрочное регулярное колебание величины; экономический цикл (оживление, подъём, рецессия, кризис) и т.д.

Для более точного прогнозирования продаж недостаточно учитывать рост и сезонность, необходимо также учесть еще дополнительные факторы, которые значительно влияют на объем продаж, такие как интенсивность продвижения продукта (реклама и т. п.); мероприятия по стимулированию сбыта; ввод новых продуктов; открытие новых направлений продаж; клиенты с разовыми значительными закупками; человеческий фактор; производственный фактор; сырьевой фактор и др. Все эти факторы важны, но они резко усложняют любую модель прогноза, и зачастую пользоваться этими моделями могут только квалифицированные специалисты с экономическим и/или математическим образованием [1].

Основной проблемой в прогнозировании продаж является выбор метода прогнозирования, который зависит от требуемой точности прогноза, наличия исходных данных и времени для осуществления прогнозирования.

Существуют различные методы прогнозирования продаж. Их можно разделить на следующие группы.

1. Методы экспертных оценок. Основываются на субъективной оценке текущей ситуации и перспектив её развития. Используются при недостатке информации для анализа другими методами.

2. Методы анализа временных рядов. Заключаются в прогнозировании детерминированной и случайной компонент на основе данных о продажах прошлых периодов. Обычно служат для расчета четырех различных типов изменений в показателях: трендовых, сезонных, циклических и случайных.

3. Причинно-следственные методы. В основе лежит попытка определить факторы, влияющие на прогнозируемый показатель, с помощью построения экономико-математического моделирования.

Каждая из рассмотренных групп методов обладает определенными достоинствами и недостатками. Их применение более эффективно в краткосрочном прогнозировании, так как они в определенной мере упрощают реальные процессы. Если нет необходимых для прогноза данных, то исследователь вынужден прибегнуть к казуальным методам или экспертным оценкам. Подобная ситуация может возникнуть в связи со срочной потребностью в прогнозных данных. В этом случае исследователь должен руководствоваться временем, имеющимся в его распоряжении, осознавая, что срочность расчетов может сказаться на их точности.

Мерой качества прогноза может служить коэффициент, характеризующий отношение числа подтвердившихся прогнозов к общему числу сделанных прогнозов. Важно осуществлять расчет этого коэффициента не по окончании прогнозируемого срока, а при составлении самого прогноза. Для этого можно использовать метод инверсной верификации, который проверяет правильность прогнозной модели по её способности воспроизводить фактические данные в прошлом.

На рынке ПО существует множество программ для прогнозирования продаж. Далее приведено краткое описание некоторых из них.

GoodsForecast. Программа работает с применением методов анализа временных рядов, а также казуальных и качественных методов. ПО использует специальные алгоритмы, минимизирующие величину ожидаемых суммарных потерь.

GMDH Streamline. ПО использует собственный искусственный интеллект для прогнозирования спроса методами анализа временных рядов. Решение обеспечивает двунаправленную интеграцию с Excel, 1C, Oracle NetSuite, Microsoft Dynamics и другими программами.

Но такие программы предлагают только один алгоритм из группы методов для анализа (один метод анализа временных рядов, одну казуальную модель и т.д.), но нет гарантии, что для данной предметной области выбранный метод будет давать самый качественный прогноз.

Таким образом, была рассмотрена проблема выбора метода прогнозирования продаж и выявлена необходимость в создании ПО, которое позволит сравнить с помощью инверсной верификации качество различных методов для имеющихся исходных данных.

*Библиографический список*

1. Молчанов Н. Н., Пецольдт К. Выбор метода прогнозирования объема продаж малого предприятия // Экономика и управление. 2019. № 4 (162). С. 51–58.
2. Прогнозирование спроса и объема продаж [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://goodsforecast.ru/demand\\_forecasting/](https://goodsforecast.ru/demand_forecasting/) (Дата обращения: 31.10.2022).
3. Возможности прогнозирования спроса GMDH Streamline – краткая демонстрация [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://gmdhsoftware.com/ru/demand-forecasting-capabilities-of-gmdh-streamline/> (Дата обращения: 31.10.2022).

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КРИТЕРИЕВ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВАКЦИНАЦИИ**

М.Н. Ужегова

Научный руководитель – Тишкина В.В., канд. техн. наук, ст. преподаватель  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В.Ф. Уткина**

С каждым годом объем информации стремительно растет. Технология анализа данных позволяет систематизировать информацию с целью дальнейшего поиска причинно-следственных связей.

Сельское хозяйство является одним из важнейших секторов экономики страны, который активно развивается. Птицеводство – наиболее наукоемкая и динамичная отрасль агропромышленного комплекса. Автоматизация сельского хозяйства способствует увеличению выпуска сельскохозяйственной продукции и росту ее качества. В настоящее время активно автоматизируются все бизнес-процессы предприятий [1].

Для высокой продуктивности птице необходим комплекс ветеринарно-профилактических мер, в число которых входит, прежде всего, вакцинация. В рамках исследования была поставлена задача определить наиболее подходящий метод оценки критериев эффективности вакцинации в птицеводстве.

Жизненный цикл аналитики данных включает в себя: сбор данных, проектирование, анализ данных, визуализацию данных [2].

Для извлечения полезной информации из входных показателей: таких, как состав вакцин и частота их применения, необходимы детальная обработка и анализ входных данных. Из множества разнообразных методов анализа массивов данных были изучены наиболее популярные, которые позволили бы выявить зависимость количественного выходного показателя (яйценоскости) от входных показателей. К современным методам анализа данных относятся, например, кластерный анализ, нейронные сети, регрессионный анализ и другие [3].

В результате работы были изучены материалы по анализу данных и исследованы популярные методы этой технологии.

Рассмотренные методы имеют свои достоинства и недостатки. С помощью каждого из этих методов может быть произведен мониторинг вакцинации в птицеводстве.

Результаты исследований предполагается использовать в дальнейшем при проектировании ВКР.

*Библиографический список*

1. Федеральная служба государственной статистики. Сельское хозяйство в России. 2021: Стат.сб./Росстат – С 29 М., 2021. – 100 с.
2. Inigo Martinez, Elisabeth Viles, Igor G Olaizola. Data Science Methodologies: Current Challenges and Future Approaches // Big Data Research, journal. – United States: Elsevier, 2021. – 23 с.
3. Паклин Н.Б. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям. – СПб: Питер, 2013. – 704 с.

**АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ВЫРАБОТКИ И ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ  
ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РАБОЧИХ НА АО «ЕЛАТОМСКИЙ  
ПРИБОРНЫЙ ЗАВОД».**

М.В. Шилкина

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

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

В докладе рассматривается исследование по разработке программного обеспечения для автоматического расчета выработки и заработной платы основных производственных рабочих.

Темой настоящей публикации выбрано изучение возможности разработки и реализации автоматизированной системы расчета выработки и заработной платы основных производственных рабочих.

В качестве объекта исследования автор рассматривает автоматизированные системы производственного предприятия Акционерное общество «Елатомский приборный завод» (далее в тексте АО ЕПЗ).

АО ЕПЗ специализируется на производстве физиотерапевтических приборов и медицинских товаров для лечебно - профилактических учреждений. Линейка продукции составляет более 200 единиц, численность работников предприятия 1100 человек, из них 350 рабочих.

В качестве предмета исследования рассматриваются процессы расчета выработки и заработной платы основных производственных рабочих

Актуальность темы очень высока, так как предметом исследования является разработка отсутствующего программного обеспечения для расчета заработной платы основных производственных рабочих, находящихся на сдельной системе оплаты труда в конкретных организационных условиях конкретного предприятия.

Необходимость разработки программного обеспечения для расчета выработки и заработной платы основных производственных рабочих продиктована несколькими факторами:

– Основные производственные рабочие находятся на сдельной системе оплаты труда, то есть получают заработную плату за количество продукции, произведенную за отчетное время.

Отчетным периодом на производстве, как правило, принимается время, отработанное рабочим по графику в течении календарного месяца.

Отработанное время учитывается в таблице рабочего времени, а количество произведенной продукции в наряде на сдельную работу.

Количество произведенной продукции, умноженное на норму времени на ее производство и деленное на табельное время, есть выработка каждого рабочего.

Оперативный расчет выработки очень важен для учета и контроля на предприятии, так как данный показатель дает возможность оценить уровень выполнения и правильность установки норм труда для расчета сдельных расценок и заработной платы по факту выполнения производственного задания.

– Расчет сдельной заработной платы является очень трудоемким и ограниченным по времени, так как расчеты за выполненный труд производятся по окончанию отчетного месяца до момента выплаты заработной платы.

– В настоящее время для расчетов по заработной плате производственных предприятий используется программа 1 С ЗУП, но эта программа не имеет функционала по расчету выработки и заработной платы по сдельным расценкам.

Кроме того, анонсируемый программный продукт будет разработан под конкретное предприятие (АО ЕПЗ), которое в настоящее время осуществляет производственный учет с помощью программного модуля, созданного командой программистов АО ЕПЗ на базе 1 С Предприятие, но в этом модуле отсутствует блок расчета выработки и заработной платы. В настоящее время этот расчет производится вручную в таблицах Excel диспетчерским отделом предприятия. Ежемесячно расчет производится для 350 рабочих, что влечет за собой высокий уровень трудоемкости.

Автоматизированная система расчета позволит повысить скорость и точность расчетов, убрать трудоемкие операции и ошибки, сократить затраты и снизить себестоимость.

#### *Библиографический список*

1. Пелькова С. В.. Организация и оплата труда за рубежом, № 2, 2020
2. Мачин К.А. Концептуально-методические основы формирования гибкой адаптивной системы оплаты труда на предприятии. -2017. – 53 с.
3. Нестеров В.И. Показатели эффективности деятельности как основа для внедрения новой системы оплаты труда. Заработная плата. Расчеты. Учет. Налоги. -№10 (153) -2019. -с. 69-73.
4. Пашуто В.П. Организация, нормирование и оплата труда на предприятии: учебно – практическое пособие -М.: КНОРУС, 2018. -320 с.

## **ПРОГРАММНОЕ И МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ДИСТАНЦИОННОГО УЧЕБНОГО КУРСА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ**

**Е.С. Щенёв, А.Н. Пылькин, О. А. Бодров  
Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В.Ф. Уткина**

В статье рассматриваются особенности разработки программного и методического обеспечения электронного дистанционного учебного курса с применением элементов искусственного интеллекта контроля знаний [2]. Предложены методы отображения визуальных компонентов, демонстрирующих результаты системы тестирования, необходимые для наглядности и взаимодействия пользователя с информационной системой. В качестве визуализации освоения образовательной программы предложен метод представления данных «Лица Чернова», реализованный с помощью элементов искусственного интеллекта для непрерывного анализа результатов прохождения студентами контроля знаний.

В настоящее время ведется разработка программных средств, дающих возможность преподавателю самостоятельно разрабатывать и использовать электронные дистанционные учебные курсы. Электронный дистанционный учебный курс является программным продуктом, содержащим теоретический, практический и контролирующий материалы.

Выбор программного продукта для разработки электронного дистанционного учебного курса является сложной задачей. Кроме имеющейся функциональности, наличия русифицированной версии и методической поддержки, нередко решающими аргументами становятся стоимость программы, наличие бесплатной или пробной версии.

Электронный дистанционный учебный курс представляется в форме информационной модели, которая особым образом разработана и логически выстроена для структурного и последовательного изучения учебного материала. Контроль знаний в такой модели проводится в виде специального тестирования, а результаты тестирования представляются как преподавателю, так и студенту.

Однако традиционная система тестирования обработки и вывода результатов, используемая в настоящее время, является недостаточно наглядной и емкой. Для усовершенствования информационной модели была поставлена задача создания программного и методического обеспечения электронного дистанционного учебного курса с применением элементов искусственного интеллекта контроля знаний. В качестве визуализации результатов освоения образовательной программы используется метод представления данных «Лица Чернова» [1], который реализуется при помощи элементов искусственного интеллекта.

Применение метода представления данных «Лица Чернова» позволяет использовать отображение визуальных компонентов, демонстрирующих результаты системы тестирования и необходимых для наглядного отображения результатов взаимодействия пользователя с информационной системой.

В ходе проектирования программного обеспечения была разработана программная автоматизированная система освоения знаний, в которой

учтены недостатки существующих аналогов системы и реализованы следующие функции:

- создание сетевой модели тестирования на основе разработанного методического обеспечения;
- автоматизация контроля знаний студентов;
- визуализация полученных результатов на каждом этапе тестирования с помощью метода представления данных «Лица Чернова»;
- мониторинг результатов тестирования;
- процесс оценивания результатов тестирования;
- мониторинг статуса активности.

В основе функционирования сетевой автоматизированной системы освоения знаний лежит модель «клиент–сервер», что позволяет организовать просмотр веб–сайта и взаимодействие с веб–приложением. Для разработки пользовательского интерфейса использовались язык разметки HTML, стили CSS, и скрипты, написанные на JavaScript. В результате этого разработанное и протестированное программное и методическое обеспечение электронного дистанционного учебного курса с применением элементов искусственного интеллекта в процессе оценки знаний позволяет улучшить процесс получения и контроля знаний.

Электронный дистанционный учебный курс представляет собой информационную модель, которая логически выстроена для структурного и последовательного изучения учебного материала. Контроль знаний в такой модели проводится в виде тестирования, а результаты отображаются в личном кабинете и преподавателя, и студента.

Разработанный программный продукт позволяет автоматизировать процессы обучения и контроля знаний электронного дистанционного учебного курса с применением элементов искусственного интеллекта контроля знаний. Методы отображения визуальных компонентов, реализованные с помощью элементов искусственного интеллекта и демонстрирующие результаты системы тестирования, наглядно отображают результат взаимодействия пользователя с сетевой информационной системой.

#### *Библиографический список*

1. Метод «Лица Чернова»: описание алгоритма. [Офиц. сайт]. URL: [https://studwood.net/1698341/informatika/opisanie\\_algoritma\\_metoda\\_litsa\\_c\\_hernova](https://studwood.net/1698341/informatika/opisanie_algoritma_metoda_litsa_c_hernova).
2. Мироненко, Е. А. Применение электронных учебных курсов в обучении / Е. А. Мироненко. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2021. – № 18 (360). – С. 344–346. – URL: <https://moluch.ru/archive/360/80492/>

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ НА ОСНОВЕ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО АНАЛИЗА**

Ю.Б. Щенёва, А.Н. Пылькин

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

В докладе рассматривается определение частных показателей оценки эффективности освоения компетенций и размерности пространства.

Успеваемость и качество освоения компетенций в процессе обучения в большинстве случаев осуществляется с помощью суммирования или вычисления среднего значения некоторого числа оценок (показателей). Следует иметь в виду, что такой переход от многокритериального оценивания к обобщенному критерию в форме суммы не всегда оправдан и приводит к потере информативных признаков. В связи с этим целесообразно рассмотреть другие методики оценивания эффективности процесса подготовки специалистов в ВУЗе.

Одним из возможных подходов при оценке качества обучения можно считать использование модели, которая определяется некоторой траекторией в  $n$ -мерном пространстве [1]. Первой проблемой, которую требуется решить, является установление размерности пространства  $n$ , а также выбор и определение частных показателей ( $w_i, i=1, 2, \dots, n$ ), которые максимально характеризуют динамику освоения всех требуемых компетенций, предусмотренных образовательным стандартом направления подготовки или специальности.

Все частные показатели условно можно разделить на следующие группы (показатели определяют некоторую траекторию в  $n$ -мерном пространстве, которая отражает процесс и качество освоения учебного материала):

- 1) результаты сдачи единого государственного экзамена (ЕГЭ);
- 2) текущая (ежемесячная) аттестация успеваемости;
- 3) промежуточная аттестация (результаты сдачи сессии);
- 4) получение стипендии;
- 5) участие в профессиональных мероприятиях (конференции, хакатоны, олимпиады и др.);
- 6) студенческие научно-методические публикации;
- 7) практическая подготовка;
- 8) опыт работы в IT-сфере;
- 9) военная подготовка;
- 10) другие индивидуальные достижения.

Деление частных показателей на группы, необходимое для формирования конкретных значений показателей  $w_i$ , их последующей нормировки носит условный характер.

Показатели 1-й группы формируются в зависимости от результатов ЕГЭ, которые признаются в качестве результатов вступительных испытаний.

Показатели 2-й группы могут быть получены по результатам текущего контроля успеваемости. Текущая аттестация проводится на младших курсах (первый и второй курсы, 1, 2, 3, 4 семестры) и позволяет получить экспертные оценки по всем дисциплинам, обучение по которым предусмотрено учебным планом. Текущая аттестация проводится под руководством заместителя декана факультета в конце каждого месяца. В

результате аттестации в виде балльных оценок, принимаемых значение из множества  $\{0, 1, 2\}$ , формируется множество из  $m$  оценок, т.е. для каждого обучаемого формируется множество оценок:  $\{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ , где  $u_j \in \{0, 1, 2\}$ . Значение  $m$  определяется конкретным учебным планом.

Показатели эффективности 3-ей группы формируются по результатам промежуточной аттестации. Конкретный перечень аттестационных испытаний определяется учебным планом специальности или направлением подготовки. Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме защиты курсовых работ и проектов, зачетов и экзаменов.

Показатели, относящиеся к 4-ой группе, определяют и характеризуют получение стипендии. Введение данного показателя вызвано тем фактом, что студенту может быть назначена различная стипендия.

Показатели 5-ой группы учитывают достижения студента в мероприятиях профессиональной направленности: олимпиадах, конкурсах, хакатонах и др. Уровень мероприятия должен быть не ниже регионального (областной, республиканский, краевой, всероссийский, международный).

6-я группа показателей объединяет и фиксирует участие обучаемого в публикационной деятельности в течение семестра.

В 7-ю группу включены показатели, характеризующие прохождение дополнительной подготовки студентом на бесплатных и коммерческих курсах, организованных фирмами-партнерами ИТ-направленности. Значения этих показателей выбираются из бинарного множества  $\{0, 1\}$ .

Показатели 8-й группы целесообразно использовать для студентов старших курсов (3, 4 курсы), так как студенты младших курсов должны больше времени уделять освоению необходимых компетенций, и совмещение учёбы и работы по специальности крайне затруднено.

Множество значений показателя 9-й группы также можно считать бинарным  $\{0, 1\}$ . Значение 0 присваивается в том случае, если студент не обучался на военной кафедре. Значение 1 присваивается показателю в том случае, если студент проходил обучение на военной кафедре (или военно-учебном центре) по программе подготовки офицеров запаса (или службы по контракту) и успешно завершил обучение и прошел военные сборы.

Показатель 10-ой группы предполагается индивидуальным и характеризует результат защиты выпускной квалификационной работы (диплома).

Таким образом, вышеизложенное позволяет определить размерность  $n$  используемого пространства и задать конкретные значения, которые принимает показатель той или иной группы. Для случая прохождения обучения по программе бакалавра размерность пространства составляет величину  $n=60.70$ , в зависимости от числа учитываемых показателей.

#### *Библиографический список*

1. Щенёва Ю.Б., Пылькин А.Н., Щенёв Е.С. Формирование показателей эффективности управления организационным процессом подготовки ИТ-специалистов в ВУЗе. В сборнике: Актуальные проблемы естественных, математических, технических наук и их преподавания. Сборник научных трудов. Липецк, 2022. С. 207-212.

## МОДЕЛЬ ПЛАНИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ ПРОИЗВОДСТВА

Д.В. Юдин

Научный руководитель – Абрамов В.В., канд. физ.-мат. наук, доцент  
**Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина**

В докладе рассматривается экономико-математическая модель, планирования динамики производства [1–4].

Предполагается, что поток  $x(n) = (x_1(n), \dots, x_m(n))^T$  объёмов производства товаров определяется решением линейной системы уравнений

$$x(n+1) = A(n) \cdot x(n) + f(n), \quad (1)$$

в которой  $A(n) = \begin{pmatrix} \frac{a_1(n) \cdot c_1(n)}{b_1(n)} & \dots & \frac{a_1(n) \cdot c_m(n)}{b_1(n)} \\ \dots & \dots & \dots \\ \frac{a_m(n) \cdot c_1(n)}{b_m(n)} & \dots & \frac{a_m(n) \cdot c_m(n)}{b_m(n)} \end{pmatrix}$ ,  $f = \begin{pmatrix} -\frac{y_1(n)}{b_1(n)} \\ \dots \\ -\frac{y_m(n)}{b_m(n)} \end{pmatrix}$ ,  $c_1(n), \dots, c_m(n)$  –

цены товаров,  $b_1(n), \dots, b_m(n)$  – их себестоимости,  $a_1(n), \dots, a_m(n)$  – доли общей выручки  $c^T(n) \cdot x(n)$ , выделяемые в следующем периоде на погашение затрат и на потребление,  $y_1(n), \dots, y_m(n)$  – величины непроизводственного потребления, ассоциированные с данными товарами.

Допустим, задан вектор  $x(0)$  начальных объёмов производства товаров. Планируется увеличение производства к заданному периоду времени  $N$ . Тогда для модели возникают следующие задачи.

**Задача 1.** Найти условия, при которых система (1) имеет решение, удовлетворяющее системе неравенств  $\begin{cases} x(n) \geq \text{diag}\{d_1, \dots, d_m\} \cdot x(0), \\ n \geq N. \end{cases}$

С экономической точки зрения это означает, что, начиная с некоторого момента времени, начальные объёмы производства будут превышены не менее чем в  $d_i$  раз,  $i = \overline{1, m}$ .

**Задача 2.** Найти условия, при которых система (1) имеет решение, удовлетворяющее системе неравенств  $\begin{cases} c^T(n) \cdot x(n) \geq \bar{d} \cdot c^T(0) \cdot x(0), \\ n \geq N. \end{cases}$

Величина  $\bar{d}$  показывает во сколько раз должна измениться выручка к заданному периоду  $N$ . Аналогично рассматривается случай наращивания прибыли.

Теоретические условия разрешимости задач установлены на основе свойства монотонности потока объёмов производства как вектор-функции в стационарном случае, когда производственный уклад и потребление не зависят от времени (то есть система (1) является автономной), поток объёмов производства является убывающей. Эти условия позволяют согласовать экономические параметры в рамках модели (1), при которых реализуется плановая динамика производства.

В докладе приведены численные примеры решения задач 1, 2 на тестовых данных с помощью программы Maple.

*Библиографический список*

1. Юдин Д.В., Абрамов В.В. Моделирование дискретной динамики производства // XXIV Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартковского государственного университета (г. Нижневартовск, 5-6 апреля 2022 г) / Под общей ред. Д.А. Погонишева. – Ч. 4. – Нижневартовск: Изд-во НВГУ, 2022. – С. 615–620.
2. Юдин Д.В. Моделирование производственного потока // На перекрестках наук: материалы Всероссийского конкурса студенческих научных работ (15 апреля – 28 мая 2022 г). – Елец: ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», 2022. – С. 81–87.
3. Юдин Д.В., Абрамов В.В. Исследование устойчивости одной модели производства // 72-я Международная студенческая научно-техническая конференция, Астрахань, 18–23 апреля 2022 года: материалы / Астрахань: Изд-во АГТУ, 2022. – С. 489–490.
4. Юдин Д.В. О вычислении потока продаж по одной балансовой модели производства // 72-я Международная студенческая научно-техническая конференция, Астрахань, 18–23 апреля 2022 года: материалы / Астрахань: Изд-во АГТУ, 2022. – С. 489–490.

**ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ  
ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ  
В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ АНАЛИЗА ВИДЕОПОТОКА**

Р.В. Ярмов

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

В работе представлена разработанная система, предназначенная для помощи специалистам дорожных служб в обнаружении и инвентаризации дорожных знаков, светофоров и дорожной разметки на участке дороги, с которого велась видеосъемка. Информация, полученная таким образом, позволит локализовать находить объекты на видеозаписи для их дальнейшей фиксации на электронной карте или в паспорте автодороги. На рисунке 1 представлена диаграмма использования системы оператором, отвечающим за корректировку полученных данных, и диаграмма для полевого работника, ведущего видеозапись на передвижной автомобильной лаборатории.

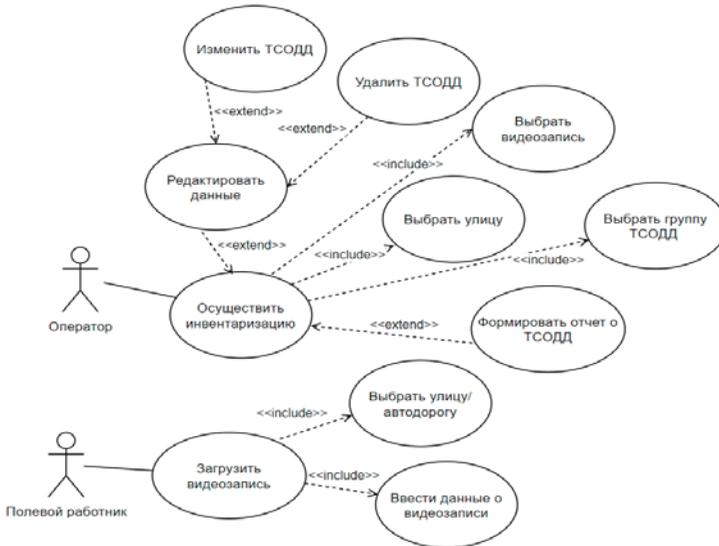


Рис. 1. Варианты использования системы

Поставлена и решена задача классификации: для распознавания объектов выбрана сверточная нейронная сеть, которая является одной из лучших для решения подобного рода проблем [1]. В качестве обучающей выборки использованы наборы данных российских дорожных знаков и светофоров, находящиеся в открытых источниках. Поскольку смежные кадры практически не отличаются друг от друга, для считывания изображений с видеопотока принято решение считывать один кадр с интервалом в несколько кадров с привязкой к координатам для того, чтобы избежать обработку одного и того же дорожного объекта несколько раз. Также учитывается расположение и расстояние до дорожных объектов [2]. В результате классификации, в базу данных будет записана информация по распознанным дорожным знакам и светофорам. На рисунке 2 представлен процесс обработки извлеченного кадра из видеозаписи.

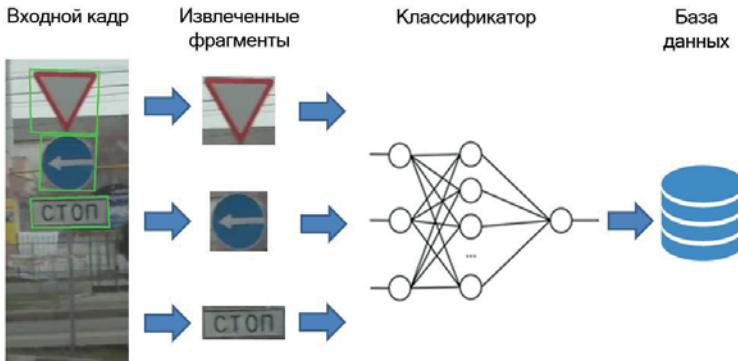


Рис. 2 Процесс обработки видеокadra

Для обнаружения дорожной разметки использован фильтр Гаусса для удаления шумов, преобразование изображения из формата RGB в HSV и алгоритм Кэнни.

Система реализована как настольное приложение для Windows 7/10. Для реализации пользовательского интерфейса выбран язык программирования C# и среда разработки Microsoft Visual Studio 2022. Для обработки видеозаписи и классификации выбран язык программирования Python с использованием среды разработки PyCharm. В качестве системы управления базами данных выбрана PostgreSQL. При разработке системы были использованы библиотеки OpenCV, NumPy, Keras, TensorFlow.

Таким образом, разработанная система позволяет проводить инвентаризацию технических средств организации дорожного движения: дорожных знаков, светофоров, разметки. Система ориентирована на дорожные службы, обеспечивающие содержание автодорог.

#### Библиографический список

1.Прончук К.А., Якимов П.Ю. Разработка веб-сервиса по распознаванию знаков дорожного движения на основе сверточных нейронных сетей //Информационные технологии и нанотехнологии. – 2018. – P. 2319-2327.

2.Golovnin O.K., Yarmov R.V. Universal Convolutional Neural Network for Recognition of Traffic Lights and Road Signs in Video Frames // SMART Automatics and Energy. – Springer, Singapore, 2022. – P. 459-468.

---

**Секция 2. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ  
В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ**

---

**ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ КРИТЕРИЯ СОГЛАСИЯ ПИРСОНА  
ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ**

А. Г. Агафонов

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

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

Критерий согласия Пирсона [1-3] – метод оценки значимости различий между двумя законами распределения (теоретическим законом и законом, по которому распределена выборочная совокупность), а также метод оценки наличия взаимосвязи между двумя наборами данных.

В обоих случаях метод имеет схожую реализацию:

1. Формируется максимальное количество категорий (непересекающихся интервалов), каждая которых «накрывает» свой диапазон значений из выборочной совокупности, при этом теоретическая частота попадания случайной величины должна быть не менее 5. Следует заметить, что максимальное количество категорий обеспечивает наибольшую мощность критерия [1-3].
2. Для каждой категории оценивается количество попавших в них величин из выборочной совокупности;
3. Рассчитывается статистика критерия;
4. Согласно статистике критерия, определяется значение функции распределения Хи-квадрат. Полученное значение сравнивается с уровнем значимости;
5. Исходя из результата сравнения, делается вывод о том, какую гипотезу следует принять.

Описанная последовательность действий, несмотря на свою простоту, обладает значительной трудоёмкостью, особенно при «ручном» расчёте. Применение любого известного нам программного инструмента реализации критерия Пирсона (IBM SPSS, Statistica и др.) также требует осознанного подхода к исходным статистическим данным [1]. В частности, при применении этих программ, в большинстве случаев не удастся избежать существенной «ручной» работы по разбиению выборки на непересекающиеся интервалы. Особенно это характерно для проведения оценки наличия взаимосвязи между наборами данных. Поэтому в целях достижения максимальной эффективности применения критерия Пирсона нами разработан программный продукт, обеспечивающий полностью автоматизированную реализацию данного метода с достаточно «дружелюбным» интерфейсом, взаимодействовать с которым может любой пользователь.

Для программной реализации критерия согласия Пирсона был выбран язык программирования *C#* и программная платформа *.NET Framework 4.8*, предлагающая удобный и широкий инструментарий для разработки программного обеспечения с графическим интерфейсом.

Основной идеей программы является автоматизация применения критерия Пирсона. Поэтому от пользователя потребуется лишь указать ссылку на текстовый файл, содержащий статистические данные, и отметить необходимые пункты в диалоговом окне программы. После этого программа сама разобьёт выборку на оптимальное количество категорий, определит количество попавших в них данных, рассчитает статистику критерия и сделает вывод о принятии той или иной гипотезы.

В части программы, которая сравнивает эмпирический закон распределения с теоретическим, на настоящий момент предусмотрены три теоретических закона распределения: нормальный, экспоненциальный (показательный) и равномерный законы распределения. Следует отметить, что код программы легко модернизировать и внести в неё новые законы распределения.

В части программы, которая определяет наличие взаимосвязи между двумя наборами данных, была предусмотрена возможность работать с непрерывными и с дискретными наборами данных, а также с их комбинацией. Для этого были разработаны авторские алгоритмы для каждого из трёх указанных случаев.

#### *Библиографический список*

1. Купцов М.И. Курс лекций по теории вероятностей и математической статистике. – Рязань: Горизонт – РИУП, 2000. – 101 с.

2. Купцов М.И., Филипова Е.Е., Слободская И.Н., Павлова С.А., Корячко А.В., Жарких А.А. Математические методы в психологии. – М.: Горячая линия – Телеком, 2017. – 156 с.

3. Купцов М.И., Видов С.В. К вопросу о применении математических методов при проведении психологических исследований и анализе их результатов // Прикладная юридическая психология. - №3, 2014. - С. 131-136.

## **ПОИСК ПРИБЛИЖЕННОГО РЕШЕНИЯ ДВУХТОЧЕЧНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ПАРАМЕТРОМ ПРИ ПОМОЩИ КОМПЬЮТЕРНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ**

Н.О. Анашкин

Научный руководитель — Абрамов В.В., канд. физ.-мат. наук, доцент  
**Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина**

В докладе рассматривается система дифференциальных уравнений вида

$$\dot{x} = A(t)x + F(t)\lambda + g(t), \quad (1)$$

где  $x \in R^n$ ,  $\lambda \in R^m$  – параметр,  $A(t)$  –  $n \times n$ -матрица,  $F(t)$  –  $n \times m$ -матрица,  $g(t)$  –  $n$ -мерная вектор-функция.

**Задача 1.** Вычислить значение параметра, при котором интегральная кривая решения  $x(t)$ ,  $x(0) = x_0$  системы (1) наиболее близка к заданной кривой  $x = \varphi(t)$  на отрезке  $[0, T]$ ,  $\varphi(0) = x_0$ ,  $\varphi(T) = x_1$ .

Задача 1 возникает в связи с приближенным решением двухточечной граничной задачи, которая в общем случае не имеет точного решения.

Аналог задачи 1 решался в работе [1] в связи с задачей планирования производства.

Задача 1 сводится к задаче минимизации критерия качества

$$k(\lambda) = \alpha_1 \int_0^T (x(t) - \varphi(t))^2 dt + \alpha_2 (x(T) - x_1)^2, \quad \alpha_1 \geq 0, \quad \alpha_2 \geq 0, \quad \alpha_1 + \alpha_2 = 1. \quad (2)$$

По сути, критерий качества (2) — это взвешенное среднее штрафов за непопадание интегральной кривой в точку  $x_1$  через время  $T$  и за среднее интегральное квадратичное отклонение от заданной кривой. Веса  $\alpha_1, \alpha_2$  — заданные числа.

Критерий (2) имеет вид  $k(\lambda) = (\lambda, D\lambda) + (b, \lambda) + a$ . Точки  $\lambda_0$ , подозрительные на экстремум, вычисляются из условия  $grad k(\lambda) = 0_m$  или, что то же самое,  $b + (D + D^T)\lambda = 0_m$ . Далее проверяется достаточное условие минимума

$G = \left[ \frac{d^2 k(\lambda_0)}{d\lambda^2} \right] > 0$ , где  $G = D + D^T$  — симметризованная матрица Гессе. При этом  $k(\lambda_0)$  — глобальный минимум критерия качества без учета ограничений на параметр. При наличии ограничений поиск оптимального параметра реализуется так же и на границе множества его допустимых значений.

Выбрав  $\lambda = \lambda_0$  в системе (1), получим решение задачи 1.

Если в системе (1) коэффициенты являются  $T$ -периодическими функциями, то условие  $x(0) = x(T)$  означает периодичность решения [2]. В общем случае периодическая краевая задача не разрешима. Однако, с практической точки зрения колебательный характер динамики в рамках модели типа (1) означает, что при движении вдоль траектории хотя бы несколько раз происходит приближенное возвращение в окрестность начальной точки.

**Задача 2.** Вычислить значение параметра, при котором для решения  $x(t)$ ,  $x(0) = x_0$  системы (1) с  $T$ -периодическими коэффициентами достигает минимального значения взвешенное среднее отклонений нескольких значений  $x(kT)$  от  $x(0)$ .

Примеры вычислений, возникающих в связи с решением поставленных здесь задач, реализованы в программе Maple.

#### *Библиографический список*

1. Ананьина С.А., Абрамов В.В. Игровая модель принятия решений об оптимизации производства // Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук: материалы VI Междунар. науч.–практ. конф. (школы-семинара) молодых ученых: 23-25 апреля 2020 г. – Тольятти: Издатель Качалин А.В., 2020. – С. 150–154.
2. Земенков А.В., Абрамов В.В. Условия существования периодического решения системы дифференциальных уравнений // XXIII Всеросс. студенческая научно-практ. конф. Нижневартковского гос. ун-та: сб. ст. (г. Нижневартовск, 6–7 апреля 2021 г.) / Под общ. ред. Д.А. Погонишева. – Ч.

4. – Информационные технологии. Математика. – Нижневартонск: Изд-во НВГУ, 2021. – С. 108–112.

## **ПЕРИОДИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЛОТКИ-ВОЛЬТЕРРЫ В СИСТЕМЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

О.В. Баева

**Академия ФСИН России**

Рассматривается вопрос существования периодического решения системы информационной безопасности, описываемой с использованием математической модели Лотки-Вольтерры, изучаемой в работе [1].

Предложена модель «хищник-жертва» вида:

$$\begin{cases} \dot{I} = \alpha I - \gamma \Pi \\ \dot{\Pi} = \beta \Pi - \varepsilon T^2, \end{cases} \quad (1)$$

где  $I$  - количество сценариев инцидентов;  $\alpha$  - коэффициент, зависящий от пары “угроза плюс уязвимость” и вероятности её образования, которая, в свою очередь, зависит от частоты возникновения угрозы и возможности использования уязвимости;  $\gamma$  - коэффициент, учитывающий влияние принятых мер защиты в отношении сценария инцидента;  $T$  - меры защиты, выраженные, например в денежных единицах;  $\beta$  - коэффициент, учитывающий влияние сценария инцидента на меры защиты;  $\varepsilon$  - коэффициент, учитывающий выбор решений в виду ограниченности ресурсов.

Методами, описанными в работах [2,3], определены условия, при которых модель (1), учитывающая конкуренцию за ресурсы, т.е. с «логистической поправкой», имеет периодические решения. Проблема существования ненулевого периодического решения системы сводится к проблеме разрешимости операторного уравнения. Доказательство теорем проводится методом сжатых отображений и завершается применением теоремы о неподвижной точке нелинейного оператора.

### *Библиографический список*

1. Минаев В.А., Сычев М.П., Вайц Е.В., Грачева Ю.В. Математическая модель «хищник-жертва» в системе информационной безопасности // Информация и безопасность. 2016. Т. 19. № 3. С. 397-400.
2. Терехин М.Т., Баева О.В. Периодические решения нелинейной неавтономной системы дифференциальных уравнений // Известия высших учебных заведений. Математика. 2017. № 5. С. 86-96.
3. Баева О.В., Павлова С.А. О периодических решениях математической модели «политика-экономика» // Итоги науки и техники. Современная математика и ее приложения. Тематические обзоры. 2020. Т. 185. С. 28-36.

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БАЗОВЫХ ПРОЦЕССОВ В КВАНТОВОЙ КРИПТОГРАФИИ**

Е.В. Борисова

Научный руководитель – Корячко В.П., заведующий кафедрой САПР ВС,  
заслуженный деятель науки и техники РФ, д.т.н., профессор

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

В данной работе рассматриваются вопросы моделирования базовых процессов квантовой криптографии. Квантовая криптография — это активно развивающееся направление, обеспечивающее доказуемо безопасное распределение секретных ключей, между удаленными сторонами пользователей. Теоретически доказано, что протоколы квантового распределения ключей не поддаются взлому даже квантовым компьютером.

Грубо говоря его, безопасность обусловлена использованием в качестве носителей информации дискретных элементарных частиц, обычно фотонов. В то же время практические системы полагаются на слабые когерентные импульсы вместо истинных одиночных фотонов главным образом из-за существующих технологических ограничений. [1] Это создает большое количество проблем безопасности по сравнению с полностью защищенным оригинальным протоколом, подразумевающим использование истинных однофотонных источников. [2]

Реальные реализации рассматриваемых систем могут иметь лазейки, аналогичные «побочным каналам» в классической криптографии. В квантовой криптографии рассматриваются аспекты безопасности систем, включая определение безопасности, различные доказательства безопасности и предположения о реализации. Есть достаточно информации для представления общей структуры для устранения недостатков устройств при анализе безопасности. Хотя при их анализе все в основном фокусируются на широко распространенный протокол BB84, хотя большинство результатов могут быть распространены и на другие протоколы квантового распределения ключей. [1]

Чтобы доказать безопасность QKD, сначала необходимо определить критерии безопасности. В идеале защищенный ключ удовлетворяет двум требованиям. Во-первых, ключевые битовые строки, которыми обладают участвующие стороны, должны быть идентичными, то есть правильными. Во-вторых, ключевая битовая строка должна быть равномерно распределена, то есть она должна быть секретной. Из-за практических проблем, таких как конечный размер данных и неидеальное исправление ошибок, общающиеся стороны не могут сгенерировать идеальный ключ. [3] В действительности разумно допустить, чтобы ключ имел небольшую вероятность отказа  $\epsilon$ . По некоторым  $\epsilon_{cor}$  и  $\epsilon_{sec}$ , судят о том, что протокол квантового распределения ключей является  $\epsilon$  секретным, где  $\epsilon = \epsilon_{cor} + \epsilon_{sec}$ , если это  $\epsilon_{cor}$  корректно и  $\epsilon_{sec}$  секретно [4].

Величины  $K_A$  и  $K_B$  (с одинаковой длиной  $m$ ) могут быть определены как ключевые битовые строки, полученные передающей и приёмной стороной соответственно. Секретный ключ может быть соотнесен с квантовым

состоянием  $\rho_E$ , хранящимся у стороннего лица. Совместное состояние  $\rho_{ABE}$  является смешанным классическо-квантовым (с-с-к) состоянием

$$\rho_{ABE} = \sum_{\kappa_A = \kappa_B} \Pr(\kappa_A, \kappa_B) |\kappa_A\rangle\langle\kappa_A| \otimes |\kappa_B\rangle\langle\kappa_B| \otimes \rho_E^{(\kappa_A = \kappa_B)} \quad (1)$$

Где  $\kappa_A, \kappa_B \in \{0, 1\}^m$  это битовые значения. Таким образом идеальное состояние ключа, которым владеют легитимные пользователи, описывается частным состоянием

$$\rho_{ABE}^{ideal} = 2^{-m} \sum_{\kappa} |\kappa\rangle\langle\kappa|_A \otimes |\kappa\rangle\langle\kappa|_B \otimes \rho_E, \quad (2)$$

Где  $\kappa_A = \kappa_B = \kappa$  подразумевает, что у легитимных пользователей используется одна и та же строка, а  $\rho_E$  не зависит от  $\kappa$ ; т.е. у сторонних лиц нет информации о ключевой строковой переменной  $K$ .

Протокол QKD определяется как  $\epsilon_{cor}$  верный, если распределение вероятностей  $\Pr(\kappa_A, \kappa_B)$  конечного состояния  $\rho_{ABE}$  в уравнении (1) удовлетворяет

$$\Pr(\kappa_A \neq \kappa_B) \leq \epsilon_{cor} \quad (3)$$

Протокол QKD определяется как секретный  $\epsilon_{sec}$  (Реннер и Кениг, 2005), если состояние  $\rho_{AE}$  близко по трассировочному расстоянию к частному состоянию  $\rho_{AE}^{ideal}$

$$\min_{\rho_E} \frac{1}{2} (1 - \rho_{abort}) \left\| \rho_{AE} - \rho_{AE}^{ideal} \right\|_1 \leq \epsilon_{sec}, \quad (4)$$

где  $\rho_{abort}$  - вероятность того, что протокол прервется,

$$\rho_{AE}^{ideal} \equiv 2^{-m} \sum_{\kappa} |\kappa\rangle\langle\kappa|_A \otimes \rho_E, \quad \text{и} \quad \|A\|_1 \equiv \text{Tr}[\sqrt{A^\dagger A}] \quad \text{это норма трассировки.}$$

Оказывается, что определение безопасности из метрики расстояния трассировки обладает составным свойством безопасности [4]

В целом, следуя определению [5], протокол QKD может быть определен как  $\epsilon$  безопасный, если конечное дистиллированное с-с-к состояние  $\rho_{ABE}$   $\epsilon$  близко к идеальному состоянию ключа  $\rho_{ABE}^{ideal}$  дано в уравнении (2) с правильно выбранным  $\rho_E$ :

$$\min_{\rho_E} \frac{1}{2} (1 - \rho_{abort}) \left\| \rho_{ABE} - \rho_{ABE}^{ideal} \right\|_1 \leq \epsilon, \quad (5)$$

Стоит обратить внимание, что если дистиллированное состояние  $\epsilon$  близко к идеальному ключевому состоянию, то вероятность угадывания третьего лица для конечного ключа также ограничена  $\epsilon$ . Здесь также стоит подчеркнуть, что не следует интерпретировать параметр безопасности  $\epsilon$ , используемый в предыдущем определении, как вероятность угадывания. На самом деле, в утверждение, что ключ  $\epsilon$  близок к идеальному ключу, намного сильнее, чем утверждение, что вероятность угадывания сторонним лицом по ключу ограничена  $\epsilon$ . Далее можно привести простой пример. Обозначим  $l = \log \epsilon$  и  $l < m$ . Рассматривается  $m$ -битный ключ  $K_{bad}$ , который объединяет равномерно распределенную  $l$ -битную строку с  $m - l$  битами 0s. Ключ  $K_{bad}$  не удовлетворяет транс-дистанции (статистическое расстояние в данном случае, поскольку здесь все классическое)  $\epsilon$  - определению безопасности, используемому в уравнении (5), поскольку статистическое расстояние между  $K_{bad}$  и  $K_{ideal}$  близко к 1, когда  $m \gg l$ . Однако вероятность угадывания  $E_{вы}$  по ключу  $K_{bad}$  ограничен  $\epsilon$ . Вероятность угадывания сама по себе не является правильным определением параметра безопасности. [1] Это распространенная ошибка

для тех, кто не понимает основы безопасности квантовой криптографии. Эта распространенная ошибка также указана и объяснена и в других работах [5].

*Библиографический список*

1. Huang A., Li R., Egorov V., Tchouragoulov S., Kumar K., and Makarov V., Laser damage attack against optical attenuators in quantum key distribution, Phys. Rev. Appl. 13, 034017 (2020).

2. D. D. Ruzhitskaya, I. V. Zhluktova, M. A. Petrov, K. A. Zaitsev, P. P. Acheva, N. A. Zunikov, A. V. Shilko, D. Aktas, F. Johlinger, D. O. Trefilov, A. A. Ponosova, V. A. Kamynin, and V. V. Makarov, Vulnerabilities in the quantum key distribution system induced under a pulsed laser attack, Sci.Tech. J. Inf. Technol. Mech. Opt. 21, 837 (2021).

3. Feihu Xu, Xiongfeng Ma, Qiang Zhang, Hoi-Kwong Lo, and Jian-Wei Pan Rev. Mod. Phys. 92, 025002 – Published 26 May 2020

4. Ben-Or, M., M. Horodecki, D. W. Leung, D. Mayers, and J. Oppenheim, 2005, in Proceedings of the Second International Conference on Theory of Cryptography (TCC '05), Cambridge, MA, 2005, edited by J. Kilian (Springer-Verlag, Berlin), pp. 386–406.

5. Renner, R., and R. König, 2005, in Proceedings of the Second International Conference on Theory of Cryptography (TCC '05), Cambridge, MA (Springer-Verlag, Berlin), pp. 407–425.

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕМОВ ВЫПУСКА ПРОДУКЦИИ, НОСЯЩЕЙ СЛУЧАЙНЫЙ ХАРАКТЕР**

А.А. Гудков, В.В. Тишкина, С.В. Крошила

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

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

Прогнозирование — это исследование перспектив развития каких-либо явлений. Прогнозирование занимает особое место в области экономических задач, поскольку человечеству всегда было интересно заглянуть за грань настоящего. Прогнозирование предшествует планированию и позволяет оценить текущую ситуацию в управлении предприятием и ее вклад в будущее [1, 2].

Существует часть производственных предприятий, в которых объем выпуска конкретных видов продукции носит случайный характер. Случайность величины объема выпуска изделий может быть обусловлена, технологическим процессом в котором влияние исполнителя носит ограниченный характер в отличие от процессов, которыми полностью управляет исполнитель. Примером предприятий с фиксированным выпуском может служить предприятие по выпуску метизов, в котором исполнитель изготавливает столько деталей, сколько предусмотрено заданием. Примерами производств со случайным объемом выпуска являются предприятия агропромышленного комплекса (величина объема выпуска зависит от погодных условий — влияние исполнителя

ограничено), производство электронных компонентов процессоров (частотные характеристики и отнесение к той или иной группе изделий определяются после выпуска партии).

Общая схема алгоритма прогнозирования объемов выпуска продукции, носящих случайный характер проходит через следующие стадии:

Построение модели:

- выявление и разбиение на группы продукции;
- удаление из выборки нерелевантных данных;
- формирование таблицы коэффициентов на основе статистических данных

Прогнозирование:

- передача на вход модели текущих данных;
- получение результатов на выходе модели;
- нормирование выходных данных;
- вывод результата пользователю.

Рассмотрим алгоритм формирования таблицы коэффициентов.

По каждой группе продукции можно составить таблицу.

Таблица 1. Таблица вероятностей

	V1	V2	...	Vn
E1	<i>K1</i>	...	...	...
E2	<i>K2</i>	...	...	...
...	...		...	
En	...	...	...	<i>Kn</i>

В таблице 1:

Строки «E» – события, влияющие на объем выпуска продукции

Колонки «V» – доля группы продукции в общем выпуске.

Ячейки «K» – количество наблюдаемых долей выпуска V при событии E.

Определить вероятность события при условии, что произошло другое статистически взаимозависимое с ним событие, позволяет теорема Байеса.

Математическая формулировка теоремы Байеса выглядит следующим образом:

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)},$$

где A и B – события,  $P(B) \neq 0$ ;

$P(A|B)$  – условная вероятность: вероятность события A при условии, что событие B произошло;

$P(B|A)$  – условная вероятность: вероятность события B при условии, что событие A произошло;

$P(A)$  и  $P(B)$  – вероятности соответствующих событий, при условии их независимости (маргинальные вероятности) [3].

Применительно к таблице 1, вероятность выпуска доли продукции в общем объеме продукции при известных событиях «E» составит:

$$P(V_i|E) = \frac{P(E|V_i)P(V_i)}{P(E|V_1)P(V_1) + P(E|V_2)P(V_2) + \dots + P(E|V_n)P(V_n)}$$

Получив наиболее вероятную долю продукции заданной группы в общем выпуске, можно перейти к расчету наиболее вероятной доли следующей продукции в общем выпуске.

Таким образом, применив описанный алгоритм и математическую модель к накопленным историческим данным, получим объем выпуска продукции по категориям в случае случайного распределения продукции по категориям. Полученные данные прогнозирования об объемах выпуска продукции, позволят строить планы продаж по категориям продукции.

#### *Библиографический список*

1. Нильсен, Э. Практический анализ временных рядов: прогнозирование со статистикой и машинное обучение.: Пер. с англ. – СПб. : ООО «Диалектика», 2021. – 544 с.
2. Тишкина В.В., Крошилин А.В., Крошила С.В. Разработка системы анализа деятельности предприятий с использованием методов искусственного интеллекта и технологий "1С" // Новые информационные технологии в образовании: Сборник научных трудов XIX Междунар. науч.-практ. конф. (Использование технологий 1С в образовании и их применение для развития кадрового потенциала цифровой экономики) (29-30 января 2019г.) / Под общ.ред. проф. Д.В. Чистова. Часть 2. – М.: ООО "1С-Паблицинг", 2019. 605 с.: ил.
3. Освальдо, М. Байесовский анализ на Python.: Пер. с англ. – М. : ДМК-Пресс, 2020. – 340 с.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ БАРЬЕРНЫХ СТРУКТУР В СИСТЕМЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ АЛГЕБРЫ MAPLE**

Ю.Д. Гудков

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

В докладе рассмотрены результаты разработки программы, позволяющей моделировать электрофизические характеристики выпрямляющего контакта металл – полупроводник и р-п перехода в зависимости от свойств исследуемой структуры (электронное сродство контактирующих материалов, концентрация и подвижность носителей заряда) и внешнего воздействия (напряжение внешнего электрического поля, температура).

В качестве среды моделирования была выбрана система компьютерной алгебры Maple, которая позволяет производить сложные математические вычисления, и имеет различные способы для визуализации результатов моделирования. Кроме того, в данной среде есть свой язык программирования и возможность его перевода на другие языки, что позволяет разрабатывать собственные приложения для решения конкретных инженерных задач [1].

При моделировании использовался традиционный математический аппарат физики полупроводников [2] и сделаны следующие допущения:

контактная разность потенциалов в структуре металл-полупроводник  $\varphi_k$  составляет 0,39 В, в р-п переходе  $\varphi_k$  равна 0,7 В.

Для реализации динамического изменения зонной диаграммы контакта в зависимости от приложенного внешнего напряжения, температуры, концентрации была использована команда «Animate». После этого динамически изменяющаяся зонная диаграмма была переведена в формат GIF, используемый для создания видео формата MP4, где в качестве ползунка, который применяется для изменения влияющей на исследуемую структуры величины, используется видеопроигрыватель. Данная операция использовалась для помещения динамически изменяющейся модели в презентацию.

На рисунке 1 представлены результаты моделирования энергетической зонной диаграммы р-п перехода в зависимости от величины напряжения внешнего электрического поля в среде Maple. Здесь  $E_{Fp}$  и  $E_{Fn}$  – положения равновесных уровней Ферми в полупроводниках р- и n-типа соответственно,  $d_p$  и  $d_n$  – ширина ОПЗ в р- и n-областях.

Результаты работы могут быть использованы для моделирования более сложных барьерных структур типа р-п и р-и-п переходов, гетеропереходов, а также многослойных полупроводниковых структур. Кроме того, программа моделирования может быть использована в качестве наглядного пособия на лекционных и практических занятиях по дисциплинам «Физические основы микро- и нанoeлектроники», «Твердотельная электроника» и др. для студентов, обучающихся по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника».

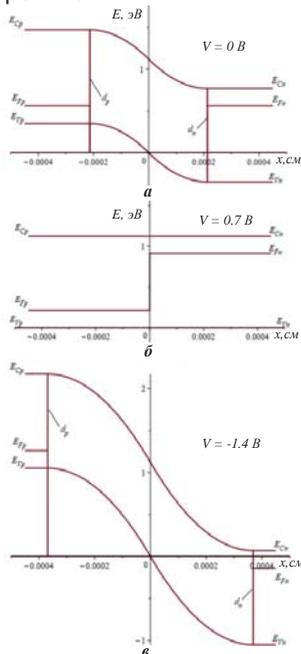


Рисунок 4 - Энергетическая зонная диаграмма р-п перехода:

*a* – равновесное состояние, *b* – прямое смещение (режим «плоских зон»),  
*v* – обратное смещение

*Библиографический список*

1. Система компьютерной алгебры Maple [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://basissoft.ru/map\\_product\\_maple.html](https://basissoft.ru/map_product_maple.html)\_\_(дата обращения: 29.10.2022).
2. Орешкин П.Т. Физика полупроводников и диэлектриков: учеб. пособие. - М.: "Высш. школа". 1977. 448 с., ил.

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КОТИРОВОК АКЦИЙ НА ФИНАНСОВЫХ  
 РЫНКАХ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

М.С. Дворник

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

Глобальный рынок акций – это один из крупнейших и наиболее важных финансовых рынков в мире. Знание будущей цены актива дает возможность инвестору грамотно вложить свои средства, правлению компании – поставить цели и пути их достижения, правительству государства – правильно сделать ставку на развитие той или иной отрасли экономики. Именно поэтому, проблема построения прогнозов изменения курсов акций достаточно актуальна, поскольку вызывает большой интерес у инвесторов, аналитиков, а также у участников биржевой торговли. В случае если бы на рынке был один или даже пара игроков, предсказать цену на активы, которыми они торгуют, не составило бы никакого труда. Однако в реальном мире на рынке огромное количество участников, интересы которых не совпадают, а порой и прямо противоположны.

В свою очередь, создание модели прогноза котировок даст возможность любому гражданину принять решение как о совершении каких-либо действий с ценными бумагами, так и о своем желании вступить в рынок ценных бумаг. Зная состояние и возможности рынка, физическое лицо – держатель ценных бумаг может планировать доходы и расходы, прогнозировать свое финансовое будущее, принимать важные рыночные решения.

Более того, модель прогноза котировок ценных бумаг поможет предприятиям и организациям определить перспективы рынка, его динамику, наиболее успешное и доходное направление деятельности. Кроме того, создание модели прогнозирования может предупредить о вероятных кризисных явлениях, предопределив спад котировок ценных бумаг на тех или иных рынках.

Несмотря на то что для моделирования прогнозов котировок ценных бумаг существует много эффективных методов, такое свойство моделей нейронных сетей, как универсальность, то есть возможность их

использования для всех типов ценных бумаг, определяет необходимость в исследовании и тщательном изучении данной области [1].

Следует отметить, что рассматриваемая технология прогнозирования, нейронные сети – это мощный и гибкий механизм составления прогнозов.

Основной принцип работы нейронной сети состоит в настройке параметров нейрона таким образом, чтобы поведение сети соответствовало некоторому желаемому поведению. В свою очередь, способности нейронной сети к прогнозированию напрямую следуют из ее способности к обобщению и выделению скрытых зависимостей между входными и выходными данными. После обучения сеть способна предсказать будущее значение некой последовательности на основе нескольких предыдущих значений или каких-то существующих в настоящий момент факторов. Следует отметить, что прогнозирование возможно только тогда, когда предыдущие изменения действительно в какой-то степени предопределяют будущие [2].

На протяжении многих лет ключевыми были методы моделирования прогнозов котировок ценных бумаг, основой которых является линейное программирование. Однако в задачах, где линейная аппроксимация неудовлетворительна, линейные модели работают плохо. В связи с этим важное значение приобретает возможность моделей нейронных сетей быть нелинейными, что весьма существенно при моделировании прогнозов.

Модели нейронных сетей относятся к интеллектуальным системам, они позволяют улучшить результаты благодаря самообучению. При этом от пользователя, конечно, требуются определенные теоретические знания о том, как следует подготавливать данные, выбирая нужную архитектуру сети, и интерпретировать полученные результаты. Однако минимально необходимый уровень знаний для использования модели нейронных сетей гораздо скромнее, чем, например, при использовании традиционных методов статистики [3].

Независимо от типа данных или специфики наблюдаемого явления модель нейронной сети является неким абстрактным подходом в отличие от традиционных. Обычно аналитик специально подготавливает данные для машины таким образом, чтобы она смогла решить поставленную задачу.

В отличие от технического анализа, нейросетевой анализ не налагает ограничений на характер входной информации. Кроме того, нейронные сети способны находить индикаторы и строить по ним оптимальную стратегию прогноза для типового экономического инструмента. Более того, эти стратегии могут быть адаптивными, меняясь вместе с рынком, что особенно важно для молодых, активно развивающихся рынков [4].

Влияние случайных факторов колебания значений котировок ценных бумаг, вызванных непредсказуемыми изменениями экономической ситуации в целом, воздействия государства, а также других факторов предсказать практически невозможно. Кроме того, нужно учитывать область распределения возможных фактических значений котировок ценных бумаг, а также ряда других факторов, которые будут находиться в определенном интервале, гарантирующем определенную вероятность прогноза.

*Библиографический список*

1. Галушкин, А.И. Нейронные сети: основы теории. – М.: Горячая линия – Телеком, 2010. – 496 с.
2. Николенко, С., Кадуринов, А., Архангельская, Е. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей. – Питер, 2018. – 479 с.
3. Хайкин, Саймон. Нейронные сети: полный курс. 2-е изд. М., «Вильямс», 2006. – 1104 с.
4. Решение задачи прогнозирования с помощью нейронных сетей. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/reshenie-zadachi-prognozirovaniya-s-pomoschyu-neyronnyh-setey>. – Дата доступа: 25.10.2022.

**АНАЛИЗ ЛАЗЕРНЫХ ОТРАЖЕНИЙ  
ПРИ ГОРИЗОНТАЛЬНОМ ЗОНДИРОВАНИИ АТМОСФЕРЫ**

Е.А. Жирков

Научный руководитель — В.Г. Андреев, д-р техн. наук, доцент  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
им. В.Ф. Уткина**

При измерении дальности до объекта наблюдения может случиться так, что на линии визирования будет находиться гидрометеор (низкое облако или туман). При этом отражённое от данного препятствия лазерное излучение может быть ложно принято за сигнал от наблюдаемого объекта, который на самом деле находится дальше [1]. Это вносит определённую погрешность в расчёт расстояния до цели, и в некоторых случаях может привести к неблагоприятным последствиям. Так, в современной военной технике имеется сложная система наводки ствола орудия, в которой обязательно учитывается дальность до цели. Наличие гидрометеора может привести к тому, что граница раздела двух сред (воздуха и тумана) будет неверно принята за саму цель, что неизбежно приведёт к неверной корректировке траектории выстрела и произойдёт недолёт до цели.

Для того, чтобы избежать подобного рода грубой неточности при измерении дальности, в данной работе предлагается применить методы статистического анализа лазерного сигнала. Прежде всего следует учесть, что туман просвечивается лазерным лучом, и цель может быть в нём обнаружена. Однако понять, от чего именно отразился лазерный луч: от замаскированной техники или от тумана, поможет следующее свойство. Отражение от тумана приводит к изменению дисперсии наблюдаемого случайного процесса. Это значит, что изменится лишь интенсивность шумовой дорожки, при этом отражение от цели будет иметь несколько иной характер.

Предлагаемый алгоритм обработки основан на выявлении вышеописанной неоднородности, а именно — на поиске момента разладки наблюдаемого случайного процесса.

Для последовательного обнаружения разладки [2], то есть в режиме реального времени, когда на блок обработки непрерывно поступают

входные данные и тут же подвергаются обработке, эффективнее с точки зрения затрачиваемого времени использовать скользящее окно небольшого размера, способное анализировать часть выборки длиной несколько десятков отсчётов. Данное окно перемещается вдоль выборки, позволяя отслеживать состояние случайного процесса на предмет появления аномалии (разладки). В последующем, знание о том, когда наступила разладка, т.е. когда лазерный луч отразился от границы тумана, поможет снизить погрешность при измерении расстояния до объекта наблюдения.

*Библиографический список*

1. Сафронов Ю.П., Эльман Р.И. Инфракрасные распознающие устройства — М., Воениздат, 1976, 207 с.
2. А.Н. Колмогоров, Ю.В. Прохоров, А.Н. Ширяев Вероятностно-статистические методы обнаружения спонтанно возникающих эффектов — Тр. МИАН СССР, 1988, том 182, 4 23.

**ВЕРОЯТНОСТНЫЙ ПОДХОД К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ  
МНОГОМЕРНЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ  
С ПОМОЩЬЮ ГЕНЕРАТИВНО-СОСТЯЗАТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ**

Д.К. Зацепин

Научный руководитель – Ионова И.В., канд. физ.-мат. наук, доцент  
**Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина**

Большое количество сфер государства, например, здравоохранение, промышленность, экономика, работают с данными временных рядов. Им нужно знать, что произойдет в будущем, так как это необходимо для принятия важных решений, то есть точное прогнозирование значений является залогом успеха этих отраслей. В настоящее время в этих областях преобладают методы точечного прогнозирования. Их легко освоить, однако эти модели говорят лишь о среднем значении возможных результатов и не отражают неопределенность, существующую в реальном мире. Вероятностные модели прогнозирования могут помочь устранить эти проблемы. Они пытаются количественно оценить неопределенность прогнозов, формируя распределение вероятностей по возможным результатам.

В данной работе была разработана новая модель вероятностного прогноза для многомерных временных рядов на основе условных генеративно-сопоставительных сетей (CGAN) [1, 2].

Мы работаем с многомерным временным рядом  $X = \{X_1, X_2, \dots, X_t\}$ , где  $X_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$  – вектор временного ряда,  $i = \overline{1, t}$ . Цель состоит в том, чтобы смоделировать  $P(X_{t+1} | X_t, X_{t-1}, \dots, X_1)$  – распределение вероятностей для  $X_{t+1}$ , зная историческую информацию  $X$ .

Рассмотрим CGAN как метод обучения модели вероятностного прогноза с использованием сопоставительного обучения. С этой точки зрения генератор  $G$  является нашей вероятностной моделью, а дискриминатор  $D$  обеспечивает расчёт градиента для оптимизации модели во время

обучения. Историческая информация  $X$ , то есть наш изначальный временной ряд, является условием построенной CGAN. Генератор же обучен делать прогноз для  $X_{t+1}$ , следовательно, распределение вероятностей, полученное генератором, соответствует  $P(X_{t+1}|X_t, X_{t-1}, \dots, X_1)$ , то есть нужному нам распределению. В итоге обучение системы сводится к минимаксной антагонистической игре для двух игроков, то есть функция оптимизации  $V$  будет представлена следующим образом:

$$\min_G \max_D V(D, G) = \mathbb{E}_{X_{t+1} \sim P_{\text{данные}}(X_{t+1})} [\log D(X_{t+1}|X_t, X_{t-1}, \dots, X_1)] + \mathbb{E}_{z \sim P_z(z)} [\log (1 - D(G(z|X_t, X_{t-1}, \dots, X_1)))]$$

Архитектура построенной сети представлена на рисунке 1. Результат прогноза, предсказанный нейронной сетью для временного ряда потребления электричества [3], представлен на рисунке 2.



Рисунок 1 – Архитектура модели

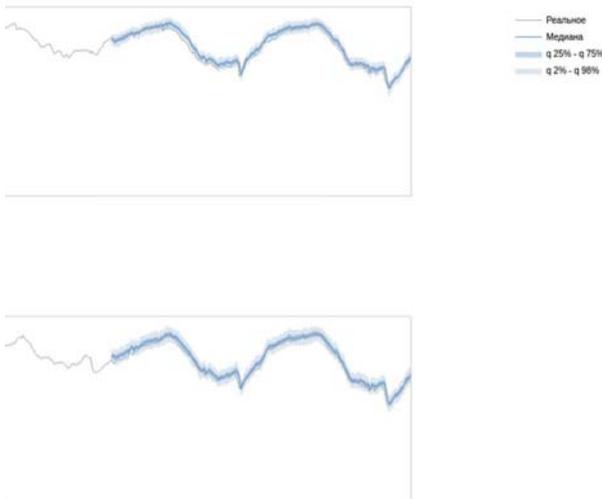


Рисунок 2 – Прогноз нейронной сети

*Библиографический список*

1. Ian J. Goodfellow. Generative Adversarial Nets – Advances in Neural Information Processing Systems, 2014.
2. Mehdi Mirza. Conditional Generative Adversarial Nets – Advances in Neural Information Processing Systems, 2014.
3. Household Electricity Consumption [Электронный ресурс] // Kaggle. – URL: <https://www.kaggle.com/datasets/thedevastator/240000-household-electricity-consumption-records> (дата обращения 27.10.2022).

### **ПРИМЕНЕНИЕ T-FLEX CAD 2D ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ТРЕУГОЛЬНОЙ ДИАГРАММЫ**

Н.Ю. Кулавина, М.В. Лызлова, Г.А. Шашкина

Научный руководитель - Коваленко В.В., к.т.н., доцент

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

Жидкостная экстракция широко применяется в нефтепереработке при очистке масляных фракций от смол и асфальтенов, извлечения парафинов, нафтеновых кислот, для разделения углеводородов легких фракций нефти, для выделения ароматических углеводородов, бутадиена, очистки нефти от сернистых соединений и др. [1].

В процессе экстракции происходит разделение жидких смесей путем избирательного растворения одного или нескольких компонентов в растворителях или экстрагентах.

Для рассмотрения процесса экстракции используют треугольную диаграмму, представляющую собой равносторонний треугольник, вершины которого характеризуют какое-либо аддитивное свойство чистых или обобщенных компонентов (концентрацию, вязкость, индекс вязкости и т.д.).

В большинстве случаев для построения диаграммы равновесия используется концентрация веществ. Вершины треугольника соответствуют стопроцентному содержанию чистых веществ  $A$ ,  $B$  и  $C$ , а точки на сторонах – составам двухкомпонентных систем  $AB$ ,  $BC$  и  $AC$ . Любая точка внутри треугольника  $ABC$  отражает состав трехкомпонентной системы.

По методу Розебома за 100 % принимают сторону треугольника и наносят сетку линий, параллельных каждой стороне. Сумма отрезков таких линий, исходящих из точки  $O$  и кончающихся на сторонах треугольника есть постоянная величина, равная любой из сторон. Для точки  $O$  на рис. 1, а:  $Oa^* + Ob^* + Oc^* = AB = BC = AC = 100\%$ .

Внутри концентрационного треугольника линии, параллельные каждой из его сторон, представляют собой геометрические места точек для смесей с постоянным содержанием одного компонента, концентрация которого максимальная и определяется по противоположной вершине равностороннего треугольника. Линии, соединяющие вершины сторон треугольника с противоположными сторонами, являются геометрическими местами точек смесей, в которых остается постоянным отношение концентраций двух компонентов. Составы всех смесей вдоль прямой  $A$

характеризуются постоянным отношением концентраций  $B$  и  $C$ , а составы смесей, отвечающие точкам на высоте  $BH$ , содержат компоненты  $A$  и  $C$  в постоянном отношении 1:1.

Для построения точек бимодальной кривой от точки  $A$  откладывается значение концентрации компонента  $B$ , проводится линия, параллельная стороне  $AC$ . От точки  $B$  откладывается концентрация компонента  $C$ , проводится линия, параллельная стороне  $AB$ . От точки  $C$  откладывается концентрация компонента  $A$ , проводится линия параллельная стороне  $AB$ . Пересечение трех отрезков дает точку, характеризующую состав раствора, состоящего из трех компонентов. Если эта точка находится на бимодальной кривой, то она будет характеризовать состав насыщенного рафинатного или экстрактного раствора.

В качестве инструмента для построения треугольной диаграммы и бимодальной кривой может использоваться программа T-FLEX CAD 2D.

Равносторонний треугольник со сторонами 100 мм строится с использованием инструментов построения и изображения. Координаты точек графика задаются в редакторе переменных. Переменные для значений компонентов  $B$  обозначаются буквами  $b1 - b20$ , для значений компонентов  $C$  обозначаются буквами  $c1 - c20$ . Для получения универсального шаблона графика бимодальной кривой начальные значения точек выбираются кратными 5.

Расположение групп построений на различных слоях дает возможность управлять их видимостью. Линии пересечения с координатами точек  $b$  проводятся параллельно стороне  $AC$  (рис. 1, б).

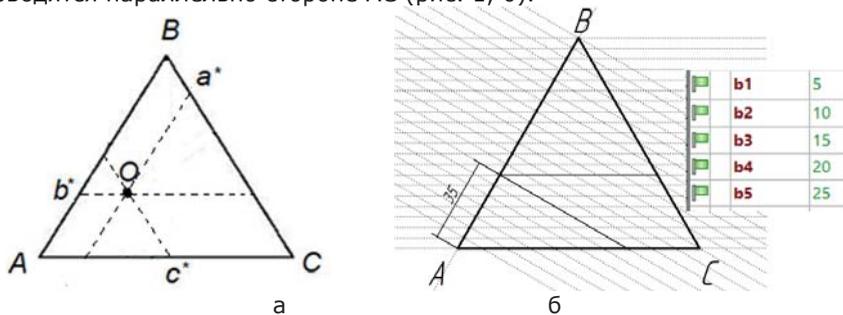


Рис. 1

Таким же образом определяются точки для координат  $c$  на отрезке  $AC$ , через которые проводятся линии, параллельные  $AB$ .

Через точки пересечения полученных линий проводится кривая линия (сплайн) (как показано на рис. 2, а) и обводится линией изображения.

Для удобной работы используется конструктор управления данными (рис. 2, б), который позволяет создать диалоговое окно для внесения и изменения значений точек равновесных составов сосуществующих фаз на 2D поле рядом с графиком. Изменение значений в диалоговом окне приводит к изменению положения построений на графике.

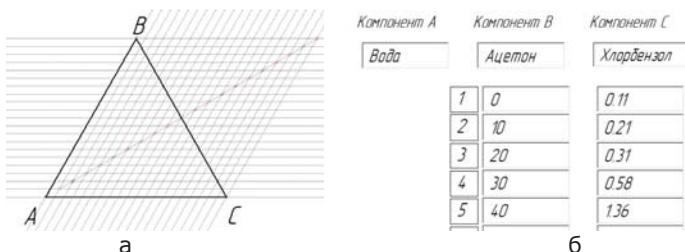


Рис. 2

При внесении данных системы вода-ацетон-хлорбензол в диалоговое окно получится бинадальная кривая, представленная на рис. 3 [2].

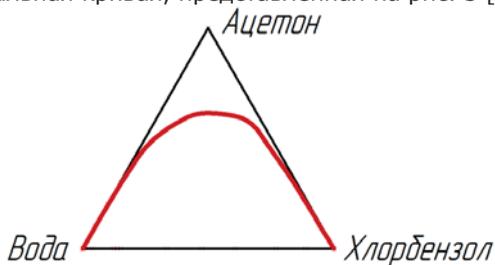


Рис. 3

В работе приведен метод использования программы T-FLEX CAD 2D для создания системы из трех координат. Использование возможностей программы позволяет создать гибкий инструмент для получения графика состояния различных трехкомпонентных систем, который уменьшает трудоемкость и затраченное время, значительно повышает точность графических построений и расчетов параметров экстракции. Параметры построений в программе легко корректируются. Использование слоев позволяет создать на чертеже диаграммы различные группы построений, которые можно разместить или скрыть, что позволяет визуально разгрузить чертеж и сделать измерения и расчеты более наглядными и точными.

#### Библиографический список

1. Гельперин Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Химия, 1981. В двух книгах. -812 с.
2. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учеб. пособие для вузов. – М.: Альянс, 2013. – 576 с.

**РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ЭКСТРАКЦИИ В T-FLEX CAD 2D**

Н.Ю. Кулавина, М.В. Лызлова, Г.А. Шашкина

Научный руководитель - Коваленко В.В., к.т.н., доцент

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

Процесс массообмена при экстракции растворителем извлекаемого компонента протекает при диффузии переходящего вещества по направлению к межфазной поверхности, переходе его через межфазную поверхность и его диффузии в объеме второй фазы. В этом случае массообмен характеризуется обобщенными для всех аналогичных диффузионных процессов параметрами – количеством вещества, переходящего из одной фазы в другую, и разностью концентраций вещества, переходящего в данной фазе и в состоянии равновесия с другой контактирующей фазой. Состав смесей выражают в относительных концентрациях, а расчет параметров процесса осуществляют графоаналитическим методом.

Равновесие системы, состоящей из компонентов А, В, С с неограниченной взаимной растворимостью извлекаемого компонента В в компоненте исходной смеси А и растворителе С, но ограниченной растворимостью А в С изображается в плоскости равностороннего треугольника.

В данной работе для расчета параметров процесса экстракции используется треугольная диаграмма с биноидальной кривой, построенной в программе T-FLEX CAD 2D, которая содержит концентрации компонентов, максимальное их значение в вершинах треугольника; кривую равновесия – биноидальную кривую.

В гетерогенной области можно провести различное количество хорд равновесия или конод, которые не будут параллельны друг другу, их наклон и длина будет изменяться в зависимости от концентрации компонента В. При расслоении гетерогенной смеси определение состава рафинатного и экстрактного растворов по треугольной диаграмме возможно при дополнительном построении хорды равновесия.

Расчет содержания извлекаемого в процессе экстракции из смеси АВ (вода-ацетон) компонента В (ацетон) и растворителя С (хлорбензол) в рафинатном слое, состава равновесного экстрактного слоя, количества компонента В, при добавлении которого перестанет расслаиваться смесь АС для концентрации компонента В в исходном растворе 45 % (масс.) приведен на рис. 1, а. Состав рафинатного слоя характеризуется параметрами точки с, которая находится построением на треугольной диаграмме как пересечение отрезка *ab* с левой ветвью биноидальной кривой. Состав рафинатного слоя составляет для компонента А 53,08% (масс.) и 1,92% (масс.) для экстрагента С.

Для определения количества компонента В, при добавлении которого перестанет расслаиваться смесь АС (45 % (масс.) А, 55 % (масс.) С) на стороне АС находится точка d, характеризующая общий состав заданной смеси. При добавлении к этой смеси компонента В общий состав ее будет изменяться по линии dВ, на пересечении которой с бимодальной кривой найдем искомую точку e размеры отрезков приведены на рис. 2, б.

Коноды на треугольной диаграмме получаются при соединении отрезками прямой точек на биноидальной кривой.

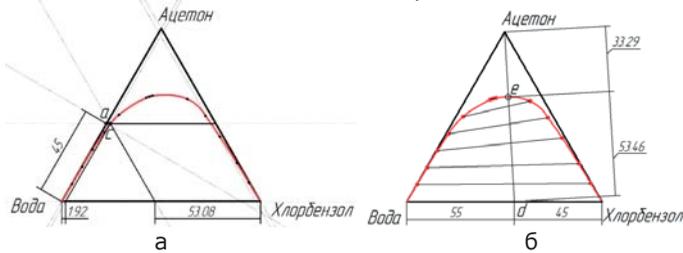


Рис. 1

Для определения состава экстракта необходимо провести дополнительное построение соединительной кривой. Для этого через точки 2,2\*- 7,7\* проводятся прямые, параллельные боковым сторонам треугольника, и точки их пересечения 2\*\* - 7\*\* соединяются плавной кривой. Затем через точку с проводится прямая, параллельная стороне ВС, до пересечения с соединительной кривой в точке с\*\*, а из точки с\*\* - прямая, параллельная стороне АВ, до пересечения с биноидальной кривой. Отрезок **сс\*** является конодой для данного состава смеси. Точка **с\*** характеризует состав равновесного экстракционного слоя:  $x_b$  54,88 % (масс.) В,  $x_a$  3,89 % (масс.) А,  $x_c$  44,34 % (масс.) С.

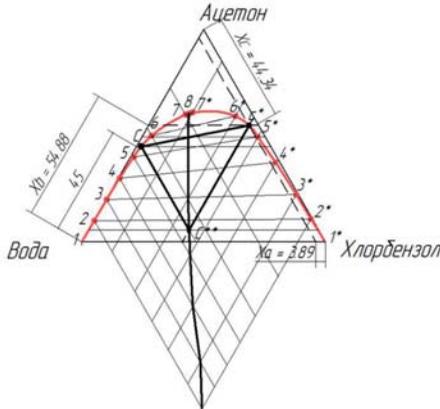


Рис. 2

Процессы экстракции осуществляются в типовых аппаратах – экстракторах. С помощью построений в треугольной диаграмме определяют параметры одноступенчатой экстракции, а также число ступеней при многократном экстрагировании.

Графическое решение задачи построения ступени однократной экстракции, при которой извлекаемый компонент В экстрагируется растворителем С из 50% исходного раствора, приведено на рис. 3, а. Содержание остатка - не более 2 % (масс) компонента В. По результатам построений определяется количество растворителя С, необходимое для

обработки  $G_F$  (кг) исходной смеси, выход рафината, выход и состав экстракта после удаления из него растворителя.

Определение параметров (количество растворителя, состав и выход продуктов) и число ступеней экстрагирования, если на каждой ступени экстрагирование осуществляют свежим растворителем в количестве, равном по массе обрабатываемой смеси, производится по размерам построений, приведенных на рис. 3, б.

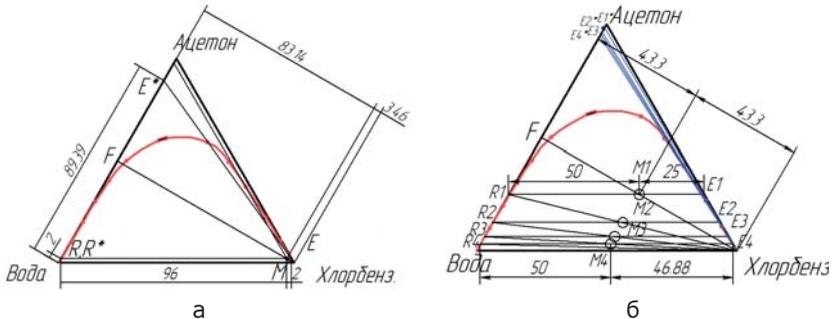


Рис. 3

Значительное сокращение времени выполнения построений, легкость внесения изменений, точность результатов расчетов параметров экстракции графоаналитическими методами обеспечивается применением средств программы T-FLEX CAD 2D. Для использования данного метода расчетов необходим базовый объем знаний основных инструментов программы.

## СПЕЦИФИКА ДАННЫХ О РАСПРОСТРАНЕНИИ COVID-19 НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

А.Д. Ларькин

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

**Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники**

Согласно официальным данным Министерства здравоохранения РБ (Минздрав РБ) по состоянию на 7 июля 2022 года в Беларуси всего было зарегистрировано 994037 случаев заражения COVID-19 [1]. В связи со снижением количества заболевших COVID-19 Минздравом РБ было принято решение публиковать данные о случаях заражения COVID-19 один раз в месяц, а в осенний и зимний период предполагается регистрация больших COVID-19 как случаев заражения ОРВИ или гриппом, что обусловлено переходом заболевания в непандемичную, сезонную фазу [1]. Тем не менее прогнозирование динамики эпидемиологических показателей заболеваемости COVID-19 в Республике Беларусь остается актуальной задачей для принятия своевременных профилактических и противозидемических мер.

В связи с этим рассматривается актуальная задача разработки прогнозных моделей с возможностью постоянного мониторинга ситуации и внесения при необходимости требуемых корректировок. Возникает проблема адекватного использования имеющихся данных о динамике распространения COVID-19.

Обратимся к статистическим данным по заболеваемости COVID-19 соседствующих с Беларусью стран. На основе анализа данных о динамике распространения COVID-19 в странах-соседях РБ, представленной на сайте исследовательского университета Джонса Хопкинса, была выявлена схожесть статистических профилей заболеваемости COVID-19 Беларуси и России (рисунок 1) [2].

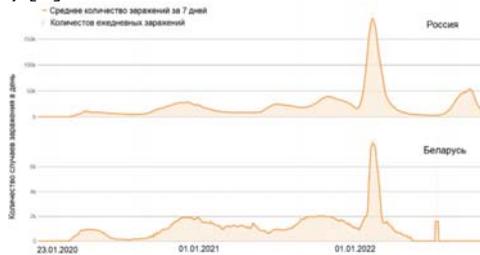


Рисунок 1 – Профили заболеваемости COVID-19 Беларуси и России

На основе проведенного анализа можно допустить вариант использования российских данных о заболеваемости COVID-19 в качестве исходных данных для прогнозирования распространения коронавируса на территории РБ.

#### *Библиографический список*

1. Министерство здравоохранения Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minzdrav.gov.by>. – Дата доступа: 25.10.2022.
2. Johns Hopkins Coronavirus Resource Center [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://coronavirus.jhu.edu>. – Дата доступа: 25.10.2022.

## **ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Д.К. Симонов

Научный руководитель – Абрамов В.В., канд. физ.-мат. наук, доцент  
**Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина**

В докладе рассматривается экономико-математическая модель максимизации прибыли предприятия путем оптимизации потока поступающих на склад ресурсов и потока объемов производства нескольких товаров [1, 2]. При этом возникает задача согласования ресурсного и производственного потоков предприятия.

Предполагается:

1) поток продаж характеризуется матрицами  $Y = (y_{is}), B = (b_{is})$ , в которых  $y_{is}$  – количество товара  $s$ , которое предприятие планирует продать в течение периода  $i$  по цене  $b_{is}$ ,  $i = \overline{1, n}$ ,  $s = \overline{1, k}$ , где  $n$  – количество рассматриваемых периодов на перспективу,  $k$  – количество реализуемых товаров; произведенные товары сразу поступают в продажу без хранения на складе;

2) поток закупок характеризуется матрицами  $X = (x_{ij}), C = (c_{ij})$ , в которых  $x_{ij}$  – количество ресурса  $j$ , который предприятие планирует купить в конце периода  $i$  по цене  $c_{ij}$ ,  $i = \overline{1, n}$ ,  $j = \overline{1, m}$ ,  $n$  – количество используемых ресурсов; ресурсы хранятся на складе заданного объема;

3) для оценки полезности потоков определяем функцию прибыли (по всем торговым периодам и по всем товарам) и целевой критерий

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

4) для реализации целевого критерия используются основные ограничения: в каждом следующем периоде нельзя использовать ресурсов больше, чем их запасы, к концу предыдущего периода; в каждом периоде запас ресурсов не может превышать вместимость склада;

5) для реализации целевого критерия используются дополнительные ограничения: рентабельность за все периоды не меньше заданного значения; в каждом следующем периоде на закупку ресурсов используются средств не более чем заданная доля накопленной прибыли.

Вычисления сводятся к процедуре решения транспортной задачи методом линейного программирования. При этом используется процедура вычислений из работ [3, 4]. Примеры решения задачи об оптимизации работы предприятия на тестовых данных построены в пакете Excel.

Предложенная модель позволяет решать проблемы анализа различных сценариев работы, например, оценивать чувствительность оптимальных потоков ресурсов по отношению к изменению цен на товары.

#### *Библиографический список*

1. Симонов Д.К. Оптимизационная модель согласования ресурсного и производственного потоков // На перекрестках наук: материалы Всероссийского конкурса студенческих научных работ (15 апреля – 28 мая 2022 г). – Елец: ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», 2022. – С. 81–87.

2. Симонов Д.К. Модель оптимизации производства // 72-я Международная студенческая научно-техническая конференция, Астрахань, 18–23 апреля 2022 года: материалы / Астрахань: Изд-во АГТУ, 2022. – С. 485–486.

3. Симонов Д.К. Применения компьютерных вычислений для решения задачи об оптимальной работе склада // Новые информационные технологии в научных исследованиях НИТ-2021: материалы XXVI

Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. – Рязань: РГРТУ, 2021. – С. 61–62.

4. Симонов Д.К. Двухиндексная модель оптимальной работы склада // Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук: материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. (школы-семинара) молодых ученых. – Тольятти: Издатель Качалин А.В., 2022. – С. 270–274.

## РЕГРЕССИОННАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ ВАЛОВОГО РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОДУКТА

В.А. Шевчугова

Научный руководитель - Павлова С.А., к.т.н., доцент

Академия ФСИН России

В ходе исследования строилась модель множественной регрессии для изучения влияния на значения валового регионального продукта ( $y$ ) доминирующих, на наш взгляд факторов: численность городского населения среднегодовой ( $x_1$ ), численность занятых ( $x_2$ ), уровень безработицы ( $x_3$ ), численность мигрантов ( $x_4$ ), количество денежных доходов населения ( $x_5$ ).

Статистические данные для расчетов заимствовались с официального сайта федеральной службы государственной статистики за период с 2000 по 2020 год для Рязанской области, расчеты и обработка данных осуществлялась с помощью пакета анализа табличного процессора MS Excel.

На первом этапе исследования – спецификации – рассматривалось линейное уравнение множественной регрессии зависимости валового регионального продукта от пяти внешних факторов:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 + a_5x_5 \quad (1)$$

На втором этапе исследования – параметризации – осуществляется оценка коэффициентов уравнения (1).

Таблица 1

Вывод итогов								
<i>Регрессионная статистика</i>								
Множественный R	0,991375438							
R-квадрат	0,982825259							
Нормированный R	0,97621959							
Стандартная ошибка	4,210191115							
Наблюдения	19							
<i>Дисперсионный анализ</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
Регрессия	5	13186,60823	2637,321646	148,7851103	5,33051E-11			
Остаток	13	230,4342237	17,72570952					
Итого	18	13417,04245						
	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>	<i>Нижние 95,0%</i>	<i>Верхние 95,0%</i>
У-пересечение	12,602035	313,2847248	0,04022501	0,968524563	-664,2084649	689,4125349	-664,2084649	689,4125349
X1	1,996905941	1,550208745	1,288152933	0,22014919	-1,352116442	5,345928324	-1,352116442	5,345928324
X2	685,6959574	2583,216204	0,265442729	0,794831167	-4895,003362	6266,395276	-4895,003362	6266,395276
X3	-3764,028585	2592,468727	-1,451908965	0,170231224	-9364,716765	1836,659595	-9364,716765	1836,659595
X4	-11,92755411	20,41623605	-0,584219054	0,569072768	-56,03415055	32,17904233	-56,03415055	32,17904233
X5	2744,011468	610,1147739	4,487533227	0,000599993	1425,938634	4062,084303	1425,938634	4062,084303

В результате обработки статистических данных построена модель множественной регрессии (2):

$$y = 12,6 + 1,99x_1 + 685,69x_2 - 3764,03x_3 - 11,93x_4 + 2744,01x_5 \quad (2)$$

На третьем этапе проводилась оценка качества построенной модели.

Для проверки коллинеарности включенных в модель факторов строилась матрица коэффициентов парной линейной корреляции.

Таблица 2

	Y	X1	X2	X3	X4	X5
Y	1					
X1	0,734454145	1				
X2	0,878843487	0,390954216	1			
X3	0,766791105	0,229078709	0,954832067	1		
X4	0,601547977	0,063447311	0,776184533	0,788072596	1	
X5	0,972868118	0,607055905	0,951217649	0,875727585	0,714037184	1

Так как построенная модель оказалась мультиколлинеарной, из уравнения пришлось исключить коллинеарные факторы: уровень безработицы ( $x_3$ ), численность мигрантов ( $x_4$ ), количество денежных доходов населения ( $x_5$ ).

После исключения коллинеарных факторов модель преобразовалась в уравнение 3:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 \quad (3),$$

( $x_1$ ) - где численность городского населения, ( $x_2$ ) - среднегодовая численность занятых.

В результате проведения регрессионного анализа получены новые значения и построена новая модель (4):

Таблица 3

Вывод ИТОГОВ						
<b>Регрессионная статистика</b>						
Множественный R	0,89					
<b>R-квадрат</b>	<b>0,79</b>					
Нормированный R-квадрат	0,76					
Стандартная ошибка	14,05					
Наблюдения	20,00					
<b>Дисперсионный анализ</b>						
	df	SS	MS	F	Значимость F	
Регрессия	2,00	12379,16	6189,58	31,37	0,00	
Остаток	17,00	3354,20	197,31			
Итого	19,00	15733,36				
<b>Квадратный критерий Фишера</b>						
	Коэффициент	Статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Верхние 95,0%
<b>Y-пересечение</b>	-1579,33	209,21	7,55	0,00	-2020,73	-1137,94
<b>X1</b>	12,03	1,88	6,39	0,00	8,06	15,99
<b>X2</b>	4899,31	1269,81	3,86	0,00	2220,25	7578,38

$$y = -1579,33 + 12,03 * x_1 + 4899,31 * x_2 \quad (4)$$

Таблица 4

<i>Регрессионная статистика</i>	
Множественный R	0,887543917
R-квадрат	0,787734204
Нормированный R-квадрат	0,762761757
Стандартная ошибка	14,01607077
Наблюдения	20

По значению коэффициента детерминации R-квадрат равного 0,79 можно сделать вывод о том, что изменение валового регионального продукта ( $y$ ) на 78,8% объясняется влиянием численности городского населения ( $x_1$ ) и среднегодовой численностью занятых ( $x_2$ ), включенных в уравнение регрессии и на 21,2% влиянием других факторов, не включенных в модель.

Оценка значимости коэффициентов регрессии и корреляции проводилась с помощью  $t$ -критерия Стьюдента, рассчитанные значения оказались больше критического значения, что позволило сделать вывод о значимости полученных коэффициентов модели.

Оценка качества построенного уравнения реализовывалась с помощью  $F$ -критерия Фишера.

Так как  $F_{факт} = 31,54 > F_{крит} = 3,59$ , можно сделать вывод о том, что выявленная зависимость имеет неслучайную природу, а коэффициенты уравнения и показатель тесноты связи статистически значимы.

Таким образом, по полученной модели можно прогнозировать динамику валового регионального продукта.

Очевидно, что на динамику показателей валового регионального продукта оказывают влияние и множество других факторов, значение которых не были учтены в модели из-за отсутствия доступа к статистическим данным, поэтому данное исследование можно расширять при наличии исходной информации.

#### *Библиографический список*

1. Павлова С.А., Купцов М.И. Эконометрика: учебное пособие, Курск: Издательство ЗАО «Университетская книга», 2021, -118с.
2. Понятие и сущность валового регионального продукта: [https://www.sinref.ru/000\\_uchebniki/00800economica/001\\_lekcii\\_economica\\_08\\_raznoe\\_/069.htm](https://www.sinref.ru/000_uchebniki/00800economica/001_lekcii_economica_08_raznoe_/069.htm)
3. Регионы России. Социально-экономические показатели. <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204>

---

**Секция 3. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

---

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕДУР КОДИРОВАНИЯ  
ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ РАДИОСИГНАЛОВ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ  
ОБЪЕКТОВ**

С.О. Алексенко, К.В. Грибко

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

Оценка состояния сложных технических объектов (СТО) осуществляется путем обработки и анализа телеметрической информации (ТМИ), сформированной на борту изделия и переданной по радиоканалу приемно-регистрирующим станциям (ПРС). В радиоканале присутствуют различные мешающие факторы в виде помех и шумов как естественного, так и искусственного происхождения. Данные факторы могут оказывать существенное влияние на передаваемый телеметрический радиосигнал, что, в свою очередь, приводит к приему и регистрации ПРС недостоверной ТМИ с искаженной структурой. Это может приводить к невозможности адекватной оценки состояния СТО.

Одним из способов повышения качества результатов обработки ТМИ является проведение совместной обработки телеметрических радиосигналов от нескольких ПРС, установленных на протяжении трассы полета объекта. Так, в работе [1] обоснована процедура монтажа единого носителя ТМИ изделий СТО. Другим важным направлением повышения качества результатов обработки ТМИ является обеспечение регистрации ПРС достоверной ТМИ, что представляется возможным при использовании радиосигналов, более устойчивых к действию мешающих факторов в канале передачи информации [2]. Кроме того, в целях дополнительного повышения достоверности ТМИ целесообразно применять помехоустойчивое кодирование информации [3]. Так, в работе [4] рекомендован к применению в космических системах передачи ряд кодеров, среди которых коды с малой плотностью проверок на чётность (LDPC), коды Боуза – Чоудхури - Хоквингема, сверточные коды (CC) и последовательно соединенный сверточный код (SCCC). Однако, выбор данной процедуры по одному критерию качества (например, достоверности ТМИ) не всегда позволяет получить приемлемое решение с точки зрения других важных показателей (задержка данных, сложность декодера и пр.). Ситуация осложняется тем, что на практике с учетом многообразия воздействия внешних условий и характеристик различных изделий СТО, важность дополнительных критериев качества может значительно повышаться. Данные обстоятельства делают целесообразным использование многокритериального подхода при выборе процедуры помехоустойчивого кодирования ТМИ.

В работе [5] выбраны следующие основные показатели качества, характеризующие эффективность применения указанных кодеров: частота ошибок кодового слова, частота необнаруженных ошибок кодовых слов,

энергоэффективность передачи радиосигнала, количество вычислительных операций на бит. С целью применения многокритериального выбора осуществлена нормировка данных показателей и выбраны соответствующие весовые коэффициенты.

С применением многокритериального подхода показано, что для обеспечения минимальных требований к аппаратным затратам на декодирование целесообразно использование кода BCH SEC, что позволяет уменьшить значение показателя  $E_b/N_0$  на 3,8 дБ (с 13,4 до 9,6 дБ) относительно канала без кодирования. Для достижения требуемого качества частоты необнаруженных ошибок кодовых слов целесообразно использование кода LDPC (512,256), что обеспечивает уменьшение значения показателя  $E_b/N_0$  на 10,4 дБ (с 13,4 до 3 дБ) относительно канала без кодирования. В свою очередь, в целях обеспечения компромисса между повышением помехоустойчивости телеметрических радиосигналов и снижением требований к аппаратным затратам на декодирование целесообразно использование кодов CC (3,1/2), CC (5,1/2), LDPC(128,64) и LDPC(256,128), что обеспечивает уменьшение значения показателя  $E_b/N_0$  на 3,8-9,9 дБ относительно канала без кодирования.

Дальнейший выбор конкретного вида кодера для телеметрических радиосигналов возможно осуществить на основе параметров отдельно взятой БСТИ, установленной на СТО.

#### *Библиографический список*

1. Кириллов С. Н., Писака П. С. Процедура монтажа единого носителя телеметрической информации изделий ракетно-космической техники при территориально-распределенных приемных станциях // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2018. № 65. С. 12-18. DOI: 10.21667/1995-4565-2018-65-3-12-18.

2. Лисничук А.А. Процедура многокритериального синтеза сигналов с прямым расширением спектра для адаптации когнитивных радиосистем передачи информации к сложной помеховой обстановке // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2018. № 66-1. С. 9-15. DOI: 10.21667/1995-4565-2018-66-4-1-9-15.

3. Муттер В. М. Основы помехоустойчивой телепередачи информации. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1990. – 288 с.

4. Next Generation Uplink, Green Book, Issue 1, Consultative Committee for Space Data Systems (CCSDS) Report Concerning Space Data System Standards 230.2-G-1, Jul. 2014.

5. С.Н. Кириллов, А.А. Лисничук, П.С. Писака, К.В. Грибко, Многокритериальный подход к выбору процедуры кодирования телеметрических радиосигналов сложных технических объектов // Вестник РГРТУ. 2021. № 75. DOI: 10.21667/1995-4565-2021-75-3-14.

## **ПОДВОДНЫЙ БЕСПРОВОДНОЙ ДВУХЦВЕТНЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ КАНАЛ СВЯЗИ**

Л. В. Аронов

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

Обеспечение функционирования автономных необитаемых подводных аппаратов требует передачи потоков видеоданных с чёткостью не менее стандартной (720x480@15) с бортовых камер на пункт управления. Наличие беспроводного канала позволяет повысить автономность, однако сопряжено с техническими сложностями, связанными со свойствами среды распространения. В ряде работ показано, что оптимальным, с точки зрения требований к подобному каналу является подводный беспроводный оптический канал связи [1-3]. Передача видеоданных по подводному беспроводному оптическому каналу имеет ряд специфических особенностей, в частности морская вода является мутной средой со значительными потерями на поглощения и рассеяние, составляющими для лазера синего диапазона длин волн (460 нм) от 0,043 до 7,5 дБ/м в зависимости от типа воды [2], без учёта геометрических потерь. При этом, дальность, на которую возможно передать поток видеоданных стандартной чёткости составляет 128 м для воды типа «прозрачное море», а для воды типа «прибрежные воды» – 8,5 м с вероятностью битовой ошибки не более  $P_e^b \leq 10^{-8}$ . Возможны различные технические способы повысить предельную дальность передачи данных, например, путём применения помехоустойчивого кодирования. Например, применение кодов Рида-Соломона позволяет обеспечить выигрыш по расстоянию от 33,3% до 56,1%, в зависимости от типа кода, мощности лазера и мутности воды [4].

Возможным способом увеличения дальности действия канала связи является использование двух лазеров и более лазеров одновременно [5], например, полупроводниковый лазер NDB4116 (445 нм) и NDA4116 (473 нм). Имея близкий по значению коэффициент затухания оба лазера, обеспечат передачу видео стандартной чёткости со скоростью 4 Мбит/с на дальность до 128 м. Однако совместное использование даёт возможность разделить поток на два по 2 Мбит/с, в результате дальность передачи данных увеличится до 138 м в воде типа «прозрачное море». При этом расчёты показывают, что применение аналогичной схемы в воде типа «прибрежные воды» значимого результата не даёт.

Недостатком предложенной схемы является необходимость усложнения оптической системы, в том числе использование светофильтров. Однако несмотря на недостатки такой подход является перспективным, т.к. даёт возможность использовать сложные виды модуляции, что в перспективе позволит увеличить дальность передачи данных.

### *Библиографический список*

1. Кириллов С.Н. Пропускная способность подводного оптического канала передачи информации с кодоимпульсной модуляцией

по интенсивности [Текст] / С. Н. Кириллов, Л. В. Аронов // Вестник РГРТУ – 2020. – № 4 (74). – с. 3-13. DOI: 10.21667/1995-4565-2020-74-3-13к.

2. Kaushal H. Underwater optical wireless communication [Текст] / Н. Kaushal, G. Kaddoum // IEEE Access, volume 4, 2016, pp. 1518-1547.

3. Кузнецов С. Система оптической связи в подводной среде [Текст] / С. Кузнецов, Б. Огнев, С. Поляков // Первая миля. – 2014 – № 2 – с. 46-51.

4. Аронов Л. В. Коды Рида – Соломона в подводном оптическом канале передачи информации с кодоимпульсной модуляцией по интенсивности [Текст] / Л. В. Аронов // Вестник РГРТУ – 2021. – № 4 (78). – с. 12-20. DOI: 10.21667/1995-4565-2021-78-12-20

5. Meiwei K. 10-m 951-Gb/s RGB laser diodes-based WDM underwater wireless optical communication [Text] / K. Meiwei, L. Weichao, A. tariq, R. Sarwar, Y. Chuying, Q. yang, Q. Fengzhong, X. Zhiwei, J. Han, J. Xu // Optics Express – 2017. – No. 17, vol. 25. – с. 20829-20834. DOI: 10.1364/OE.25.020829.

## **ОПЕРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТРАФИКОМ В ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ ПАКЕТНОЙ КОММУТАЦИИ**

А. Ю. Борисенко

Научный руководитель – Лиманский Н. С., к.т.н., доцент

### **Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики**

При отказе одного из узлов сети или потере физического соединения между двумя соседними узлами целый сегмент или несколько сегментов сети становятся недоступными на неопределенный срок, что является негативным фактором в системе обслуживания мультисервисных сетей связи.

Проблема решается добавлением резервных линий связи. Но при замыкании сегмента сети со стандартным протоколом Ethernet (IEEE 802.3) линейной или кольцевой топологии возникает коллизия («петли») ввиду лавинного увеличения потока широковещательных сообщений. Вышеописанную проблему «петель» решает применение на коммутаторах протокола STP. В настоящее время существуют следующие версии протоколов связующего дерева:

- IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol (STP);
- IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP);
- IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP).

Протокол связующего дерева Spanning Tree Protocol (STP) позволяет строить древовидные, свободные от петель, конфигурации связей между коммутаторами локальной сети. Протокол Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) является развитием протокола STP. Он значительно ускоряет время сходимости коммутируемой сети за счет мгновенного перехода корневых и назначенных портов в состояние продвижения. Протокол Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP), являющийся расширением протокола RSTP, в дополнение к обеспечению быстрой сходимости сети позволяет настраивать и осуществлять балансировку нагрузки трафика. Все

вышеописанные протоколы имеют общий недостаток – достаточно большое время сходимости, составляющее от 1с до 50с.

У различных вендоров есть протоколы, позволяющие отказаться от протокола STP и его модификаций, сократить время восстановления работоспособности сети. Например, у компании Extreme Networks – Ethernet Automatic Protection Switching (EAPS). Он предназначен для поддержки топологии, исключающей заикливание трафика и ее перестроение в случае нарушений на L1-L2 в кольцевых сетях Ethernet. Подобный механизм есть и у компании Huawei - Rapid Ring Protection Protocol (RRPP). Данный протокол позволяет предотвратить появление петель на сети и обеспечивает быструю сходимость, что влечет за собой уменьшение времени простоя сети. В сетях, где применяются вышеописанные протоколы EAPS и RRPP, скорость восстановления работоспособности не превышает 50-200 мс. Спецификой данного типа протоколов является ограниченность возможности их применения в устройствах иных производителей.

В работе рассматривается случай настройки оборудования вендоров SNR и D-Link, поддерживающих протокол резервирования Ethernet Ring Protection Switching (ERPS), разработанный компанией Allied Telesis. Рассмотрим его подробнее. ERPS - протокол, позволяющий осуществлять резервирование канала путем физического создания петель и их логической блокировки. Показатель времени сходимости у данного протокола составляет миллисекунды (от 50 до 200мс).

Рассмотрим особенности настройки протокола ERPS на коммутаторах D-Link серии DGS-3420-26, DGS-3000-18 и SNR – S2982G-14TE, схема соединения которых представлена на рис. 1.

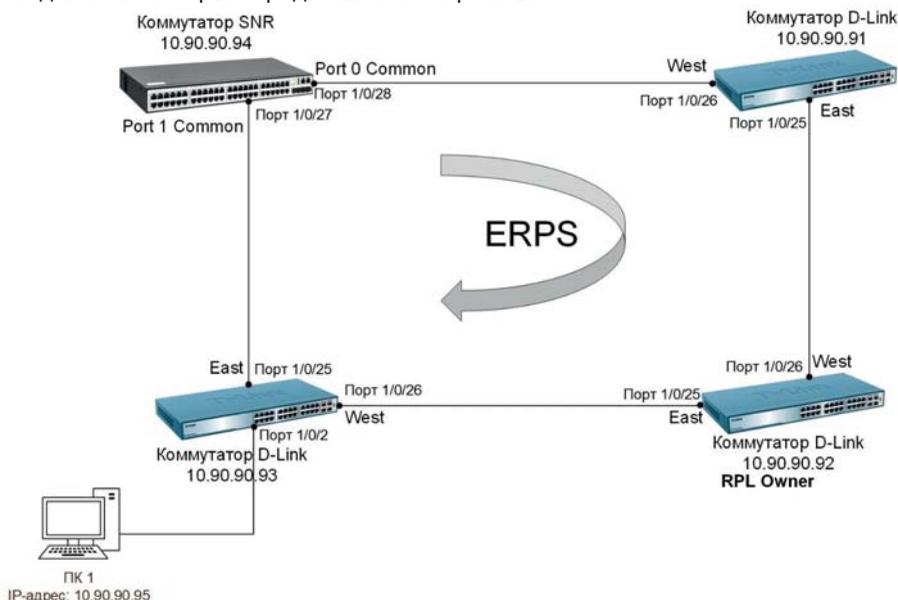


Рис. 1 – Схема соединения

При нормальных условиях работы (когда не происходит сбоев в работе других каналов кольца) зацикливание трафика, передаваемого по кольцу, предотвращается путем его блокировки на одном из каналов кольца. Этот канал называется каналом защиты кольца (Ring Protection Link, RPL). То есть порт 1/0/26 коммутатора 10.90.90.92 блокируется и не используется для передачи трафика. Таким образом, физическое кольцо будет поддерживать логическую кольцевую топологию (без петель).

При обрыве связи в кольце разорванный канал блокируется, RPL Owner получает сигнал и включает заблокированный порт RPL. При восстановлении сигнала на упавшем порту коммутатор заблокирует его на время, указанное в параметре WTR (wait-to-restore) Time. Он нужен для того, чтобы предотвратить частое переключение RPL порта, если соединение на каком-то участке кольца очень часто меняет состояние. Таймер используется только узлом RPL Owner. После восстановления связи RPL вновь блокируется.

Таким образом, резервирование сети играет ключевую роль в повышении надежности и работоспособности сети, а использование протокола ERPS обеспечивает уменьшение времени восстановления сети в случае аварии.

## **ВЛИЯНИЕ ФАЗОВОЙ АДАПТАЦИИ НА СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УЗКОПОЛОСНОЙ ПОМЕХИ В АНТЕННОЙ РЕШЕТКЕ**

Буй Куок Вьонг

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

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

В настоящее время антенные решетки широко используются в качестве направленных антенн радиотехнических систем. Диаграмма направленности антенной решетки регулируется путем изменения фазового распределения токов на облучающих элементах. Это позволяет использовать алгоритмы адаптации антенной решетки для подавления широкополосной помехи путем формирования нулей в диаграмме направленности. Но в условиях действия большого числа радиотехнических систем в приемном канале присутствуют не только широкополосные, но также и узкополосные помехи. Возникает задача эффективного комплексирования компенсаторов узкополосных и широкополосных помех в отдельности [1]. В работах [2,3] предложено для подавления узкополосных помех использовать линейные фильтры, а для подавления широкополосных помех применять антенные решетки с фазовращателями. Линейный режекторный фильтр, используемый для подавления узкополосных помех, учитывает их спектральные характеристики. При адаптации антенной решетки изменяется форма диаграммы направленности, что приводит к мультипликативным

искажениям узкополосной помехи и изменению ее спектра. Целью работы является повышение помехоустойчивости путем анализа спектра узкополосной помехи на выходе антенной решетки с фазовым управлением [4] для последующей оптимизации характеристик фильтра.

На рисунке 1 приведена структурная схема системы фазовой адаптации.

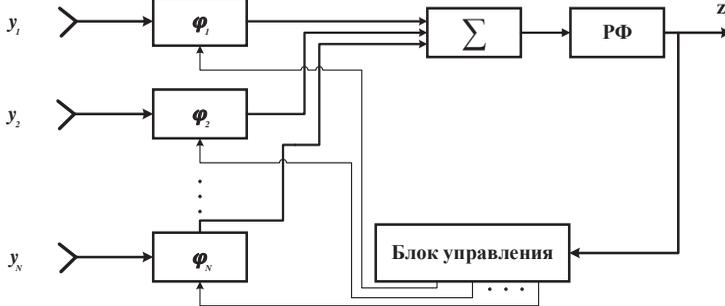


Рисунок 1 - Структурная схема системы фазовой адаптации

Для изучения спектральных характеристик узкополосных помех под действием фазовой адаптации разработана компьютерная модель системы фазовой адаптации. Система адаптации представляет собой  $N$  элементов эквидистантных излучателей с фазовращателями, сумматор и блок управления фазами.

Для проведения вычислительного эксперимента примем следующие значения:  $T$  - период измерения мощности,  $N=5$  - число адаптивных антенн,  $q=10$  - отношение помеха-шум по мощности,  $\alpha_{\text{УП}}=0$  - направление расположения УП,  $\alpha_{\text{ШП}}=\frac{\pi}{6}$  - направление расположения ШП,  $d=\frac{\lambda}{2}$  - расстояние между элементами АР,  $K=15$  - число циклов полной адаптации. Начальные значения фаз в каждой реализации  $\{\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_N\}$  являются случайными величинами с равномерным распределением от 0 до  $2\pi$ . Результат анализа влияния фазовой адаптации антенной решетки на спектральные характеристики узкополосных помех показан на рисунке 2.

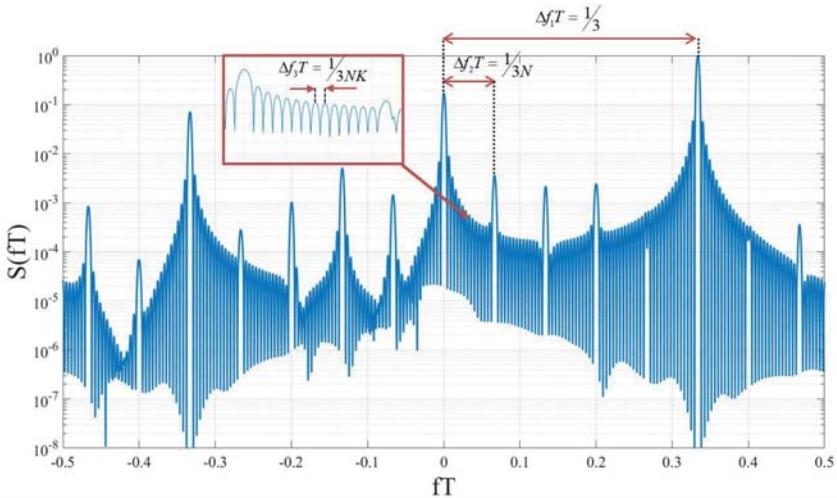


Рисунок 2 – Спектр узкополосной помехи на выходе АР

Проведенный анализ показал, что при применении алгоритма фазовой адаптации [4] спектр узкополосных помех расширяется и на частотах

$$f = \pm \frac{1}{3T}, \pm \frac{n}{3NT}, \pm \frac{n}{3NKT}, \quad n=0,1,2,\dots, \text{ появились максимумы.}$$

#### *Библиографический список*

1. Сосулин Ю.Г. Методы оптимальной обработки сигналов на фоне комплекса помех // Радиотехника и электроника. 1982. - Т.27, №6. - С.1171-1181.
2. Сосулин Ю.Г., Костров В.В., Паршин Ю.Н. Оценочно-корреляционная обработка сигналов и компенсация помех М.: Радиотехника, 2014. - 632 с.
3. Паршин Ю. Н. Хаотическая динамика адаптивной системы компенсации комплекса точечной и протяженной помех // Радиотехника и электроника, 1988. - Т. 43, № 11, с. 1336-1342.
4. Щапов Ю.М. Алгоритм фазовой адаптации антенных решеток произвольной геометрии // Изв. вузов СССР. Радиоэлектроника. - 1990. - Т.33. - №9. - С.30-34.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ СХЕМ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

А.С. Бурькин

Научный руководитель – Вишняков Н.В., доц.

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

В настоящей работе рассматривается ряд проблемных вопросов схемотехнического моделирования сверхвысокочастотных (СВЧ) схем. Современные электронные устройства характеризуются сложными схемотехническими решениями, что требует при их проектировании использовать высокопроизводительные схемотехнические САПР, позволяющие моделировать статические и динамические процессы их работы.

Важным преимуществом моделирования является возможность проведения анализа и внесения корректировок в разрабатываемое схемотехническое решение еще на этапе разработки и проектирования, что сопровождается значительным снижением затрат на производство и испытание опытных образцов радиоэлектронных устройств.

Помимо приема и передачи СВЧ-сигнала, требуется производить его обработку и преобразование, что приводит к усложнению СВЧ-схемы, и в прежнем исполнении они становятся громоздкими. Это приводит к логической необходимости миниатюризации устройства и использования для этого технологии ИМС [1]. Постоянное совершенствование конструкции и технологии производства СВЧ техники ИМС и ГИМС, появление новых активных элементов микросхем, приводит к необходимости модификации моделей надежности, построению новых устройств с использованием современных материалов и технологий.

К наиболее распространенным на настоящий момент САПР можно отнести: *AWR Microwave Office*, обладающий инструментами необходимыми для линейного моделирования, моделирование гармонического сигнала во временной области и электромагнитное моделирование; *FEKO* считается мировым лидером на рынке для анализа и расчета антенн [2].

В настоящее время большое развитие получила САПР *High Frequency System Simulator (HFSS)* компании *AnSoft*, которая предназначена для анализа трехмерных СВЧ структур, в том числе, антенн и невзаимных устройств, содержащих ферриты. *HFSS*, позволяет выполнять расчет электрических и магнитных полей, токов, S-параметров, излучений полей в ближней и дальней зоне [3].

Использование современных САПР позволяет упростить задачу проектирования радиотехнических устройств при существующей тенденции их усложнения и повышения требований к выходным параметрам готовых устройств. Поэтому разработка, моделирование и проектирование устройств СВЧ техники является актуальной научно-технической задачей.

### Библиографический список

1. Александров Р. Монолитные интегральные схемы СВЧ: взгляд изнутри // Компоненты и технологии – 2005 г. - №9

2. Обзор САПР моделирования СВЧ-устройств / Сиркели А.И., Драч В.Е. // Engineering sciences – 2017 г. - №17
3. Банков С.Е., Курушин А.А. Проектирование СВЧ устройств и антенн с Ansoft HFSS – Москва, 2009

## **ИССЛЕДОВАНИЕ АДАПТИВНОГО ГРЕБЕНЧАТОГО БИХ-ФИЛЬТРА В ЗАДАЧЕ ПРЯМОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ УЗКОПОЛОСНЫХ СИСТЕМ**

Р.С. Горюшкин

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

Адаптивные фильтры представляют собой цифровые фильтры с саморегулирующимися характеристиками. Каждый такой фильтр имеет возможность перестраивать коэффициенты в соответствии с алгоритмом адаптации и целевой функцией. Цифровые адаптивные фильтры играют важную роль в задачах цифровой обработки сигналов (ЦОС). Одной из задач, которую способны решать адаптивные фильтры является прямое моделирование неизвестной системы или идентификация.

Для решения задач прямого моделирования могут использоваться как адаптивные фильтры с конечной импульсной характеристикой (КИХ), так и с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ). В том случае, когда моделируемая система представляет собой узкополосное устройство с высоким коэффициентом прямоугольности амплитудно-частотной характеристики, имеет смысл применять адаптивные БИХ-фильтры. Это связано с тем, для реализации адаптивного фильтра в классе цепей с конечной импульсной характеристикой требуется высокий порядок, что приводит к увеличению вычислительных затрат [1].

В работе [2] была предложена двухступенчатая структура адаптивного фильтра, состоящая из последовательного соединения адаптивного гребенчатого и сглаживающего БИХ-фильтров. Был сделан вывод о том, что двухступенчатая схема позволяет получить более точную настройку адаптивной системы.

В данной работе исследуется влияние коэффициента прореживания импульсной характеристики (ИХ) гребенчатого фильтра на точность его сходимости.

В качестве неизвестной идентифицируемой системы был выбран эллиптический фильтр, коэффициент узкополосности которого имеет значение 20, порядок фильтра равен 8. В качестве сглаживающего фильтра использовался фильтр Баттерворта 4 порядка. Порядок адаптивного фильтра был выбран равным 9, в соответствии с рекомендациями, приведёнными в работе [3]. Такой выбор гарантирует сходимость алгоритма к глобальному минимуму.

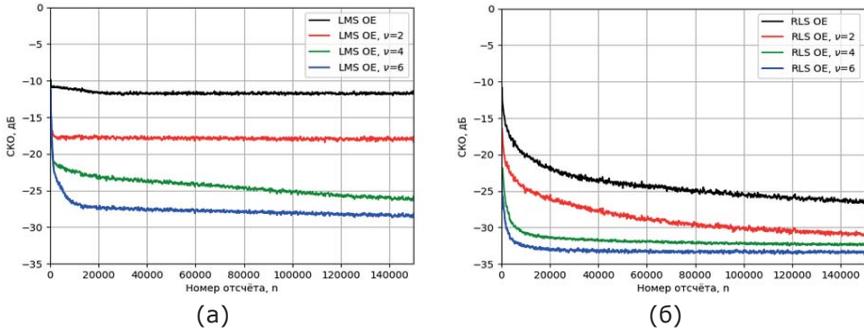


Рисунок 1 – Обучающие кривые алгоритмов МНК (а) и РНК (б)

На рисунке 1 представлены обучающие кривые для двух алгоритмов адаптации: МНК (метод наименьших квадратов) и РНК (рекурсивный метод наименьших квадратов). Коэффициент прореживания ИХ  $\nu$  принимал значения 2, 4, 6. Для сравнения были приведены обучающие кривые для немодифицированных адаптивных БИХ-фильтров.

Как видно на рисунке 1, с увеличением коэффициента  $\nu$  увеличивается точность сходимости, т.е. адаптивный фильтр точнее повторяет характеристики неизвестной системы. Также увеличивается скорость сходимости алгоритма.

Дальнейшее увеличение коэффициента прореживания ИХ повышает требования к сглаживающему фильтру и при заданных условиях эксперимента не имеет смысла, так как ухудшает сходимость алгоритма.

#### Библиографический список

1. Antoniou A. Digital Signal Processing: Signals, Systems, and Filters. New York: McGraw Hill, 2005
2. Горюшкин Р. С. Решение задачи прямого моделирования узкополосных систем с использованием адаптивных гребенчатых БИХ-фильтров // Цифровая обработка сигналов. 2021. №3, с. 54-57
3. Stearns S.D. Error surfaces of recursive adaptive filters // IEEE Trans. Acoust. Speech Signal Process. ASSP-29. 1981. pp. 763–766

### АНАЛИЗ ОТНОШЕНИЯ СИГНАЛ-ПОМЕХА-ШУМ НА ВЫХОДЕ МНОГОКАНАЛЬНОГО СЕНСОРА IoT С ВЗАИМНЫМ ВЛИЯНИЕМ КАНАЛОВ И ОПТИМИЗАЦИЕЙ НАГРУЗОЧНЫХ ИМПЕДАНСОВ

М. В. Грачев

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

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

В настоящее время наблюдается повышенный интерес к беспроводным интеллектуальным взаимосвязанным автономным малоразмерным сенсорам для сбора и контроля данных о состоянии различных объектов. Это

привело к концепции Интернета вещей (Internet of Things, IoT) или Интернета всего (Internet of Everything, IoE) [1]. Расширение сети IoT для коммерческих приложений породило появление промышленного IoT с межмашинным взаимодействием (Machine-to-Machine, M2M). Увеличение числа используемых в промышленных сетях IoT беспроводных сенсоров приводит к повышению требований их автономности, помехоустойчивости и энергоэффективности. Одним из методов решения этих задач является применение многоканальных приемных систем. Однако уменьшение размеров беспроводных сенсоров IoT при увеличении количества каналов приводит к возникновению взаимного влияния каналов, которое искажает как характеристики самого многоканального сенсора IoT, так и наблюдаемого в нем процесса [2]. Целью работы является повышение отношения сигнал-помеха-шум (ОСПШ) на выходе многоканального сенсора IoT с взаимным влиянием путем оптимизации нагрузочных импедансов.

Многоканальный сенсор IoT имеет  $N$  каналов, содержащих антенную систему, перестраиваемые нагрузочные импедансы  $Z_H$ , малошумящий усилитель (МШУ) и блок весовой обработки сигнала. Взаимное влияние между каналами сенсора IoT описывается матрицей взаимных импедансов антенной системы  $Z_A$ . Для согласования импеданса антенной системы с входным сопротивлением МШУ используется предложенная в работе [2] модель согласующей цепи в виде трансформатора и подключенной последовательно к нему реактивности. Задача оптимального приема сигнала на фоне помех решается путем настройки весовых коэффициентов  $w$  в соответствии с выбранным критерием качества. Значение ОСПШ на выходе многоканального сенсора IoT с учетом взаимного влияния определяется следующим выражением [3]:

$$q = \frac{wR_s w^H}{w(R_j + R_N)w^H},$$

где  $R_s$ ,  $R_j$  – матрицы пространственной корреляции сигнала и помех соответственно на входе блока весовой обработки,  $R_N$  – матрица пространственной корреляции шумов антенной системы и МШУ.

Проведен анализ ОСПШ на выходе многоканального  $N=2$  сенсора IoT с взаимным влиянием и оптимальной по критерию максимума ОСПШ весовой обработкой сигнала [3]. Антенная система представляет собой два тонких вертикальных полуволновых вибратора, расположенных в одной плоскости на расстоянии  $d/\lambda$  друг от друга. На антенную систему нормально падает сигнал и одна помеха с направления  $\gamma_j = 40^\circ$ . Отношения сигнал-шум и помеха-шум на входе многоканального сенсора IoT равны  $q_s = 30$  дБ и  $q_j = 40$  дБ соответственно. На рисунке 1 а) показаны зависимости ОСПШ от межэлементного расстояния для многоканального сенсора IoT без взаимного влияния, с взаимным влиянием и самосогласованием каналов  $Z_H(1) = Z_H(2) = 73 - 42j$  Ом и с взаимным влиянием и оптимизацией нагрузочных импедансов  $Z_H(1) = Z_H(2) = Z_{Hopt}$ . На рисунке 1 б) показаны полученные в результате оптимизации значения нагрузочных импедансов  $Z_H$ .

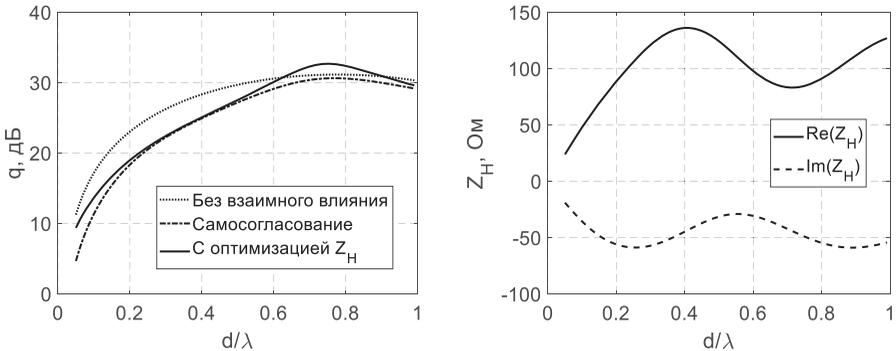


Рисунок 1 – Зависимость а) ОСШ на выходе многоканального сенсора IoT с взаимным влиянием каналов и б) оптимальных нагрузочных импедансов от межэлементного расстояния

Анализ построенных зависимостей показывает, что взаимное влияние каналов сенсора IoT приводит к уменьшению выходного значения ОСПШ на 0,1...2,2 дБ. Оптимизация нагрузочных импедансов позволяет получить выигрыш в выходном значении ОСПШ до 1,6 дБ, повысить энергоэффективность многоканального сенсора IoT.

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № 22-29-01652, <https://rscf.ru/project/22-29-01652/>.

#### Библиографический список

1. L. Davoli, L. Belli, A. Cilfone and G. Ferrari. From micro to macro IoT: Challenges and solutions in the integration of IEEE 802.15.4/802.11 and Sub-GHz technologies // IEEE Internet of Things Journal. - Vol. 5, no. 2. - 2018. - Pp. 784–793.
2. М.В. Грачев, Ю.Н. Паршин. Эффективность оптимального согласования нагрузки многоканального радиотракта в условиях действия пространственно коррелированных шумов // XXIV международная научно-техническая конференция. Радиолокация, навигация, связь. Т.5 - Воронеж: Научно-исследовательские публикации, 2018. – С. 295-300.
3. Р. А. Монзинго. Адаптивные антенные решетки: Введение в теорию / Р. А. Монзинго, Т. У. Миллер. Пер. с англ. – М.: Радио и связь. – 1986. – 448 с.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОМЕТОДНОЙ ОЦЕНКИ СХОДСТВА ВИДЕО ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВИДЕОИНФОРМАЦИИ**

К.В. Грибко, С.О. Алексенко

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

Для оценки качества видеоинформации в системах видеоконтроля и передачи видеоинформации могут быть использованы субъективные и объективные метрики. Метрики первой группы основаны на результатах проведения субъективной оценки видеоизображения группой экспертов. В свою очередь, метрики второй группы основаны на количественной оценке качества видеоизображения [1].

Многометодная оценка сходства видео VMAF (Video Multimethod Assessment Fusion, VMAF). является эталонной метрикой оценки качества видеоизображений и характеризуется относительно высокой коррелированностью с субъективными оценками [2]. При вычислении значения метрики используется несколько показателей качества, результаты расчета значений которых анализируются с помощью метода опорных векторов. Определяются следующие показатели: индекс точности визуальной информации (Visual Information Fidelity, VIF), метрика потери детализации (Detail Loss Metric, DLM), средняя разность пикселей (Mean Co-Located Pixel Difference, MCPD) и антишумовое отношение сигнал-шум (Anti-Noise Signal-to-Noise Ratio, AN-SNR). Показатель VIF – индекс визуальной достоверности информации, расчет значения данного показателя основан на моделировании источника эталонного изображения, искаженного изображения и визуальных искажениях, объясняющихся сложными особенностями восприятия человеком зрительной информации. Отсюда показатель VIF характеризует потерю точности информации. В свою очередь, показатель DLM количественно определяет потери детализации изображения, т.е. показывает степень потери заметных деталей, которые могут отвлекать внимание человека от просмотра видеоролика. Показатель MCPD вычисляет временную разницу между кадрами, сравниваемых видеопоследовательностей по компоненту яркости. Показатель AN-SNR определяет антишумовое соотношение сигнала к шуму.

В ходе разработки алгоритма многометодной оценки сходства видео применялись технологии машинного обучения, для этого использовалась модель, задача которой максимально точно отразить особенности зрительного восприятия человеком видеоинформации. В основе алгоритма лежит многокритериальный подход, то есть учитываются слабые и сильные стороны используемых элементарных метрик. После вычисления элементарных метрик, с помощью метода Support Vector Machine (SVM), они были объединены в конечную единую метрику. Метод SVM использовался для присваивания каждой из используемых элементарных метрик весового коэффициента, это позволяет сохранить сильные стороны определенных метрик и повысить точность конечной оценки [3].

Таким образом, вычисленные значения метрик суммируются с учётом рассчитанных весовых функций, в результате обеспечивая один выходной балл. Количественно конечная оценка может принимать значение в

диапазоне 0-100 для каждого отдельного кадра видеопоследовательности. Затем по полученным оценкам, используя среднее арифметическое, может быть рассчитана общая оценка качества видеопоследовательности.

#### *Библиографический список*

1. Дмитриев, В. Т. Применение нестандартных метрик для оценки качества видеoinформации / В. Т. Дмитриев, С. О. Алексенко // Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2022 : Сборник трудов V Международного научно-технического форума. В 10-ти томах, Рязань, 02–04 марта 2022 года / Под общей редакцией О.В. Миловзорова. – Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет, 2022. – С. 183-186. – EDN NYHYBO.
2. Toward A Practical Perceptual Video Quality Metric / Z. Li, A. Aaron, I. Katsavounidis, et al. — 06.06.2016 // The Netflix TechBlog. URL: <http://netflixtechblog.com/toward-apractical-perceptual-video-quality-metric-653f208b9652> (дата обращения 15.10.2022)
3. Никин В.В., Гарина С.В. Обзор методов и средств оценки качества кадров в видео-файле // International journal of professional science. 2020. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-metodov-i-sredstv-otsenki-kachestva-kadrov-v-video-fayle> (дата обращения: 07.10.2022)

### **МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОЕ УСТРОЙСТВО СИСТЕМЫ ЭКСТРЕННОГО ЭКСПРЕСС ПОИСКА ОБЪЕКТОВ В ТРУДНОДОСТУПНЫХ РАЙОНАХ**

С.В. Григорьев

Научный руководитель – Шустиков О.Е., к. т. н., доцент

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

Задача поиска в труднодоступных районах (леса, горы и т.д.) может быть решена с помощью базовой станции (БС) сотовой связи стандарта GSM, квадрокоптера, кабельной системы и спец-тросов. Под объектом поиска будем понимать любой объект, в котором установлена SIM карта сотового оператора. Это может быть потерявшийся человек со смартфоном или планшетом, стадо животных с «умными» ошейниками, пропавшая дорогостоящая техника или оборудование. Для их нахождения специализированный авто-комплекс размещается в зоне поиска. Далее он подключается посредством радиорелейной линии связи к антенно-мачтовому сооружению сети оператора связи. В качестве БС, размещаемой на квадрокоптере, может использоваться, Nokia ultrasite, которая соединяется специализированной кабельной системой к точке сетевого доступа на автомобильном комплексе. Работа данной системы показана на рис.1



Рисунок 1

Для реализации процедуры необходима разработка микроконтроллерного устройства (МКУ), которое будет интегрировано в БС. Оно обеспечит перехват служебных сообщений сигнализации в базовой станции, которая, в свою очередь взаимодействует с SIM картами пропавших объектов. Таким образом, МКУ будет считывать в сообщениях сигнализации международный мобильный номер-IMSI, мощность излучения оборудования объекта поиска, время распространения сигнала от базовой станции до оборудования объекта поиска. Совокупность раннее указанных параметров обеспечит расчёт точного местоположения объекта поиска на основе разрабатываемого алгоритма в МКУ

На рис.2 представлена схема подключения МКУ к архитектуре базовой станции, Nokia ultrasite. МКУ подключается к шине данных F-bus между блоками BCF (блок управления базовой станцией) и TRX (приемопередатчики)

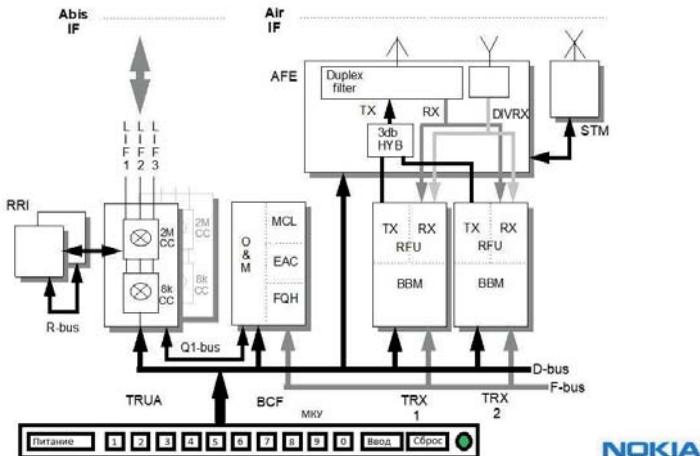


Рисунок 2

Начало работы МКУ начинается после кнопки включения электропитания. Для начала ввода требуется нажать кнопку ввода IMSI, вводится мобильный номер объекта поиска и кнопка завершения ввода. Далее устройство осуществляет сканирование попыток регистрации введенного IMSI на БС, после фиксации параметров объекта поиска выполняется расчет его координат местоположения.

Оценочная погрешность определения местоположения объекта поиска, согласно проведенным расчетам, составит 20-50 метров, в зависимости особенностей рельефа местностей и условий распространения радиоволн

## **ПРЕДНАМЕРЕННЫЕ И НЕПРЕДНАМЕРЕННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА РАДИОКАНАЛ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ИНФОРМАЦИИ С ВОЕННОГО КОМПЛЕКСА**

А. С. Гусев

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

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

Во время передачи телеметрических данных с военного комплекса радиоканал может быть подвергнут различного рода воздействиям, мешающим осуществлять прием информации и последующий ее анализ с целью подтверждения работоспособности системы. В общем случае по характеру возникновения их разделяют на непреднамеренные и преднамеренные. В данном докладе речь идет о воздействиях на радиоканал, построенный на основе технологии Wi-Fi 2,4 ГГц.

К непреднамеренным или случайным можно отнести воздействия, вызванные различными погодными условиями. Все они в той или иной мере влияют на такие показатели как мощность сигнала, дальность и скорость передачи информации. [1]

Поглощение и рассеяние радиоволн сантиметрового диапазона дождевыми каплями ярче выражен при высоких значениях частоты сигнала, то есть чем ближе по величине диаметр капель к длине волны. Из этого следует, что величина воздействия зависит от интенсивности дождя. В системах Wi-Fi 2,4 ГГц влияние осадков менее выражено, чем в Wi-Fi 5 ГГц. [2] Однако частота 2,4 ГГц практически совпадает с частотой резонанса молекул воды 2,45 ГГц, в связи с чем свой вклад в ослабление сигнала вносят намокшие деревья и кустарники, задерживающие часть радиоволн, проходящих через листву. Здесь же стоит сказать, что 1 метр кроны дерева ослабляет сигнал до 6 дБ, когда листва находится внутри 60% первой зоны Френеля. [3] Поэтому стоит предусмотреть в военном комплексе ряд технических решений с целью предотвращения уменьшения дальности передачи сигнала при прохождении в лесистой местности. Снег, в силу своей низкой плотности и количества, оказывает малое влияние, меньшее чем дождь, на передачу информации по радиоканалу.

Изменение температуры, в свою очередь, также оказывает негативное влияние на радиоканал. Любое устройство работает в заданном диапазоне

температур, поэтому перегрев может повлиять на производительность. Это применимо к самому Wi-Fi модулю, установленному на военном комплексе. Повышение температуры может снизить скорость передачи информации и даже вывести из строя устройство.

Также непреднамеренно может влиять вспомогательная или радиолокационная аппаратура самого военного комплекса, настроенная и работающая на частотах, близких к 2,4 ГГц. Поэтому стоит учитывать место расположения модуля беспроводной передачи с антенной на военной машине.

К преднамеренным можно отнести воздействия, вызванные устройствами, целью которых является перехват, просмотр, подмена передаваемой информации или вывод из строя самого радиоканала, передающего или приемного блока с антенной. Зачастую в военных целях используются установки преднамеренных электромагнитных импульсов (ЭМИ) для воспроизведения сверхширокополосных ЭМИ, действия СВЧ излучения, ЭМ импульса ядерного взрыва и другие. Одним из наиболее эффективных методов для защиты радиоканала от подобных устройств является помехозащищенное кодирование передаваемой информации.

#### *Библиографический список*

1. Гейер, Джим. Беспроводные сети. Первый шаг: Пер. с англ. — М.: Издательский дом "Вильямс", 2005. — 192 с.
2. Кхыонг Н.В. Оценка влияния метеобразования на распространение радиоволн в -диапазоне// Труды МФТИ. 2020. Том 12, № 3
3. Попов В. И. Распространение радиоволн в лесах. М.: Горячая линия – Телеком, 2015

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СОГЛАСОВАНИЯ ПЕРВИЧНОГО И ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО КОДЕКА ПРИ ДЕЙСТВИИ ПОМЕХ В КАНАЛЕ СВЯЗИ**

В.Т. Дмитриев, Н. В. Цуркан

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

В современном мире по каналам связи передается огромные объемы речевой информации. К сожалению, речь человека является избыточной в виду неравномерного распределения отсчетов сигнала, высокой корреляцией между соседними отсчетами, паузами между слогами, словами, фразами и т.д. Задача по устранению избыточности речевого сигнала, с целью повышения эффективности использования канала связи, возлагается на речевые кодеки [1].

Цифровой канал связи, как и любой аналоговый канал, находится в сильной зависимости от влияния помех. Снижение вероятности ошибок может быть достигнуто путем повышения энергетических характеристик системы передачи, что не всегда является экономически оправданным решением. Одним из решений повышения достоверности передачи речевого сигнала и защиты его от ошибок является использование

алгоритмов помехоустойчивого кодирования [2]. В то же время возможны случаи возрастания количества ошибок в канале связи, что приводит к тому, что помехоустойчивый код не может исправить все ошибки и они попадают в первичный декодер. Для многих первичных кодеков это может привести к значительному снижению качества восстановленной речи на приемной стороне, а для некоторым даже полным срывом связи. В то же время существуют помехоустойчивые первичные кодеки, которые способны справиться с определенным процентом ошибок в канале связи без существенной потери качества.

Проанализированы различные сочетания первичного и помехоустойчивого кодирования речевого сигнала с целью выявления наиболее оптимальных их сочетаний, обеспечивающих наилучшее качество восстановленной речи при максимальной исправляющей способности ошибок в канале связи, а также наименьшую скорость передачи в канале связи.

Построена таблица со множеством различных сочетаний первичного и помехоустойчивого кодирования, в которой отражены их характеристики, и показано, что в зависимости от конкретного их сочетания, возможно исправление 15-20% битовых ошибок на приемной стороне при внесении избыточности 35-40% к входному сигналу и изменение канальной скорости в 1,2-1,5 раз.

#### *Библиографический список*

1. Мищенко В.Н. Системы подвижной радиосвязи и радиоопределения. // БГУ информатики и радиоэлектроники. 2008. - С. 73.
2. Золотарев В.В., Овечкин Г.В. Помехоустойчивое кодирование. Методы и алгоритмы: Справочник // М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 15-16 с.

### **МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ ОГРАНИЧЕНИЯ УСЛУГ СВЯЗИ**

Дружков М.Ю

Научный руководитель – Шустиков О.Е., к.т.н., доцент

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

Ограничение пользователей в услугах связи на определенной территории или объекте может быть решена с помощью базовой станции (БС) сотовой связи стандарта GSM, которая может адаптивно изменять код сети (MNC). Тогда мобильное абонентское устройство (МАУ) будет иметь возможность регистрации в сети связи и получения услуг, если излучаемый MNC совпадает с IMEI сим карты оператора. И не сможет зарегистрироваться в сети связи, если излучаемый БС MNC будет отличаться от IMEI сим карты оператора.

Для реализации данной процедуры необходима разработка микроконтроллерного устройства (МКУ), которое будет интегрировано в БС (например, производства NSN – NokiaSiemensNetwork) и адаптивно

изменять MNC на корректный или некорректный в ответ на попытку регистрации конкретного IMEI с каждого МАУ.

Чтобы перевести режимы работы всех МАУ в зоне ограничения услуг связи из режимов работы по технологиям LTE и WCDMA в режим работы по технологии GSM целесообразно использовать универсальный постановщик цифровых помех. Например, «Контур-Ф», который будет ставить помехи в диапазонах частот работы LTE и WCDMA, принуждая тем самым регистрацию МАУ в сети GSM (рис.1).



Рисунок 1

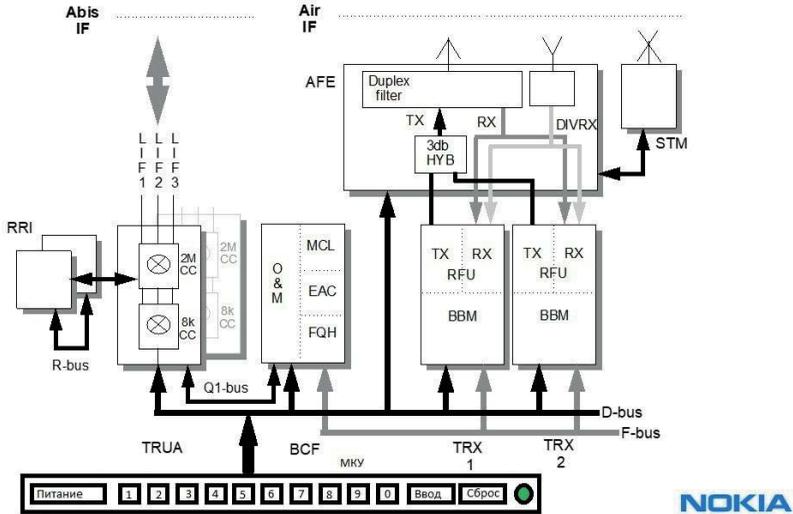
В данной системе главной задачей MKU при защите информационного периметра или объекта - является своевременное ограничение злоумышленников в доступе к сетевым ресурсам, не создавая препятствий в доступе к сети другим абонентам.

Создаваемый микроконтроллер служит в качестве промежуточного звена между абонентами и GSM станцией (рис 1), где использование всех мобильных устройств запрещено или разрешено только определенным лицам. В данном случае происходит разделение списка абонентов на «белых» (разрешенным иметь выход в сеть) и «черных» (запрещенных).

Так же включение данного микроконтроллера может происходить на постоянную передачу (локальную или дистанционную) при сообщении о нападении по номеру 112, в этот момент все телефоны переходят в режим GSM и посылают запрос о регистрации в сети с микроконтроллером. Он отказывает в доступе абонентам «белого списка», и они подключаются к GSM станции своих сетей и остаются на связи, а вот телефоны «черного списка» регистрируются в буферных БС нашего микроконтроллера. Террористы и заложники становятся недоступными для входящих звонков, а их исходящие вызовы будут регистрироваться в АРМ с указанием набираемых номеров. АРМ ведет контроль и непосредственную связь в случае переговоров с террористами.

В конечном итоге при разработке микроконтроллера достигаются цели:

- в быстром ограничении к доступу в сеть несанкционированных лиц на территории объекта;
- подавление входящих сигналов на телефоны, которым запрещено использование сети внутри данного помещения;



**NOKIA**

Расчетное количество абонентов, которые смогут получать услуги сотовой связи через данные БС – 32 абонента.

## **РАЗРАБОТКА МИКРОКОНТРОЛЕРНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ КОНФИГУРАЦИИ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ БАЗОВОЙ СТАНЦИИ СОТОВОЙ РАДИОСВЯЗИ**

В.А. Ерофеев

Научный руководитель – Шустиков О.Е., к.т.н., доцент

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

В стратегии строительства сетей сотовой радиосвязи, в основном, рассматриваются два подхода по размещению базовых станций (БС). Indoor подход предполагает размещение оборудования в изолированных помещениях с организацией микроклимата, пожарной безопасности и системы доступа. Недостатками данного подхода являются высокая стоимость содержания такого объекта связи, что обусловлено необходимостью делать периодическое техническое обслуживание вспомогательных систем и значительным потреблением электроэнергии. В конечном счёте это влияет на себестоимость услуг связи и снижает конкурентные преимущества оператора связи.

Поэтому в настоящее время преобладает Outdoor подход, когда оборудование БС размещается на крыше здания или на верхней площадке антенно-мачтового сооружения. В этом случае коммерческая эффективность существенно возрастает по причине отсутствия множества издержек.

Однако, в случае строительства БС Outdoor типа возникают сложности с её конфигурацией. Например, в холодное время года затруднительно подключиться к БС с помощью ноутбука и провести аналитическую работу по конфигурации оптимальных параметров, которые зависят от типа БС, частотного диапазона, размещения и рабочих частот соседних БС, рельефа местности, высоты размещения антенн и других факторов.

В этом случае, целесообразно использовать микроконтроллерное устройство (МКУ), которое автоматически рассчитывает оптимальные параметры БС и проводит их установку в модуле управления посредством оперативной интеграции МКУ в БС.

Схема подключения МКУ представлена на рис.1. При включении кнопки электропитания МКУ готово к работе. Далее нажимается кнопка выбранной конфигурации. МКУ позволяет сохранить 10 видов конфигурации в зависимости от высоты размещения антенн БС, окружающей радио обстановки частот излучения и других параметров. После завершения процесса загорится индикатор завершения.

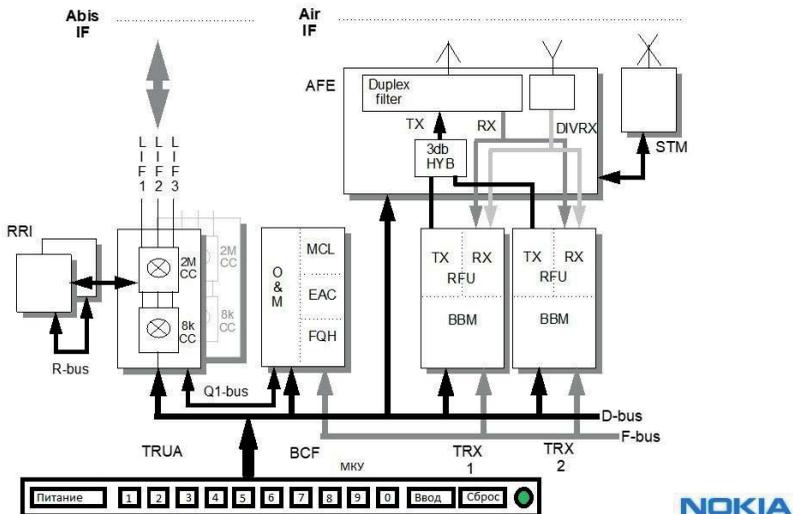


Рисунок 1

При практическом применении данного устройства, процесс конфигурации должен упрощаться за счет:

- дистанционная конфигурация оптимальных параметров базовой станции;

- снижения вероятности ошибки (из-за отказа от ручного труда, а, следовательно, и исключения человеческого фактора);
- экономии временного ресурса (из-за высокой производительности микроконтроллерной техники, в сравнении с ручным методом);
- возможности не брать с собой компьютер (если решаемые задачи не превышают спектр возможностей разрабатываемого устройства).

## **ФОРМИРОВАНИЕ ЛУЧА С ПОМОЩЬЮ ПАССИВНЫХ РЕТРАНСЛЯТОРОВ**

Исса Махмуд

Научный руководитель – Суханов Д.Я., д-р физ.-мат. наук, профессор  
**Томский государственный университет**

При проектировании антенной решетки в системах радиолокации и связи часто желательно получить диаграмму направленности с минимальной шириной луча и уровнем боковых лепестков. Цель формирования луча в системах связи состоит в том, чтобы максимизировать мощность принимаемого сигнала каждого пользователя при минимизации мощности сигнала помех от других источников, следовательно, увеличивая пропускную способность [1]. Различные конфигурации антенных решеток во многих исследованиях предлагаются и изучаются с точки зрения формирования луча. Используются и изучаются архитектуры концентрических круглых решеток [2-3], спиральной архитектуры [4] и прямоугольной решетки [5], чтобы получить минимальную ширину луча и более низкий уровень боковых лепестков.

В этой работе, начнем со сравнительного исследования конфигураций плоских прямоугольных, круглых и логарифмически спиральных антенных решеток с точки зрения ширины луча и уровня боковых лепестков, рассматривая размещение антенн в каждой конфигурации. Это размещение оптимизировано с помощью генетического алгоритма [6]. Для концентрических окружностей используются две окружности с равномерным распределением антенн, затем определяются четыре параметра: радиус внутренней окружности; радиус внешней окружности; количество антенн во внутренней окружности; количество антенн во внешней окружности. Логарифмическая спиральная архитектура определяется как:

$$\begin{aligned}\tilde{X} &= a \exp(b\theta_m) \cdot \cos(\theta_m) \\ \tilde{Y} &= a \exp(b\theta_m) \cdot \sin(\theta_m)\end{aligned}\quad (1)$$

рассматривая равномерный угловой шаг, определяются три параметра:  $a$ ,  $b$  и  $\theta$ . Единственным параметром для однородного прямоугольного массива является межэлементное расстояние  $d$ . Для одновременного контроля ширины луча и уровня боковых лепестков минимизируемый функционал выполнен в виде:

$$f = \min(\alpha \cdot SSL + \beta \cdot BWL) \quad (2)$$

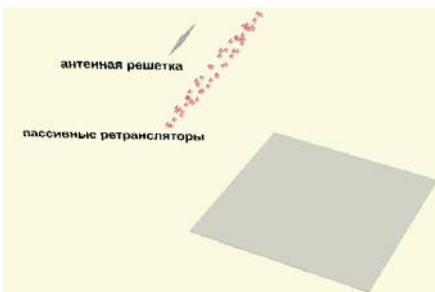
Где  $SSL$  - уровень боковых лепестков,  $BWL$  - ширина луча,  $\alpha$  и  $\beta$  являются произвольными весами для определения важности каждого

параметра. Для  $f=1$  ГГц,  $N=64$  антенны, а максимально допустимый размер апертуры равен  $\frac{N}{2} \cdot \lambda \times \frac{N}{2} \cdot \lambda$ , результаты обобщены в таблице 1.

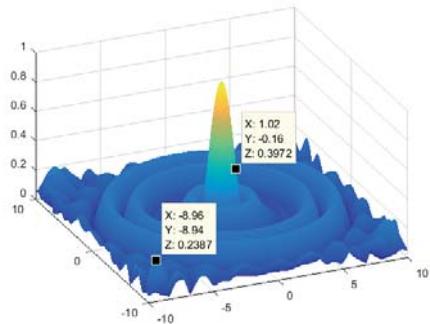
Таблица 1. Полученная ширина луча и уровень боковых лепестков(длина волны= 0,3 м , дальность= 50 м )

	Концентрический круговой массив (размер апертуры = 10 м × 10 м)	спиральный массив (размер апертуры = 10 м × 10 м)	прямоугольный массив 8×8 (при межэлементном расстоянии = 1 м)	прямоугольный массив 8×8 (при межэлементном расстоянии = $\lambda/2$ . м)
радиус ширина луча	0,94 м	1,24 м	1,28 м	4,2 м
нормализованный SLL	0,24	0,32	Максимум повторяется [7]	Максимум повторяется [7]

Однако необходим большой размер апертуры антенной решетки, что непрактично. Вместо увеличения размера апертуры антенной решетки за счет увеличения межэлементного расстояния между антеннами, предлагается увеличить апертуру с помощью пассивных ретрансляторов. В дополнение к их способности повышать производительность в системах MIMO радиосвязи за счет внесения многолучевого распространения в условиях прямой видимости MIMO, а также расширения зоны покрытия и доступа к слепым зонам в условиях отсутствия прямой видимости, пассивные ретрансляторы могут обеспечить формирование узкого луча, как показано на рис 1.



(a)



(b)

Рисунок 1 – Использование пассивных ретрансляторов для формирования луча.

Для прямоугольной решетки 8×8 с межэлементным расстоянием =  $\lambda/2$  м на рис. 1 видно, что нормированный SLL=0,231 и радиус луча = 1 м.

Согласно результатам, можно получить формирование диаграммы направленности с помощью пассивных ретрансляторов без необходимости увеличения апертуры антенной решетки.

*Библиографический список*

1. E. Ali, M. Ismail, R. Nordin, N. F. ABDULAH Beamforming techniques for massive MIMO systems in 5G: overview, classification, and trends for future research // *Frontiers Inf Technol Electronic Eng.* 2017. – pp. 753–772.
2. D. Jamunaa, G. K. Mahanti, F. N. Hasoon Optimized inter-element arc spacing and ring radius in the synthesis of phase-only reconfigurable concentric circular array antenna using various evolutionary algorithms // *Electromagnetics.* – 2020. pp. 104–118.
3. G. Ram, D. Mandal, R. kar, S. P. Ghoshal Design of Circular Antenna Arrays for the Reduction of Side Lobe and First Null Beamwidth Using BFO // *International Conference on Microwave and Photonics (ICMAP), Proc. IEEE, ISM.* – 2013. pp. 1–6.
4. A. Jafargholi, M. Kamyab Pattern optimization in an uwb spiral array antenna // *Progress In Electromagnetics Research M.* – 2010. pp. 137–151.
5. J. Chen, Y. Yin Novel beam forming approach for rectangular planar array // *Microwave and Optical Technology Letters.* – 2020. pp. 1–7.
6. V. R. Lakshmi, G. S. N. Raju Pattern Synthesis using Genetic Algorithm for Low Sidelobe Levels // *International Journal of Computer Applications.* – 2011. pp. 53–57.
7. M. H. Castaneda Garcia, M. Iwanow, R. A. Stirling-Gallacher LOS MIMO design based on multiple optimum antenna separations // *Proc.2018 IEEE 88th Veh. Technol. Conf.* – 2018. pp. 1–5.

**ЛИНЗОВЫЕ АНТЕННЫ ДЛЯ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ**

И.С. Калинин

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

В настоящее время успешность проектов и экономики в целом определяется качеством и скоростью связи. В связи с этим большими шагами происходит развитие космической и, в частности, спутниковой связи. Специализированные критерии для космических аппаратов диктуют также требования для систем связи.

Одной из основных составляющих системы спутниковой связи является антенна, к которой предъявляется ряд требований: остронаправленность, широкодиапазонность, многолучевость, формирование сплошного фронта волны, а также массогабаритные параметры [1]. Более всего по данным критериям подходят антенны сверхвысокой частоты. В данном классе антенн широко распространены линзовые антенны, которые состоят из облучателя и электромагнитной линзы [2]. Кроме того, линзовые антенны позволяют обеспечить многолучевой режим работы, что особенно важно при построении систем спутниковой связи. Распространенные в настоящее

время зеркальные и гибридно-зеркальные многолучевые антенны являются недостаточно эффективными с точки зрения качества связи и имеют большие массогабаритные параметры. Использование линзовых антенн обеспечивает значительное снижение массы и продольных размеров многолучевой антенны при сохранении требований по направленности и сектору сканирования.

Основной целью работы является разработка, расчет и исследование линз разной формы с несколькими типами облучателей. В работе показано, что линзы для радиодиапазонов схожи с оптическими, однако отличие в их особенных свойствах. Основной принцип действия линзы заключается в преобразовании слабонаправленного пучка поляризованных лучей в сплошной волновой фронт на выходе. Соответственно, линзы бывают замедляющие и ускоряющие волновой поток. Для большого числа облучателей чаще всего используют неоднородные линзы.

Работа также предполагает теоретическое исследование и изучение типов линз для многолучевых линзовых антенн, расчет вида линзы для выбранного частотного диапазона и в предполагаемых условиях, а также выбор материала производства. Практическое исследование включает в себя расчет параметров антенны в зависимости от изменения характеристик линзы или облучателя.

#### *Библиографический список*

1. Н.А. Бей, В.А. Вечтомов, Е.Н. Гуркин. и др. Бортовая многолучевая антенна космического ретранслятора // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Приборостроение». 2009.
2. Бей Н.А., Вечтомов В.А., Зимин В.Н. Антенны систем спутниковой связи и навигации: Уч. пособие / под ред. Н.А. Бея – М.: Изд-во «Рудомино». 2010.

## **ОБЛУЧАТЕЛИ ЛИНЗОВЫХ АНТЕНН ДЛЯ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ**

И.С. Калинин

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

Стремительное развитие современных технологий требует постоянного совершенствования средств связи, в том числе космических. Они представляют перспективное направление для предоставления услуг конечному абоненту, а также с точки зрения проведения актуальных научных исследований [1]. Кроме того, спутниковые системы связи на данный момент широко распространены, но содержат ряд технических проблем. Первая — это ограниченность в массогабаритных показателях космического аппарата, которые обусловлены физикой полетов спутников. Вторая - загруженность частотного спектра, которая решается либо путем перераспределения частот Международным союзом электросвязи, либо

изучением более высоких диапазонов частот. Однако одним из главных компонентов системы спутниковой связи является СВЧ антенна [2].

Перспективным направлением при разработке многолучевых антенных решеток является применение крупноапертурных облучателей, позволяющих обеспечивать требуемые массогабаритные характеристики и сектор обзора [3]. Поэтому целью работы является определение возможных вариантов исполнения линзовых многолучевых антенн, используемых в качестве крупноапертурного излучателя более сложной антенной системы. Подобного рода облучатель состоит из радиолинзы и системы круглых волноводов, которые формируют заданное амплитудное и фазовое распределение поля в раскрытие линзовой антенны.

Ценность данного проекта состоит в сравнении видов многолучевых антенн и практическом расчете крупноапертурного излучателя, реализованного в виде линзовой антенны и волноводного облучателя в заданном частотном диапазоне. Расчет и подбор параметров диэлектрической линзы, таких как фокусное расстояние, радиус теневой поверхности и величина диэлектрической проницаемости приводят к увеличению коэффициента усиления. Кроме того, расчет облучателя и исследование его характеристик также позволяет значительно улучшить направленные свойства линзовой антенны и обеспечить наиболее равномерное распределение коэффициента усиления в пределах требуемого сектора обзора.

#### *Библиографический список*

1. Гущин В.Н., Панкратов Б.М., Родионов А.Д. Основы устройства и конструирования космических летательных аппаратов: Учеб. Пособие для ВУЗов. М.: Машиностроение, 1992. – 256 с.
2. Шостак А.С. Антенны и устройства СВЧ. Часть 2. Антенны. Томск – 2010.
3. Л.И. Пономарев, В.А. Вечтомов, А.С. Милосердов. Многолучевая антенная решётка для системы спутниковой связи // Антенны. 2012. No 5. С. 52–65.

### **АВТОГЕНЕРАТОР С ЛИНИЕЙ ЗАДЕРЖКИ НА ПОВЕРХНОСТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛНАХ**

Д.В. Карцев, В.П. Лищицин

Научный руководитель – А.С. Богданов, к-т техн. наук, доцент

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

Рассмотрен составной активный прибор (САП) автогенератора (АГ) с контролируемой устойчивостью (КУ) в полосе частот.

Ключевые слова: автогенератор, поверхностные акустические волны, режимная цепь, стабильность частоты.

Долговременная стабильность частоты автогенераторов, выполненных на линиях задержки на поверхностных акустических волнах (ПАВ), определяется многими факторами, в том числе, температурными

свойствами подложки линии задержки, что необходимо учитывать при проектировании и эксплуатации мощных автогенераторов [1]. Улучшить температурную стабильность автогенератора с линией задержки на ПАВ можно, используя подложку из кварца. Однако, кварц – «слабый» пьезоэлектрик, который требует значительного повышения усиления от активного прибора для восполнения потерь на преобразование электрической энергии. Кроме того, достижение максимального значения коэффициента усиления транзистора вызывает проблемы с устойчивостью. Данные эффекты накладывают значительные ограничения на возможность перестраивать частоту генерации АГ, построенных на одиночных транзисторах.

Следовательно, использование составных активных приборов (САП) в качестве активного элемента мощных АГ позволяет применить стабилизирующие элементы на основе «слабых» пьезоэлектриков, таких как кварц.

Применение в АГ с линией задержки на ПАВ САП с контролируемой в полосе рабочих частот устойчивостью позволяет расширить полосу перестройки частоты генерации таких АГ до значения, которое определяется результирующей полосой пропускания его колебательных контуров, при поддержке мощности выходных колебаний АГ на заданном уровне [2]. Данное свойство обуславливается компенсацией фазового сдвига между первыми гармониками токов коллектора транзисторов  $VT1$ ,  $VT2$  цепью коррекции, включенной между этими транзисторами, на всей полосе рабочих частот, а не только на центральной частоте, поэтому, частоты, на которых находится половинный уровень выходной мощности, определяющий полосу рабочих частот, удаляются от резонансной частоты.

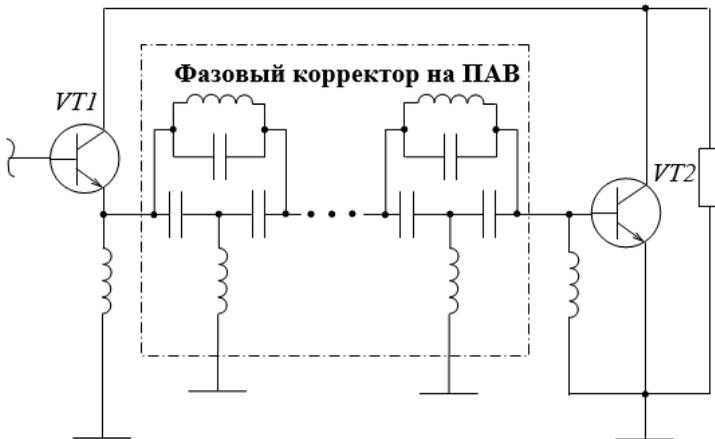


Рисунок 1 – эквивалентная схема САП с КУ для перестраиваемого по частоте мощного АГ.

Применение САП с КУ в качестве активного прибора АГ с элементами на ПАВ также позволяет повысить значение стабильности частоты генерируемых колебаний.

Описанные выше достоинства мощного АГ проявляются вследствие использования в нем цепей коррекции, включенных между эмиттером первого и базой второго транзисторов, вносящих постоянный сдвиг по фазе.

*Библиографический список*

1. Лищишин В.П. Мощный перестраиваемый по частоте автогенератор с линией задержки на поверхностных акустических волнах в цепи положительной обратной связи. Методы и устройства формирования и обработки сигналов в информационных системах: межвуз. сб. науч. тр. / под ред. Ю.Н. Паршина. – Рязань: РГРТУ, 2013. – 134 с., с. 68-73.;

2. Кмита А.М., Кундин А.П., Мальцев О.А. Перестраиваемый ВЧ генератор на основе ПАВ резонатора // Радиотехника. – 1984, №7. – с. 63-64;

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО  
ДВУХТАКТНОГО УСИЛИТЕЛЯ МОЩНОСТИ ДЛЯ ПЕРЕДАЮЩЕГО  
УСТРОЙСТВА**

М.С. Кононенко

Научный руководитель — Васильев Е.В., к.т.н., доцент

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

Усилители мощности радиопередающих устройствах выполнены, как правило, на одном активном элементе на транзисторе или лампе. Такой усилитель имеет сравнительно небольшой коэффициент усиления (КУ), из-за чего для получения большого КУ усилители приходится выполнять по многокаскадной структуре.

Такой подход обладает рядом недостатков: большие массогабаритные показатели, а также необходимость применения межкаскадных цепей согласования для всех каскадов. Исходя из этого, можно сделать вывод о необходимости изменения структуры схемы. Одним из вариантов решения этой задачи является использование в качестве активного элемента каскадной пары транзисторов. Каскадные усилители обладают рядом преимуществ, а именно: повышенный КУ, высокая устойчивость работы усилителя, относительная дешевизна реализации.

Каскадный усилитель представляет собой усилитель, в котором два активных трехэлектродных элемента. Трехэлектродными элементами могут являться транзисторы или лампы. В транзисторном варианте, чаще всего, один транзистор включают по схеме с общим эмиттером (ОЭ), а второй – по схеме с общей базой (ОБ).

Целью работы является разработка и исследование двухтактной каскадной структуры, которая обеспечивает высокий коэффициент усиления, высокую устойчивость и достаточную выходную мощность, чтобы выполнять роль выходного каскада радиопередающего устройства.

Выбор в пользу двухтактной реализации схемы усилителя обусловлен рядом факторов. Двухтактная схема обладает значительно большим коэффициентом усиления, большим КПД, большей выходной мощностью и в спектре выходного сигнала отсутствуют третья и все четные гармоники, сигнала, что значительно снижает искажения после усиления.

В рамках работы был разработан и исследован двухтактный каскодный усилитель, модель данного усилителя в программе Micro-Cap приведена на рисунке 1.

В данной модели транзисторы Q1 и M1, Q2 и M2 являются активными элементами усилителя и представляют собой каскодные пары в виде биполярного и полевого транзистора. Полевой транзистор является низковольтным и обеспечивает усиление входного сигнала по току. Первый транзистор выбран полевым, исходя из его особенностей. У полевого транзистора больше крутизна линии критического режима, чем у биполярного, что обеспечивает больший коэффициент полезного действия (КПД) каскада. Входное сопротивление полевого транзистора больше, чем у биполярного, из-за чего увеличивается коэффициент передачи. Второй транзистор биполярный – высоковольтный, он обеспечивает усиление входного сигнала по напряжению.

Источник сигнала V1 имитирует гармоническое колебание, которое подается на усилитель с предыдущих каскадов. Резистор R10 и конденсатор C17 образуют цепь обратной связи по постоянному току для транзистора M1, R14 и C11 – для транзистора M2. Напряжение смещения для открытия транзисторов M1 и M2 подается от источника V7 через резисторы R13 и R19. Питание схемы 500В от источника V3 через дроссель L3. Источник питания V3 подает напряжения смещения для транзисторов Q1 и Q2.

Резистор R27, дроссель L1, конденсатор C17 образуют трансформирующее Г-звенно для согласования сопротивления усилителя с сопротивлением нагрузки R26. Резистор R26 представляет собой эквивалент антенны 50 Ом.

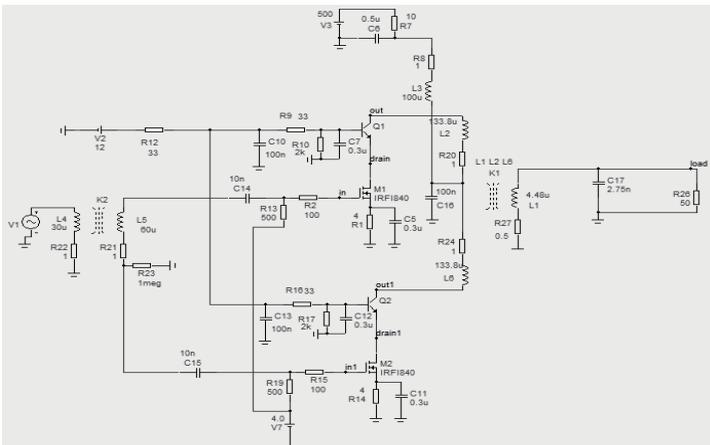


Рисунок 1 – Модель исследуемого каскодного усилителя

При исследовании данного усилителя были сняты: эпюры выходного напряжения, эпюры токов транзисторов, графики входной и выходной мощности, спектр выходного сигнала. При измерении характеристик усилителя получены следующие результаты: выходное напряжение - 90 В при входном - 400 мВ; колебательная мощность - 81,5 Вт; КПД - 55%; КУ по напряжению - 225; КУ по мощности - 31000.

Продолжением работы, с целью получения структуры, обладающей лучшими параметрами, может стать изменение структуры активного элемента усилителя, а именно использование составных транзисторов. Использование составных транзисторов повысит коэффициент усиления и коэффициент передачи.

### **ОБРАБОТКА МНОГОЛУЧЕВЫХ СИГНАЛОВ ПРИ ДЕЙСТВИИ ПРОСТРАНСТВЕННО-КОРРЕЛИРОВАННЫХ ПОМЕХ**

Д. А. Косарев

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

В работе рассмотрены принципы и методы построения систем, которые могут работать в помеховой обстановке. Так же приведены формулы для расчета вероятности ошибки для систем с двумя антеннами. Данная тема актуальна в настоящее время в связи с условиями городов. Один из методов борьбы с пространственно-корреляционными помехами это [1] системы связи, в которых используется несколько передающих антенн и несколько приёмных антенн. Такие системы известны под названием MIMO (Multiple-Input-Multiple-Output).

В системах MIMO, очевидно, и на передающей стороне, и на приёмной стороне используются многоэлементные антенны или антенные решетки. Многоэлементные антенны могут быть использованы таким образом, чтобы сосредоточить энергию в направлении определенного абонента и сформировать соответствующую диаграмму направленности (режим адаптивного формирования луча диаграммы направленности — beamforming). Кроме того, многоэлементные антенны могут быть использованы для формирования нескольких параллельных потоков данных (режим пространственного мультиплексирования — spatial multiplexing).

Совместное использование эффектов пространственного разнесения, пространственного мультиплексирования и формирования луча диаграммы направленности позволяет решить следующие задачи:

- повысить помехоустойчивость системы;
- повысить скорость передачи информации в системе;
- увеличить зону покрытия;
- уменьшить требуемую мощность передатчика.

Однако существующие решения для защиты от помех на основе MIMO [3] в значительной степени зависят от наличия точной информации о

каналах помех, например, соотношение сигналов в каналах, которую трудно оценить в реальных беспроводных системах из-за отсутствия знаний о сигналах помех. Поэтому подавить несколько помех затруднительно.

Методы борьбы с замиранием сигналов:

- система автовыбора с переключением приемников;
- система автовыбора с переключением антенн;
- система линейного сложения сигналов;
- система оптимального линейного сложения сигналов.

Рассмотрим для примера систему с переключением антенн. [2] В системе автовыбора с переключением антенн при  $M$  - кратном разнесении используется всего лишь один приемник. Она состоит из двух разнесенных антенн, одного приемника и переключающего устройства (блока автовыбора). Блок автовыбора подключает антенну, сигнал которой больше установленного порога. Выбранный сигнал, например от первой антенны, принимается до тех пор, пока уровень сигнала на первой антенне не станет больше уровня опорного сигнала. Как только сигнал на первой антенне станет меньше опорного, блок автовыбора переключает приемник на вторую антенну. Если сигналы на обеих антеннах будут меньше порогового, то система будет находиться в состоянии поиска и осуществлять периодическое переключение всех антенн, пока хотя бы на одной из антенн сигнал не станет больше порогового.

Вероятность ошибки при разнесенном приеме частотной манипуляции сигналов с  $M$  антеннами рассчитывается по формуле [2]:

$$P_M = \frac{1}{h_{cp}^2 + 2} \left[ \left( 1 - \exp\left\{ -\frac{h_{npz}^2}{h_{cp}^2} \right\} \right)^{M-1} + \left( 1 - \left( 1 - \exp\left\{ -\frac{h_{npz}^2}{h_{cp}^2} \right\} \right) \right)^{M-1} \right] \exp\left\{ -\frac{h_{npz}^2}{h_{cp}^2} \right\},$$

где  $h_{npz}^2 = \left( \frac{P_c}{P_u} \right)_{npz}$  - пороговое значение отношения мощностей сигнала и

помехи. Наименьшая вероятность ошибки при сдвоенном приеме обеспечивается при некотором значении  $h_{npz}^2 = (h_{npz}^2)_{opt}$ , и определяется следующим выражением:

$$P_2 = \frac{1}{h_{cp}^2 + 2} \left[ 1 - \frac{h_{cp}^2}{h_{cp}^2 + 2} \left( \frac{2}{h_{cp}^2 + 2} \right)^{\frac{2}{h_{cp}^2}} \right]$$

Также для приема сигнала можно использовать адаптивные антенные решетки [4], которые представляют собой систему, состоящую из многоэлементной антенной решетки, адаптивного процессора, работающего в реальном масштабе времени, приемо-передающего устройства и процессора, осуществляющего автоматическую подстройку диаграммы направленности для повышения эффективности приема полезного сигнала. Основная причина использования адаптивных антенных решеток заключается в способности таких систем без априорной информации о помеховой ситуации автоматически обнаружить присутствие источников помех и подавлять их сигналы на выходе.

Из данной работы следует, что система MIMO с методом автовыбора с переключением антенн, где используются адаптивные фазированные решетки, как ни как подходит для компенсации многолучевых сигналов, работающих в помеховой обстановке.

#### *Библиографический список*

1. Бакулин М. Г., Варукина Л. А., Крейнделин В. Б. Технология MIMO: принципы и алгоритмы – М.: Горячая линия – Телеком, 2014. – 244 с.
2. Васильев К. К., Глушков В. А., Дормидонтов А. В., Нестеренко А.Г. Теория электрической связи: учебное пособие УлГТУ, 2008. – 452 с.
3. Huacheng Zeng, Chen Cao, Hongxiang Li, Qiben Yan. Enabling Jamming-Resistant Communications in Wireless MIMO Networks. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8228622> (дата добавления 21.12.2017) - Режим доступа **IEEE Xplore**.
4. Монзинго Р. А., Миллер Т, У. Адаптивные антенные решетки: Введение в теорию Радио и связь: Москва, 1986.- 448 с.

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАЛМАНОВСКОЙ ФИЛЬТРАЦИИ КАНАЛЬНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ MIMO КАНАЛА СВЯЗИ С ПОДВИЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ**

В.И. Кудряшов

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

В настоящее время для повышения пропускной способности радиосистем передачи данных всё чаще применяют технологию MIMO (Multiple Input Multiple Output) [1]. За счёт применения пространственного мультиплексирования и нескольких антенн на приёме и передаче каждый из подканалов MIMO системы образованный одной передающей и одной приёмной антенной может в теории обеспечить пропускную способность, соответствующую одному SISO (Single Input Single Output) каналу передачи данных. На практике пропускная способность такого канала снижается из-за ряда причин, в том числе из-за ошибок оценивания канальных коэффициентов и их устаревания за время между двумя соседними интервалами с пилот-символами вследствие изменения окружающей обстановки между передатчиком и приёмником. Для того, чтобы повысить точность оценивания матрицы канальных коэффициентов  $\mathbf{H}$ , которая определяет связь между передающими и приёмными антеннами, предлагается применить калмановскую фильтрацию.

Целью данной работы является оценка эффективности калмановской фильтрации канальных коэффициентов MIMO канала связи с подвижными объектами.

В качестве модели, описывающей канальные коэффициенты, в первом приближении принята модель марковской последовательности, в которой каждое её последующее состояние зависит от предыдущего [2]:

$$\mathbf{H}(t) = \mathbf{F}\mathbf{H}(t-1) + \mathbf{G}\mathbf{U}(t-1) \quad (1)$$

где  $\mathbf{F}$  – матрица описывающая связь между последующим и предыдущим значением последовательности («снос» последовательности),  $\mathbf{G}$  – диагональная матрица описывающая дисперсию  $D_u$  случайной составляющей последовательности («диффузия» последовательности),  $\mathbf{U}(t)$  – некоррелированный гауссовский формирующий процесс с единичной дисперсией. Модельное время является дискретным:  $t = 0 \dots T-1$ . Далее марковская последовательность была сформирована с помощью матриц  $\mathbf{F}$  и  $\mathbf{G}$ , которые описывают свойства канальной матрицы  $\mathbf{H}$  через автокорреляционную функцию в однокольцевой геометрической модели распространения сигнала [3,4], а также рассмотрен случай, когда матрица канальных коэффициентов была сформирована непосредственно однокольцевой моделью распространения.

Наблюдаемый процесс во всех рассматриваемых случаях может быть записан следующим образом:

$$\mathbf{Y}(t) = \mathbf{X}\mathbf{H}(t) + \mathbf{V}(t) \quad (2)$$

где  $\mathbf{X}$  – известная на приёмной стороне кодовая матрица, необходимая для оценки состояния канала,  $\mathbf{V}(t)$  – некоррелированный гауссовский шум наблюдения с дисперсией  $D_v$ . Уравнения рассматриваемого алгоритма фильтрации подробно описаны в работе [5].

Получены результаты моделирования работы калмановского фильтра матрицы канальных коэффициентов, приведены зависимости дисперсии ошибки оценивания  $D_e$  от ряда параметров рассматриваемой модели. На рисунке 1 показана зависимость дисперсии ошибки оценивания от дисперсии шума наблюдения при использовании марковской модели формирования канальных коэффициентов.

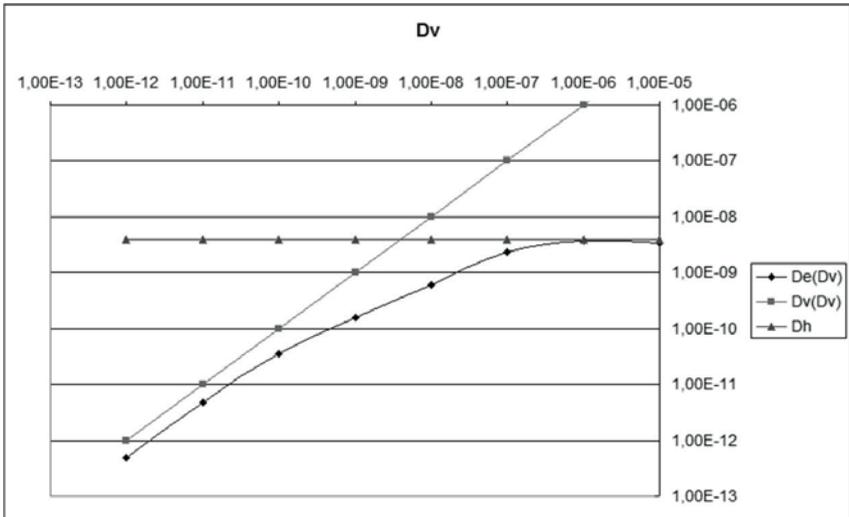


Рисунок 1 – Зависимость дисперсии ошибки оценивания от дисперсии шума наблюдения

*Библиографический список*

1. Бакулин, М. Г. Технология ММО: принципы и алгоритмы / М. Г. Бакулин, Л. А. Варукина, В. Б. Крейнделин. – Москва: Горячая линия – Телеком, 2014. – 244 с.
2. Тихонов В. И. Статистическая радиотехника / Тихонов В. И. – 2-е изд., перераб. и доп.– М.: Радио и связь, 1982. – 622 с.
3. Patzold M., Hogstad B.O. A space-time channel simulator for MIMO channels based on the geometrical one-ring scattering model // Wirel. Commun. Mob. Comput. 2004; 4. P. 727–737
4. Паршин Ю.Н., Кудряшов В.И. Динамическая модель канальных коэффициентов ММО системы передачи информации от движущегося объекта // Радиотехника. 2016. №8. С. 140–147.
5. Loiola M. B., Lopes R. R., Romano J. M. T. Kalman Filter-Based Channel Tracking in MIMO-OSTBC Systems. GLOBECOM 2009 – 2009 IEEE Global Telecommunications Conference, 2009, pp. 1–6, doi: 10.1109/GLOCOM.2009.5425545.

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ И КОЛЬЦЕВЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ SPOOFING ПОМЕХ**

А.А. Кудряшова

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

Спутниковые радионавигационные системы в последнее время стали неотъемлемой частью нашей повседневной жизни, они используются в первую очередь для точного определения местоположения объектов [1]. Чтобы определить местоположение навигационной аппаратуре потребителя (НАП) необходимо принимать одновременно сигнал как минимум от 4 спутников. На НАП часто воздействуют разнообразие помехи. Одними из самых опасных помех являются spoofing помехи, особенностями которых являются схожие характеристики с характеристиками аутентичных сигналов и направление прихода с линии горизонта. В современном мире spoofing помехи встречаются все чаще, поэтому есть необходимость усовершенствовать имеющиеся методы борьбы с ними и разрабатывать новые. Чтобы минимизировать влияние указанных помех, используют пространственно-временную обработку сигналов [2], которая основана на использовании антенных решеток (АР).

Целью данной работы является оценка эффективности применения линейных и кольцевых антенных решеток для подавления spoofing помех.

В работе используется метод оптимальной пространственной обработки сигналов, который представляет собой весовое суммирование сигналов с выходов элементов АР [3].

В результате сравнения эффективности подавления помех линейными АР и кольцевыми АР установлено, что с данной задачей лучше справляются

кольцевые AP. Можно предположить, что аутентичный сигнал должен приходиться сверху от спутников, в то время как spoofing помеха приходит с уровня горизонта, т.к. источник помех находится на земле. В таком случае линейной AP можно подавить помеху в нужном направлении, но при этом возникает ряд проблем, связанных с поворотом самой AP в направлении помехи. Чтобы избежать этих проблем используются кольцевые AP, которые представляют собой систему излучателей, расположенных по окружности.

#### *Библиографический список*

1. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / Под ред. А.И. Перова, В.Н. Харисова. Изд. 4-е, перераб. и доп. - М: Радиотехника, 2010. 800 с, ил.
2. Паршин Ю.Н. Пространственно-временная обработка сигналов и компенсация помех: учеб. пособие. – М.: КУРС, 2021. – 200 с.
3. Монзинго Р. Ф., Миллер Т. У. Адаптивные антенные решетки: Введение в теорию: пер. с англ. М.: Радио и связь, 1986. 448 с.

### **ОБЗОР ТЕХНОЛОГИИ МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЯ С ОРТОГОНАЛЬНЫМ ЧАСТОТНЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ СИГНАЛОВ**

В.Д. Кузнецова

Научный руководитель – Витязев В.В., д-р техн. наук, профессор  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
 им. В.Ф. Уткина**

Со стремительным ростом объёмов передаваемой в системах связи информации растёт и потребность в ресурсах, необходимых для обеспечения качественной и высокоскоростной передачи трафика. Ограниченность частотных диапазонов делает актуальной задачу более эффективного использования частотного ресурса и снижения мощности передатчиков для улучшения электромагнитной совместимости различных служб. Еще одной проблемой является плотная городская застройка, приводящая к многолучевому приёму, эффективных способов борьбы с которым традиционные виды модуляции не дают.

Эффективным решением указанных проблем является применения мультиплексирования с ортогональным частотным разделением сигналов OFDM – Orthogonal frequency-division multiplexing.

Данная технология обеспечивает значительное увеличение полосы пропускания радиоканала за счет улучшения спектральной эффективности, также применение OFDM позволяет увеличить скорость передачи без увеличения занимаемой полосы частот или уровня модуляции. Помимо увеличения спектральной эффективности, OFDM позволяет уменьшить хорошо известные негативные эффекты многолучевого распространения и межсимвольной интерференции. Поэтому данная технология используется в большинстве современных систем беспроводной связи, например, таких, как IEEE 802.11 (Wi-Fi) и IEEE 802.16 (WiMAX) [1].

Основная идея использования OFDM-модуляции состоит в том, чтобы разбить высокоскоростной поток данных на несколько низкоскоростных и передавать их одновременно по нескольким каналам. На рисунках 1 и 2 показаны структурные схемы передатчика и приемника OFDM сигналов соответственно.

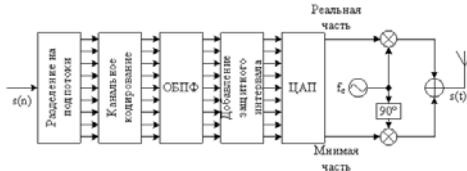


Рисунок 1. Структурная схема передатчика OFDM сигналов

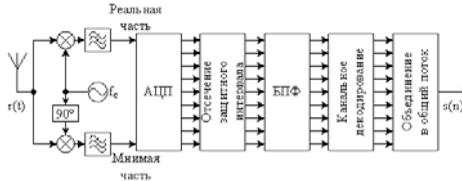


Рисунок 2. Структурная схема приемника OFDM сигналов

OFDM сигнал объединяет множество узкополосных субканалов, каждый из которых может модулироваться на достаточно низкой скорости. Поэтому система испытывает минимальную межсимвольную интерференцию, которой подвержены в основном системы с высокой скоростью модуляции.

Использование технологии OFDM подразумевает перекрытие спектров сигналов. Для реализации такого метода необходимо обеспечить ортогональность между отдельными модулированными несущими. В классическом способе построения системы OFDM для этой цели используют обратное быстрое преобразование Фурье (ОБПФ) на передающей стороне и быстрое преобразование Фурье (БПФ) на приемной стороне. Поэтому, если число частотных каналов  $N$  кратно степени двойки, то происходит многократное уменьшение вычислительных затрат.

Спектр OFDM-сигнала показан на рисунке 3. Из него видно, что на центральной частоте каждого субканала частоты остальных каналов равны нулю, т.е. нет взаимных помех.

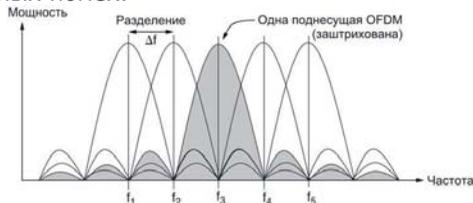


Рисунок 3. Спектр OFDM-сигнала

Популярность данная технология получила благодаря ряду своих достоинств. К ним относят высокую помехоустойчивость, высокую

спектральную эффективность, адаптивное изменение параметров системы, простую реализацию с помощью БПФ, способность эффективной борьбы с интерференцией между поднесущими, возможность применения различных схем модуляции для каждой поднесущей, что позволяет адаптивно варьировать помехоустойчивость и скорость передачи информации и др.

Однако имеются и некоторые недостатки: необходимость высокой синхронизации по частоте и времени, чувствительность к эффекту Доплера, ограничивающая применение OFDM в мобильных системах, неидеальность современных приёмников и передатчиков вызывает фазовый шум, что ограничивает производительность системы, защитный интервал, используемый в OFDM для борьбы с многолучевым распространением, снижает спектральную эффективность сигнала.

Несмотря на эти недостатки, технология OFDM является хорошим решением для использования в современных системах связи. Она с годами совершенствуется, в результате чего появляются новые технологии, использующие в своей основе различные модификации OFDM [2].

#### *Библиографический список*

1. Галустов Г.Г., Мелешкин С.Н. Мультиплексирование с ортогональным частотным разделением сигналов: Учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2012. – 80 с.
2. Витязев В.В., Никишкин П.Б. Банки фильтров и OFDM в системах широкополосной передачи данных со многими несущими. // Научно-технический журнал "ЦОС". -2015. - №4. -с.30-34.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ КОНТЕЙНЕРИЗАЦИИ ДЛЯ СБОРКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

Е. А. Мартынов

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

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

Контейнеризация – это уникальная технология, которая позволяет упаковать код программы и все связанные с ним файлы в один образ. Контейнеры можно легко перемещать и запускать в любой вычислительной среде. Образ контейнера Docker представляет собой легковесный автономный исполняемый программный пакет, который включает в себя все необходимое для запуска приложения: код, среду выполнения, системные инструменты, системные библиотеки и настройки. Контейнерное программное обеспечение, доступное как для приложений на базе Linux, так и для Windows, всегда будет работать одинаково, независимо от инфраструктуры и рабочего окружения. Контейнеры изолируют программное обеспечение от его окружения и обеспечивают его работу, несмотря на различия, например, между разработкой и тестированием.

Преимущества контейнеров:

- Являются стандартом. Компания Docker создала отраслевой общепризнанный стандарт для контейнеров, чтобы их можно было перемещать и запускать в любой среде.

- Не требовательны к вычислительным ресурсам. Контейнеры совместно используют системное ядро операционной системы компьютера и, следовательно, не требуют ОС для каждого приложения, что повышает эффективность сервера и снижает затраты на оборудование и лицензирование.

- Безопасны. Приложения более безопасны в контейнерах, а Docker предоставляет самые надежные возможности для изоляции контейнеров.

Далее будет произведена настройка и запуск простого Docker-контейнера с утилитой nmap внутри, предназначенной для сканирования IP - сетей.

1. Сперва установим на наш компьютер любым доступным способом ПО Docker. Далее находясь в терминале Linux, выполним команду, которая создаст Dockerfile с помощью текстового редактора nano:

```
nano Dockerfile
```

2. Внутри текстового редактора напишем команды для Docker:

```
FROM ubuntu:20.04 #ОС контейнера
RUN apt-get update && apt-get install -y nmap #Установка nmap
RUN mkdir /nmapdir # Создание папки с названием nmapdir
VOLUME /nmapdir # Создание тома
WORKDIR /nmapdir #Задание рабочего каталога
```

Последние две команды нужны для того, чтобы при перезагрузке контейнера, информация внутри не терялась, а оставалась на хосте. Это очень важно, если мы не хотим потерять наши данные.

Все файлы загружаются из публичных репозиториев Docker Hub. Сохраняем файл и закрываем текстовый редактор.

3. Далее из терминала выполняем команду, которая выполнит по очереди все команды из Dockerfile и соберёт наш образ контейнера с именем egor/nmap.

```
docker build -t egor/nmap.
```

Сборка образа контейнера заняла меньше минуты, размер контейнера - 143 Мб.

Таким образом, мы создали Docker – контейнер с ОС Ubuntu 20.04, и предустановленной утилитой nmap. Мы можем встроить наш контейнер в любую среду, например в эмулятор компьютерных сетей GNS3 и использовать его для сканирования сети, а также тестирования различных протоколов передачи данных.

## **СОСТАВНЫЕ АКТИВНЫЕ ПРИБОРЫ В МОЩНЫХ АВТОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТРОЙСТВАХ**

Е.Д. Мелешков, В.П. Лищицин  
Научный руководитель – Богданов А.С. к-т техн. наук, доцент  
**Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф.Уткина**

Теоретические и экспериментальные исследования генераторных ВЧ каскадов, выполненных на основе мощных составных транзисторов, проводились на кафедре радиотехнических устройств Рязанского Государственного радиотехнического университета. В ходе этих исследований были получены схемы структур составных активных приборов – биполярных и гибридных составных транзисторов (СТ) с дополнительными режимными элементами, обеспечивающими возможность их работы на частотах ВЧ и ОВЧ диапазонов, разработаны методы проектирования и расчёта генераторных каскадов на таких составных активных приборах, в том числе, генераторов с внешним возбуждением, умножителей частоты и автогенераторов с элементами на поверхностных акустических волнах, была осуществлена экспериментальная проверка этих каскадов. Использование составных активных приборов в генераторных и радиопередающих устройствах позволяет достаточно эффективно решать вопросы повышение энергоэффективности аппаратуры за счёт сокращения числа каскадов усиления и умножения частоты.

Составные активные приборы представляет собой составное соединение двух и более одиночных транзисторов с нарастающей к выходу структуры составных транзисторов номинальной мощностью, причем транзисторы подбираются с примерно равными граничными частотами и предельно допустимыми напряжениями.

Однако, проведенные исследования охватывают только автогенераторы на составных активных приборах, работающие на фиксированной частоте.

Создание устройств с использованием составных активных приборов можно вести на:

- 1) биполярных составных транзисторах (БСТ);
- 2) полевых составных транзисторах (ПСТ);
- 3) гибридных составных транзисторах (ГСТ), в которых входным является менее мощный полевой транзистор, а выходным – более мощный биполярный транзистор.

Широкая номенклатура возможных вариантов составных транзисторов удовлетворяет самым различным требованиям, предъявляемым к активным приборам, и позволяет устранить недостатки присущих ОТ, используемых в качестве активных приборов для мощных автогенераторов:

а) одиночные транзисторы на средних, по сравнению с граничной, частотах обладают невысокими значениями коэффициента усиления по мощности – КР (как правило, КРОТ не более 10...30 единиц) при удовлетворительной устойчивости. Это заставляет делать достаточно большой величину положительной обратной связи (ПОС), необходимую для возбуждения автогенератора, то есть требуется подача значительной доли мощности из коллекторной цепи автогенератора в базовую цепь. Данное

обстоятельство приводит к росту мощности, рассеиваемой на стабилизирующем частоту элементе и превышению ей предельно допустимых значений, предусмотренных, уже при мощности, отдаваемой автогенератором в нагрузку порядка долей и единиц Ватт. При этом ухудшается стабильность частоты, снижается надежность всего автогенератора в целом;

б) вследствие низкого КПД, так как коэффициент усиления ОТ по мощности мал;

в) входная проводимость транзистора увеличивается с ростом мощности. Одиночный транзистор шунтирует резонатор (в схемах осцилляторного типа) и, таким образом, снижает его стабилизирующие свойства;

г) в мощных автогенераторах на одиночных транзисторах часто более трудно, чем в маломощных автогенераторах, решаются вопросы выполнения условий их мягкого самовозбуждения.

Вышеперечисленные обстоятельства приводят к одному из возможных решений: выполнять мощные источники радиочастотных колебаний на составных активных приборах.

#### *Библиографический список*

1. Мощные кварцевые автогенераторы. Генераторы и умножители частоты на гибридных составных транзисторах: Методические указания для курсового и дипломного проектирования, УИРС и ЦИПС / Рязань радиотехн. ин-т; Сост. Ю.И. Судаков. Рязань, 1991-72с.

2. Радиопередающие устройства: Учебник для вузов / Л.А. Белов, М.В. Благовещенский, В.М. Богачев и др.; под ред. М.В. Благовещенского, Г.И. Уткина. – М.: Радио и связь, 1982-408с.: ил.

3. Судаков Ю.И., Елистратов Н.Ф., Чистяков И.Н. Мощные однокаскадные кварцевые автогенераторы на составных транзисторах // Вопросы радиоэлектроники. Серия общетехническая. - М., 1978. Вып. 9

### **ОПТИМАЛЬНЫЙ ВЫБОР АНТЕННЫ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ВИДЕОДАНЫХ С БОРТА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА В СЛОЖНОЙ ПОМЕХОВОЙ ОБСТАНОВКЕ**

А. В. Метликина

Научный руководитель – Аронов Л. В., канд. техн. наук

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

Основными проблемами на пути создания систем связи беспилотного летательного аппарата (далее - БПЛА) являются следующие: обеспечение радиовидимости между летательным аппаратом (далее - ЛА) и наземным комплексом управления, компенсация большого затухания сигнала на трассе, обеспечение помеховой защищённости.

Прямая видимость между ЛА и наземным комплексом управления может быть достигнута за счет увеличения высоты полета ЛА и

увеличением высоты подъема наземной антенны. Передача информации с высокой скоростью на расстояния более 300 км возможна с использованием ретрансляционного оборудования, спутниковых систем связи, стационарных систем передачи информации. Проблема защиты от любых видов помех решается с помощью подбора оптимальной антенной системы.

Цель данного исследования – подбор оптимальной антенны для обеспечения передачи потока видеоданных с борта БПЛА в сложной помеховой обстановке. В качестве примера рассмотрены различные виды антенн и проанализированы возможности реализации нескольких остронаправленных антенн.

Спиральная антенна характеризуется высокой добротностью и узкой полосой пропускания. Основным недостатком спиральных антенн является их высокая чувствительность к любым предметам, подносимым к антенне, поэтому они плохо подходят для портативной аппаратуры. [1]

Кольцевая антенная решетка может быть использована для создания антенной системы с управляемым направлением максимума диаграммы направленности (ДН) в пределах  $360^\circ$  в плоскости решетки. Коэффициент усиления такой антенной системы зависит от числа излучателей. Достоинством антенных решеток является возможность электрического сканирования двух плоскостях, однако их использование осложняется необходимостью изготовления сложных и дорогих диаграммообразующих устройств. [2]

При реализации нескольких остронаправленных антенн пространственные направления по азимуту разбиваются на сектора. Ширина ДН антенн должна зависит от количества секторов, например если антенн 4, то требуемая ширина ДН составит  $90^\circ$ , а в случае 6 антенн –  $60^\circ$ . Увеличение коэффициента усиления приводит к сужению ДН и увеличению требуемого числа антенн. Следствием этого является увеличение массогабаритных показателей, кроме того, наличие переключаемых элементов неизбежно приводит к перерывам в передаче информации.

Установка остронаправленной антенны на опорно-поворотном устройстве позволяет использовать одну такую антенну для непрерывного слежения за направлением на наземный комплекс управления без разрывов связи. Недостатками такой системы являются проблема оптимальной установки системы на опорно-поворотном устройстве и высокая стоимость необходимых комплектующих. [2]

Адаптивная антенная решетка представляет собой систему, состоящую из многоэлементной антенной решетки и адаптивного, работающего в реальном масштабе времени, приемно-решающего устройства — процессора, осуществляющего автоматическую подстройку диаграммы направленности для повышения эффективности приема полезного сигнала. Надежность систем с адаптивными антенными решетками выше, чем надежность систем с обычными антенными решетками. В адаптивной решетке за счет автоматической подстройки остальных элементов уровень боковых лепестков будет уменьшен до допустимого. Часто характеристики антенной решетки в большей степени зависят от эффектов рассеяния в ближней зоне, чем от диаграммы направленности в свободном пространстве. Например, если антенну с очень малым уровнем боковых

лепестков установить на самолет, то из-за влияния крыльев и хвоста диаграмма направленности полностью изменится. Даже в условиях таких сильных искажений, обусловленных эффектами в ближней зоне, адаптивная решетка способна обеспечивать удовлетворительный прием сигнала. [3]

Именно поэтому адаптивная антенная решётка является оптимальной для обеспечения передачи потока видеоданных с борта БПЛА в сложной помеховой обстановке, с учетом жёстких ограничений на массу и габариты полезной нагрузки.

#### *Библиографический список*

1. Лавров, А. С. Антенно-фидерные устройства. - Москва: Рос техн, 2003. - 368 с.
2. Боев, Н. М. Построение систем связи беспилотных летательных аппаратов для передачи информации на большие расстояния [Электронный ресурс] / Н. М. Боев, П. В. Шаршавин, И. В. Нигруца // URL: <https://uav-siberia.com/news/> (дата обращения: 02.10.2022)
3. Монзинго, Р.А. Адаптивные антенные решетки: Введение в теорию / Р.А. Монзинго, Т.У. Миллер / Под ред. В.А. Лексаченко. - Москва: Радио и связь, 1986. - 448 с.

### **МНОГОЛУЧЕВЫЕ АНТЕННЫ НА ОСНОВЕ ЛИНЗЫ ЛЮНЕБЕРГА**

Е.О. Михайлина

Научный руководитель – Львова И.А., канд. техн. наук, доцент  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
 им. В.Ф. Уткина**

Многолучевые антенны на основе линзы Люнеберга, обладают рядом полезных свойств, необходимых при решении прикладных задач различного назначения. Во-первых, такая антенна осуществляет сканирование лучей практически в любом диапазоне углов; во-вторых, в силу своей симметричной конструкции, линза способна формировать несколько независимых диаграмм направленности одновременно. Это позволяет обеспечить наилучшую развязку каналов. К тому же, линзовые антенны по своему конструктивному исполнению эргономичны и имеют малое аэродинамическое сопротивление, например, ветровым нагрузкам. Так же линза может работать в режиме удаленного облучателя. Поэтому решение задач моделирования и исследования электродинамических свойств и технических параметров антенн на основе линзы Люнеберга является весьма актуальной задачей.

На данный момент наибольший интерес представляют 3 типа линз Люнеберга, это: цилиндрическая, полусферическая и сферическая [1]. С точки зрения практической реализации наиболее простой является линза в виде цилиндра, но по техническим характеристикам наиболее предпочтительна сферическая линза - такая антенна дает возможность обеспечить сектор сканирования луча в 360 градусов.

Моделирование линзовой антенны осуществляется в несколько этапов:

- выбор материала линзы;
  - выбор типа излучателя (несимметричный вибратор, рупор или микрополосковые излучатели);
  - выбор типа линзы: сферическая, полусферическая или цилиндрическая.
- предварительный расчет её конструктивных параметров;
- создание модели линзовой антенны с облучателем в системе автоматизированного проектирования микроволновых устройств;
  - анализ результатов моделирования и, при необходимости, доработка конструкции под требования технического задания;
  - исследование электродинамической модели антенны с целью улучшения её основных характеристик.

Таким образом, на основании проведенного исследования возможна последующая разработка рекомендаций по проектированию антенн на основе линзы Люнеберга, и области их применения.

#### *Библиографический список*

1. Пастернак Ю.Г. Синтез и анализ одной цилиндрической линзы, построенной на основе параллельных печатных плат с электрически малыми рассеивателями / Рогози Е.А., Рогозин Р.Е., Фёдоров С.М // Вестник Воронежского государственного технического университета. Т. 16. – № 4. – 2020. – С. 83-90.

### **ВЛИЯНИЕ АМПЛИТУДЫ МЕШАЮЩИХ ОТРАЖЕНИЙ НА ТОЧНОСТЬ ОЦЕНКИ РАССТОЯНИЯ ЧМ ДАЛЬНОМЕРОМ**

В.Д. Нгуен

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

Причиной, ограничивающей точность оценки расстояния ЧМ дальномером, являются мешающие отражатели (МО). В работе [1] предложено для уменьшения влияния МО варьирование несущей частоты при сохранении его диапазона перестройки. Целью работы является оценка погрешности измерения в зависимости от амплитуды МО при таком методе измерений.

Сигнал на выходе смесителей ЧМ дальномером известен:

$$S(t) = S_c \cos[\omega_0 \tau_{зс} + 2\Delta\omega_d \tau_{зс} t / T_{\text{мод}} + \phi_c(\tau_{зс})] + S_n \cos[\omega_0 \tau_{зп} + 2\Delta\omega_d \tau_{зп} t / T_{\text{мод}} + \phi_c(\tau_{зп})] + n(t), \quad (1)$$

где  $S_c$  и  $S_n$  – соответственно амплитуды полезного и помеховых сигналов;  $\omega_0$  – минимальное значение несущей частоты;  $\Delta\omega_d$  – диапазон перестройки частоты;  $T_{\text{мод}}$  – период модуляции несущего колебания;  $\tau_{зс}$  и  $\tau_{зп}$  – задержки сигнала, соответствующие расстояниям до измеряемого уровня и МО;  $\phi_c(\tau_{зс})$  и  $\phi_c(\tau_{зп})$  – фазы полезного и помехового сигналов, обусловленные

фазовой характеристикой ЧМ дальномера и диэлектрическими свойствами отражающей поверхности и МО;  $n(t)$  - белый гауссовский шум.

В современных ЧМ дальномерах расстояние до отражающей поверхности рассчитывается по формуле:

$$\hat{R} = \hat{\omega} T_{\text{мод}} c / 4 \Delta \omega_d, \quad (2)$$

где  $\hat{\omega}$  – оценка расностной частоты;  $c$  – скорость света.

Оценка  $\hat{\omega}$  обычно определена по максимальной спектральной составляющей амплитудного спектра сигнала  $S(t)$  [2], т.е.  $A(\hat{\omega}) = \max_{\omega} A(\omega)$ . Для уменьшения влияния боковых лепестков спектра в работе использована весовая функция Блэкмана.

На рисунке 1 приведены мгновенные погрешности в зависимости от разности расстояния между полезным отражателем и МО. Условия проведения моделирования:  $\omega_0 = 10$  ГГц;  $\Delta \omega = 1$  ГГц. Отношение сигнал/помеха, сигнал/шум соответствуют 6 дБ и 40 дБ.

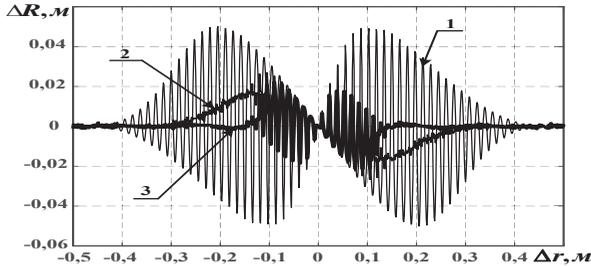


Рисунок 1. Зависимости мгновенных погрешностей измерения расстояния

График 1 соответствует погрешности без варьирования несущей частоты. Графики 2,3 получены при варьировании несущей частоты без изменения диапазона её перестройки. Из рисунка 1 видно, что при оптимальном значении несущей частоты (то есть, когда взаимная энергия минимальна), погрешность измерения расстояния уменьшается примерно в 3-4 раза.

Для оценки влияния амплитуды МО на погрешность измерения расстояния при варьировании несущей частоты воспользуемся относительной среднеквадратичной погрешностью

$$\sigma_R = \sqrt{\sum_{i=1}^K (R_{i \text{ ист}} - \hat{R}_i)^2 / K} \quad (3)$$

где  $K$ - число расчетных точек на интервале расстояния, равном длине волны. В работе принято, что  $K = 20$ .

Результаты моделирования приведены на рисунке 2. Условия проведения моделирования те же самые, что и при получении графиков, приведенных на рисунке 1. График 2 получен с умножением СРЧ на весовую функцию Блэкмана.

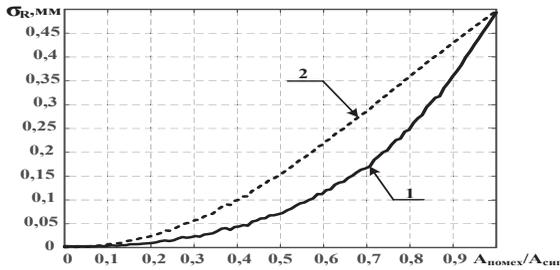


Рисунок 2. Среднеквадратическая погрешность оценки расстояния

Анализ рисунка 2 показывает, что при малой амплитуде помехи среднеквадратическая погрешность расстояния весьма мала. При увеличении отношения помеха/сигнал погрешность становится более заметной. Использование функции Блэкмана приводит к расширению основного лепестка спектра и к большим ошибкам при определении той частоты, на которой взаимная энергия минимальна.

#### Библиографический список

1. Паршин, В.С. Уменьшение погрешности измерения расстояния дальномером с частотной модуляцией зондирующего сигнала при использовании перестройки несущей частоты передатчика / В.С. Паршин, Н.С. Заигров // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2020. – № 74. – С. 14-22. – DOI 10.21667/1995-4565-2020-74-14-22. – EDNIBJKEX.
2. Тихонов В.И. Оптимальный прием сигналов.- М.: Радио связь, 1983, - 320 с.

### СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВИДОВ МОДУЛЯЦИИ НА ВЕРОЯТНОСТЬ ОШИБКИ ПРИЕМА СИГНАЛОВ В АЛАМОУТИ МІМО СИСТЕМАХ ПРИ НАЛИЧИИ ПОМЕХ

Нгуен В. Н. Т.

Научный руководитель – Паршин Ю.Н., д-р техн. наук, профессор  
Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В.Ф. Уткина

Одной из основных задач, решаемых в системах передачи информации, является обеспечение требуемой помехоустойчивости. Особенно актуальна задача уменьшения влияния помех от сторонних источников мешающих излучений. Теоретические основы алгоритмов обработки сигналов на фоне помех хорошо разработаны [1, 5]. Для уменьшения влияния помех в беспроводных системах связи используются МІМО (Multiple Input Multiple Output) системы с несколькими антеннами [2, 3] на приемной и передающей сторонах. Они обеспечивают эффективное уменьшение замираний сигналов за счет использования методов пространственно-временной обработки (кодирования), а также подавление помех.

Впервые пространственно-временной код предложен Аламути в 1998 г. и был предназначен для передачи двух символов через две антенны в два такта времени [4]. Позже код Аламути был обобщен на случай произвольного числа передающих антенн. Код Аламути относится к ортогональным кодам, обладающим простотой декодирования и позволяющим при отсутствии помех произвести безошибочное декодирование. Достоинством этого кода является его высокая вычислительная эффективность по сравнению с алгоритмом максимального правдоподобия, а также простое пространственное кодирование, не требующее канальной матрицы.

В докладе рассматривается анализ влияния видов модуляции на вероятности ошибки приема сигналов в Аламути MIMO системах при наличии помех.

Результаты исследований, представленные в настоящей работе, были получены путем моделирования в пакете MATLAB. Проведем сравнительный анализ зависимостей вероятности ошибки MIMO Аламути системы передачи информации от значений отношения сигнал-шум  $q$ , где  $q = \frac{P_s}{P_N}$ ,  $P_s$

- мощность сигналов, передающихся из всех передающих антенн,  $P_N$  - мощность шума в приемных антеннах. Рассматривается два случая двоичной фазовой модуляции, BPSK и квадратурной фазовой модуляции, QPSK. Полная мощность, излучаемая всеми передающими антеннами, поддерживается постоянной.

На рисунке приведены зависимости вероятности ошибки от значений отношения сигнал-шум при различных видах модуляции. Анализ показывает, что при значении отношения сигнал-шум  $q = 10$  дБ схема Аламути 2x2 с квадратурной фазовой модуляцией, QPSK дает выигрыш по значению вероятности ошибки чем остальные схемы.

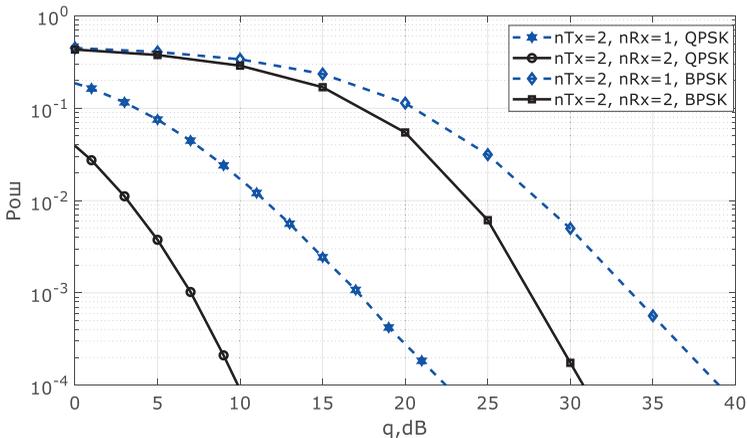


Рисунок 1 – Зависимость вероятности ошибки систем Аламути MIMO от значений отношения сигнал шум при наличии помех с использованием различных видов модуляции

По результатам моделирования можно сделать вывод, что MIMO Аламоути 2x2 обеспечивает лучшую вероятность ошибки, чем MIMO Аламоути 2x1, поскольку конфигурации антенн MIMO 2x2 имеют больше каналов, чем конфигурации антенн MIMO 2x1. При использовании более сложный вид модуляции можно уменьшать значения вероятности ошибки.

*Библиографический список*

1. Telatar I.E. Capacity of multi-antenna Gaussian channels. // European transactions on telecommunication, 1999, Vol. 10, No 6. – Pp. 585-595.
2. Колупаева А.С., Паршин Ю.Н. Пропускная способность MIMO системы при наличии пространственно коррелированных помех. // Радиолокация, навигация, связь: Сборник трудов XXVI международной научно-технической конференции. Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2020, Т.5 – С. 156-161.
3. Zeng H., Cao C., Li H., Yan Q. Enabling jamming-resistant communication in wireless MIMO network // Proceedings of the IEEE Conference on communications and network security, 2017. – Pp. 194-202.
4. Alamouti S.M. A simple transmit diversity technique for wireless communication // IEEE Journal on select areas in communications. 1998. Vol.16. № 8. P.1451-1458.
5. Сосулин Ю.Г., Костров В.В., Паршин Ю.Н. Оценочно-корреляционная обработка сигналов и компенсация помех. М.: Радиотехника, 2014. – 632 с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СУБПОЛОСНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПРИ НАЛИЧИИ ЧАСТОТНО-СЕЛЕКТИВНЫХ ИСКАЖЕНИЙ**

П.Б. Никишкин

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

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

Технология ортогонального мультиплексирования с частотным разделением каналов (OFDM) является популярной и востребованной [1]. В докладе рассматриваются проблемы возникающие в каналах связи в результате наличия частотно-селективных замираний. К основным причинам возникновения таких проблем можно отнести многолучевое распространение. Распространение одного и того же сигнала по различным путям, может рассматриваться как точечное воздействие на разные частотные составляющие спектра сигнала (см. рисунок 1).

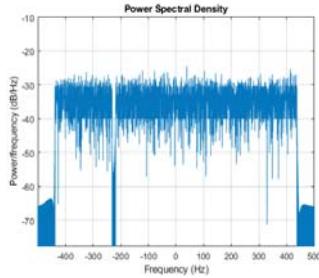


Рисунок 1 – Вид СПМ сигнала при наличии замираний

Искажения от частотно-селективных замираний появляются тогда, когда занимаемая полоса частот сигнала превышает полосу когерентности в канале.

В работах [2-4] была предложена технология, сочетающая в себе OFDM и банки фильтров на основе многоскоростной обработки сигналов (SUB-OFDM). Сочетание двух технологий позволяет сохранить все преимущества от использования ортогонального мультиплексирования, а также попытаться устранить ряд недостатков. К одному из таких улучшений можно отнести увеличение спектральной эффективности сигнала. В работах [4-6] были показаны результаты работы при различных мешающих факторах в канале связи, однако вопросы и исследования касательно замираний не были апробированы. Поэтому было проведено исследование работоспособности технологий ортогонального частотного мультиплексирования и субполосной передачи данных с целью анализа эффективности использования комбинированного подхода, сочетающего в себе технологию OFDM и банки фильтров. Результаты исследования при наличии замираний показаны на рисунке 2. Системы на основе OFDM позволяют работать в результате воздействия частотно-селективным замираний, однако в то же время OFDM-сигнал подвержен искажениям в результате быстрых замираний (доплеровское расширение нарушает ортогональность поднесущих). Однако стоит отметить, что эффективная борьба с частотно-селективными замираниями возможно только при наличие скользящих пилот-сигналов (что снижается эффективность передачи полезной информации), иначе обнаружение полосы частот подверженной замираниями, становится трудоемкой задачей.

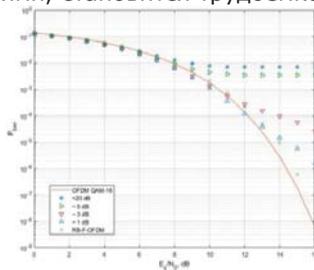


Рисунок 2 – Зависимость вероятности ошибки при наличии замираний

Работа в субполосах предполагает отсутствие пилот-сигналов, и оценка эффективности передачи данных происходит в каждом канале дальности. Предполагается, что та субполоса, которая подвержена искажениям, либо отключается для передачи информации, либо перестраиваются цифровые фильтры таким образом, чтобы минимизировать последствия замираний.

Использование технологии SUB-OFDM в этом плане выглядит более привлекательной, так как позволяет быстрее найти подверженные замираниям частотные субдиапазоны.

#### *Библиографический список*

1. Витязев В.В., Никишкин П.Б. – Метод анализа/синтеза сигналов в системах передачи данных с частотным уплотнением каналов // Электросвязь. 2014. № 12. – с. 4-9.

2. Витязев В.В., Никишкин П.Б. – Банки фильтров и OFDM в системах широкополосной передачи данных со многими несущими. // Научно-технический журнал "ЦОС". -2015. - №4. -с.30-34.

3. Витязев В.В., Никишкин П.Б. – Метод синтеза группового сигнала в системах передачи данных с частотным уплотнением каналов. // 17-я Международная конференция "Цифровая обработка сигналов и ее применение - DSPA-2015", Москва, Россия, доклады. - 2015. -с. 130-135.

4. Витязев В.В., Никишкин П.Б. – Субполосная OFDM в системах широкополосной передачи данных // Сборник тезисов участников форума «Наука будущего – наука молодых» – Казань, 2016. – Том 1, –с. 258-259

5. Витязев В.В., Никишкин П.Б. – Сравнение эффективности технологий OFDM и SUB-OFDM при различных мешающих воздействиях в канале связи. // 21-я Международная конференция "Цифровая обработка сигналов и ее применение - DSPA-2019", Москва, Россия, доклады. - 2019. - Книга 1. -с. 6-10.

6. Витязев В.В., Никишкин П.Б. – Исследование технологий OFDM и SUB-OFDM при различных мешающих воздействиях в канале связи. // 22-я Международная конференция "Цифровая обработка сигналов и ее применение - DSPA-2020", Москва, Россия, доклады. - 2020. - Книга 1. -с. 130-133.

### **«РАЗРАБОТКА МОДИФИКАЦИИ НИЗКОСКОРОСТНОГО АЛГОРИТМА КОДИРОВАНИЯ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ С ПЕРЕМЕННОЙ СКОРОСТЬЮ ПЕРЕДАЧИ»**

Н.В. Николаев

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

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

**имени В.Ф. Уткина**

Кодирование речи связано с получением компактного цифрового представления речевых сигналов для назначения эффективной передачи и хранения по проводным или беспроводным каналам с ограниченной полосой пропускания. Используя кодирование речи, телефонная компания

может выполнять больше голосовых вызовов по одной оптоволоконной линии или кабелю. [1]

Метод возбужденного линейного прогностического кодирования (CELP) подпадает под категорию гибридного кодирования. Это метод кодирования с низкой скоростью передачи битов, и в основном этот метод используется для целей связи. Используется метод постобработки, который улучшает качество кодирования CELP в условиях фонового шума без каких-либо изменений в структуре кодека и выполняет сглаживание для декодированных спектральных параметров и энергии сигнала возбуждения. Он адаптивно сглаживает как огибающую спектра, так и энергию расчетного сигнала возбуждения. Таким образом, предлагаемая постобработка выполняется отдельно от декодера. Описаны расширения гибридного кодера MELP/CELP с частотой 4 кбит/с, до 6,4 кбит/с и до 2,4 кбит/с. [2]

Технология кодирования речи CELP — это эффективная технология гибридного кодирования с замкнутым контуром анализа путем синтеза для узкополосного и среднеполосного кодирования речи. Здесь форма сигнала возбуждения получается путем оптимизации положения и амплитуды фиксированного числа импульсов для минимизации объективной оценки производительности. Он используется для получения речи наилучшего качества с низкой вычислительной сложностью. Большинство популярных систем кодирования в диапазоне битрейта 4-8 Кбит/с используют CELP. Основным принципом, используемым речевыми кодировщиками, заключается в том, что речевые сигналы представляют собой сильно коррелированные формы сигналов.

Линейное предсказание смешанного возбуждения (MELP) представляет собой параметрический речевой кодер на основе линейного прогнозирования, который был выбран в качестве нового федерального стандарта 2,4 Кбит/с. Несмотря на то, что техника MELP довольно хороша, все еще существуют некоторые заметные искажения, особенно вокруг нестационарных сегментов речи и для некоторых низкочастотных динамик. При кодировании речи MELP сначала оцениваются параметры входного речевого сигнала, которые затем используются для синтеза речевого сигнала на выходе. В этих кодерах образцы входного речевого сигнала буферизуются в кадры и передаются фильтру линейного прогнозирования. Кадр может быть представлен коэффициентами фильтра и масштабным коэффициентом. Он использует такие параметры, как смешанное возбуждение, аperiodические импульсы, адаптивное спектральное усиление, фильтрация дисперсии импульсов и моделирование величины Фурье для захвата динамики сигнала.

Сравнивая результаты, можно сделать вывод, что производительность метода кодирования CELP лучше по сравнению с методом кодирования MELP.

#### *Библиографический список*

1. Современные методы кодирования речевого сигнала - 2008. № 2 (69). С. 106–114
2. Дмитриев В.Т., Беликов В.А. Разработка и исследование модификации алгоритма кодирования речевых сигналов CELP при действии акустических шумов. // Новые информационные технологии в научных

исследованиях: материалы XXII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. РГРТУ.2017. – С. 98-99.

## **РАСЧЕТ КАНАЛЬНОЙ МАТРИЦЫ С УЧЕТОМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАССЕИВАТЕЛЕЙ НА СФЕРЕ В МНОГОАНТЕННЫХ СИСТЕМАХ**

А.Ю. Паршина

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

Современные беспроводные системы передачи информации широко используют технологию MIMO с применением пространственного разнесения на прием и передачу, что позволяет получить значительный энергетический выигрыш. Для реализации преимуществ MIMO систем необходимо иметь ресурс в виде нескольких передающих и приемных каналов. В системах радиосвязи наблюдается явление многолучевости, причиной которого являются отражения излучаемого сигнала от объектов на пути распространения. При расположении рассеивателей на удалении от приемной антенны пути распространения отраженных сигналов приближаются к прямому, что снижает угловой разброс лучей, поступающих на антенну. Расположенные вблизи приемной антенной системы рассеиватели могут формировать лучи, направленные под значительным углом к прямому лучу, что повышает ошибку при восстановлении сигнала.

Оценка степени влияния многочисленных отражений на процесс приема сигнала выполняется в том числе с использованием однокольцевой модели распределения рассеивателей вблизи приемной антенны [1]. В этом случае считается, что рассеивающие объекты располагаются на кольце радиуса  $R$  с центром в точке размещения приемной антенны, причем  $D \gg R \gg d$ , где  $D$  - расстояние между передатчиком и приемником,  $d$  - обобщенный размер антенных систем. Таким образом модель предполагает расположение рассеивателей на плоскости. В реальных условиях работы приемного устройства рассеиватели могут располагаться в любой точке трехмерного пространства, тогда появляется задача оценки размещения рассеивателей на сфере [2].

Коэффициент передачи канальной матрицы связи в системе из 2 передающих и 2 приемных антенн для одной пары антенн определяется выражением:

$$h_{i,j}(t) = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{n=1}^N a_n b_n e^{j\theta_n},$$

где  $a_n = e^{2\pi \frac{R_i}{\lambda}}$ ,  $b_n = e^{2\pi \frac{R_j}{\lambda}}$  - коэффициенты, определяющие сдвиг фазы сигнала от передающих антенн до отражателя и от отражателя до приемной антенны, соответственно. При условии достаточно большого расстояния можно считать волну плоской, следовательно сдвиг фазы не зависит от

расстояния между передатчиком, приемником и рассеивателем и определяется только расположением антенных систем.

В трехмерном пространстве сдвиг фазы сигнала при распространении от первой передающей антенны к первой приемной определяется следующими коэффициентами:

$$a_n = e^{\frac{j\pi d_{BC}}{\lambda} (\sin\theta_i^{BC} \cos\alpha_i^{BC} + \theta_{\max}^{BC} \sin\theta_i^{BC} \sin\alpha_i^{BC} \sin\theta_n^{BC} + \alpha_{\max}^{BC} \cos\theta_i^{BC} \sin\alpha_n^{BC})},$$

$$b_n = e^{\frac{j\pi d_{MC}}{\lambda} (\sin\theta_j^{MC} \sin\theta_n^{MC} \cos(\alpha_j^{MC} - \alpha_n^{MC}) + \cos\theta_j^{MC} \cos\theta_n^{MC})},$$

где  $d_{BC}$ ,  $d_{MC}$  - расстояния между антеннами на передающей и приемной стороне,  $\theta_i^{BC}$ ,  $\alpha_i^{BC}$  - угловые положения  $i$ -го антенного элемента передающей системы,  $\theta_j^{MC}$ ,  $\alpha_j^{MC}$  - угловые положения  $j$ -го антенного элемента приемной системы,  $\theta_n^{BC}$ ,  $\alpha_n^{BC}$  - угловые направления на  $n$ -й рассеиватель от передающей антенны,  $\theta_n^{MC}$ ,  $\alpha_n^{MC}$  - угловые направления на  $n$ -й рассеиватель от приемной антенны,  $\theta_{\max}^{BC}$ ,  $\alpha_{\max}^{BC}$  - максимальные значения угловых направлений на рассеиватель от передающей антенны.

В системе MIMO 2x2 полная матрица канальных коэффициентов формируется в виде матрицы:

$$\mathbf{H}(t) = \begin{bmatrix} h_{11}(t) & h_{12}(t) \\ h_{21}(t) & h_{22}(t) \end{bmatrix}.$$

Измеренная канальная матрица в соответствии с расчетными выражениями используется в алгоритме пространственного кодирования и декодирования с целью повышения эффективности передачи сигнала.

#### *Библиографический список*

1. Matthias Pätzold and Bjørn Olav Hogstad A space-time channel simulator for MIMO channels based on geometrical one-ring scattering model // IEEE 60th Vehicular Technology Conference, 2004. VTC2004-Fall. 2004
2. Bevan D.D.N., Ermolayev V.T., Flaksman A.G., Averin I.M. Gaussian channel model for mobile multipath environment // EURASIP Journal on Applied Signal Processing, 2004, No. 9, pp. 1321-1329.

### **ОЦЕНКА НЕЛИНЕЙНОСТИ ДЕТЕКТОРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АКТИВНЫХ АМПЛИТУДНЫХ ДЕТЕКТОРОВ**

И.А. Поспелов, Е.В. Васильев

Научный руководитель – Васильев Е.В., к-т техн. наук, доцент

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

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по моделированию активных амплитудных детекторов. У схем активных и пассивных детекторов проявляется нелинейность детекторной характеристики. Задача исследования состоит в том, чтобы оценить эту нелинейность путем

оцифровки детекторных характеристик, а также оценить максимальное количество точек, которые необходимы для оцифровки детекторной характеристики, для того чтобы получить достоверное значение коэффициента гармонических искажений. Коэффициентом гармонических искажений называют величину, выражающую степень нелинейных искажений устройства, равную отношению среднеквадратичного значения суммы высших гармоник сигнала к значению первой гармоники при воздействии на вход устройства синусоидального сигнала:

$$K_r = \sqrt{\frac{(U_{m2})^2 + (U_{m3})^2 + (U_{m4})^2 + (U_{m5})^2 \dots}{(U_{m1})^2}}$$

Оценим детекторные характеристики для разных типов исследуемых детекторов. В качестве примера приводим характеристику детектора на операционных усилителях [1], который, по сравнению с остальными исследуемыми схемами, проявляет максимальную нелинейность. По этой детекторной характеристике оценим минимальное количество точек, которое необходимо взять, чтобы получить достоверную оценку коэффициента гармонических искажений. Для полиномиальной аппроксимации детекторных характеристик использовалась функция `polycoeff` пакета прикладных программ Mathcad 15. Зависимость оцененного коэффициента гармонических искажений от количества точек на детекторной характеристике приведена на рисунке 1.

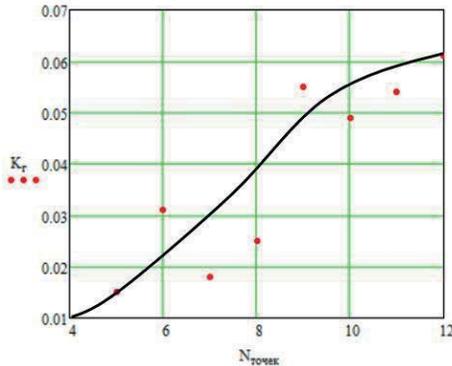


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента гармонических искажений от количества точек на детекторной характеристике

По полученной зависимости видим, что коэффициент гармоник перестает существенно изменяться при количестве точек начиная с 9, то есть значения 10, 11, 12 и т.д., приблизительно показывают одно и то же, а значит можно ограничиться количеством точек равным 10.

Взяв на детекторной характеристике 10 точек, исследуем, какая максимальная степень  $i$  аппроксимирующего полинома достаточна при вычислении коэффициента гармоник  $K_r$ , результаты расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Зависимость коэффициента гармонических искажений от учитываемой степени аппроксимирующего полинома

Максимальная степень, $i$	2	3	4
$K_r, \%$	4,853	4,854	4,854

Видим, что даже второй степени вполне достаточно для точной оценки гармонических искажений детекторных характеристик рассматриваемого типа. В дальнейшем, при исследовании и разработке амплитудных детекторов, будем учитывать и третью степень.

Таким образом была получена возможность оценивания нелинейных детекторных характеристик по коэффициенту гармоник, этот инструмент будет использоваться для всех исследуемых в дальнейшем детекторных характеристик полученных при исследовании различных детекторов.

#### *Библиографический список*

1. Ровдо А.А. Полупроводниковые диоды и схемы с диодами. – М.: Лайт Лтд., 2000. – 288 с.

### **ОПТИЧЕСКИЕ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ ИК ДИАПАЗОНА ДЛЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

А.О. Рубачев

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

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

В работе рассмотрены возможности оптического переключателя ИК диапазона при коммутировании оптических сигналов в волоконно-оптических каналах связи и других устройствах телекоммуникаций. Замена электронных и электромеханических компонентов на оптические позволит в десятки раз сократить потребляемую коммутационными и модуляционными устройствами электроэнергию и в идеале позволит передавать информацию со скоростью близкой к скорости света [1].

В последнее время в качестве материалов, используемых в волоконной оптике, рассматриваются халькогенидные стекла (ХГС), в частности, халькогенидное соединение  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$  (GST225), обладающее способностью находиться в двух фазовых состояниях: аморфном и кристаллическом. Данный материал уникален и поэтому как нельзя кстати подходит для создания оптических вычислительных устройств, модуляторов, коммутаторов или, называемых общим термином, – оптических переключателей.

Внутри такого устройства должны, как минимум, распространяться два оптических сигнала – управляющий и информационный. Состояние переключателя контролирует управляющий оптический сигнал. В зависимости от состояния переключателя меняется конфигурация распространения оптического сигнала [2].

Кроме того, материалы на основе GST обладают стабильностью их фазового состояния при комнатной температуре, сверхмалым временем переключения в наноразмерных структурах (2-150 нс), низкой потребляемой мощностью (500 ФДж на одно переключение вычислительного компонента) [3]. У современных электронных вычислительных компонентов энергозатраты составляют около - 100 пДж на одно переключение, что в 200 раз больше, чем у оптических компонентов.

Эти особенности ХГС, недорогие технологии нанесения тонких пленок, а также тот факт, что эти материалы применяются для изготовления непосредственно оптических волокон, позволяют рассматривать его как перспективный для создания на его основе быстродействующих оптических коммутаторов и модуляторов для ВОЛС. Кроме этого, рассмотренные принципы управления коммутаторами оптических сигналов с помощью оптического воздействия можно использовать для создания оптических вычислительных устройств.

#### *Библиографический список*

1. Толкач Н.М., Вишняков Н.В. Исследование и подбор параметров тонких пленок GST225 для оптических переключателей: дис. Физика полупроводников наук: 01.04.10 . - Рязань, 2018. - 115 с.
2. Попов А.И. Физика и технология неупорядоченных полупроводников. Москва: Издательский дом МЭИ, 2008. 272 с.
3. Yamada N. Rapid phase transitions of GeTe-Sb<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> pseudobinary amorphous thin films for an optical disk memory / N. Yamada, E. Ohno, K. Nishiuchi et al. // J. Appl. Phys, 1991. - Vol. 69. - P. 2849.

## **РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ АНАЛИЗА СПЕКТРА РАДИОСИГНАЛОВ**

Свинникова Т.С.

Научный руководитель – Скоз Е.Ю., к. техн. наук - доцент

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

Анализатор спектра радиосигналов – прибор, определяющий распределение колебаний по полосе частот. К областям применения анализаторов относятся как кодирование информации, так и обработка полученных сигналов в акустике – их расшифровка.

Далее рассмотрим популярные программные обеспечения цифрового анализа для моделирования математической модели работы анализатора спектра.

MATLAB (Matrix Laboratory) – высокоуровневый язык программирования, интерактивная среда для программирования, численных расчетов и визуализации результатов. Для практической работы в MATLAB необходимо подключить дополнительную графическую среду моделирования Simulink, являющуюся эффективным средством для разработки систем управления, так как представляет системы в виде структурных схем, удобных и понятных для инженеров. Simulink – основной инструмент для модельно-

ориентированного проектирования, дающий возможность строить графические блок-диаграммы, исследовать работоспособность системы, имитировать динамические системы. В сочетании с другими продуктами Simulink может автоматически генерировать исходный код на языке C для реализации систем в режиме реального времени.

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) – среда разработки и платформа для выполнения программ, созданных на графическом языке программирования «G». Данная среда занимается измерениями, визуализацией и обработкой одновременно. Приложения, написаны в LabVIEW, находят применение в разнообразных отраслях промышленности – телекоммуникационная, аэрокосмическая, полупроводниковая промышленность, разработка и производство электроники, биомедицине и прочее. Благодаря своей гибкости LabVIEW может использоваться на всех этапах технологического процесса: от моделирования изделий до производственных испытаний. Среда LabVIEW позволяет работать с широким спектром оборудования различных производителей, функциональность расширяется благодаря встроенным, либо добавленным к базовому пакету библиотекам компонентов.

На основе проведенного обзора доступных программных обеспечений был выбран пакет LabVIEW. Его интерфейс более гибкий, поэтому прост в использовании, а также данный пакет легко взаимодействует с оборудованием для сбора данных и тестовым оборудованием.

#### Библиографический список

1. Автоматика и программная инженерия. 2012. Обоснование выбора программного обеспечения для робототехники, А.Б. Колкер, Д.А. Ливенец, Кошелева А.И.;
2. Университет ИТМО. А.С. Васильев, О.Ю. Лашманов. Основы программирования в среде LabVIEW учебное пособие. – Санкт-Петербург, 2015 – 82с.;
3. Simulink [Электронный ресурс] – URL: <https://exponenta.ru/simulink> (дата обращения 13.10.2022);
4. Мусалимов В.М., Г.Б. Заморуев, И.И. Калапышина, А.Д. Перечесова, К.А. Нуждин. Моделирование мехатронных систем в среде MATLAB (Simulink / SimMechanics): учебное пособие для высших учебных заведений. – СПб: НИУ ИТМО, 2013. – 114 с.

## **ВЛИЯНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОЛОЖЕНИЯ АНТЕНН МІМО СИСТЕМЫ НА ПРОПУСКНУЮ СПОСОБНОСТЬ**

Д.О. Селиванов

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

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

В настоящее время системы передачи информации с использованием технологии МІМО являются достаточно актуальными, поскольку использование нескольких пространственно-разнесенных антенн

позволяет значительно увеличить их пропускную способность или помехоустойчивость [1, 2]. В данной работе рассматривается вопрос влияния пространственного положения антенн MIMO системы на ее пропускную способность.

Для изучения влияния положения антенн MIMO систем на ее пропускную способность, было проведено моделирование в среде MATLAB при ситуации, когда канальная матрица точно известна на приемной стороне и неизвестна на передающей. В этом случае излучаемые разными передающими антеннами сигналы некоррелированы между собой и имеют одинаковые мощности, а выражение для пропускной способности имеет вид [1]:

$$C = \log_2 \det \left( \mathbf{I}_{N_{RX}} + \frac{q}{N_{TX}} \mathbf{H} \mathbf{H}^H \right),$$

где  $\mathbf{I}_{N_{RX}}$  – единичная матрица размером  $N_{RX} \times N_{RX}$ ;  $q$  – отношение сигнал-шум,  $\mathbf{H}$  – канальная матрица [2].

При моделировании были рассмотрены следующие пространственные структуры для MIMO системы 3x3.

1. На приемной и на передающей сторонах антенны располагаются по окружности с диаметром  $d$ . Смещение координаты точки, находящейся в центре окружности на приемной стороне относительно передающей стороной равно  $R_1$  и  $R_2$  по осям  $OX$  и  $OY$  соответственно (Рис.1);

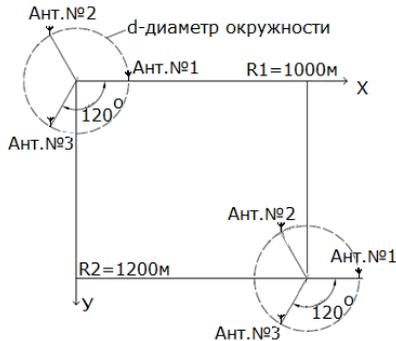


Рисунок 1 – Пространственная структура MIMO-системы с круговым расположением антенн

2. На приемной и на передающей сторонах антенны размещены в одну линию на расстоянии друг от друга равном  $d$ , линия смещается только по оси  $OX$  на  $R_1$ ;

3. Ситуация, когда антенны размещены в одну линию на расстоянии друг от друга, равном  $d$ , однако начало координат линии приемной стороны смещены по осям  $OX$  и  $OY$  на  $R_1$  и  $R_2$  соответственно. Линия повернута относительно начала координат на  $35^\circ$  (Рис.3).

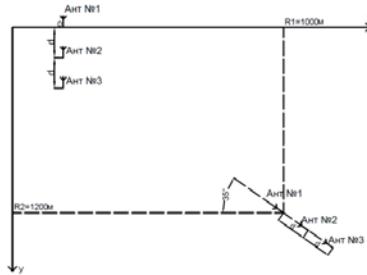


Рисунок 2 – Пространственная структура MIMO-системы при расположении антенн в одну линию под углом

Далее представлены результаты моделирования в среде MATLAB в идее зависимостей пропускной способности MIMO-системы от расстояния между антеннами при различных длинах волн.

В программе были заданы следующие исходные данные:  $R_1=1$  км;  $R_2=1,2$  км; значения длин волн: 0,1 м, 0,5 м и 1 м; пространственный параметр  $d$  изменяется в диапазоне от 0,1 м до 100 м с шагом 0.1м; постоянная Райса  $K=50$ ; отношение сигнал-шум  $q=3$ .

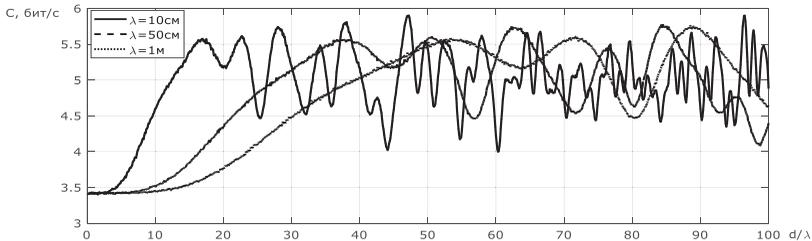


Рисунок 3 – Пропускная способность MIMO-системы с круговым расположением антенн

При увеличении длины волны во всех трех случаях значение пропускной способности имеет более стабильный характер за счет увеличения влияния канальных коэффициентов для прямого луча, а ее значение не превышает 6 бит/символ. Наилучший результат получился при круговом расположении антенн (рис.3), поскольку значения пропускной способности в данной ситуации наиболее стабильные.

Полученные результаты позволяют произвести оценку пропускной способности MIMO системы при различной пространственной ориентации ее антенн, а также обосновать выбор расположения антенной системы в пространстве.

#### Библиографический список

1. Технология MIMO: принципы и алгоритмы/ Бакулин М.Г., Варукина Л.А., Крейнделин В.Б. – М.: Горячая линия – Телеком, 2014 – 244 с.
2. Пространственно-временная обработка сигналов и компенсация помех: учебное пособие / Паршин Ю.Н. – М.:КУРС, 2021 г. – 200 с.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ШУМОВЫХ СВОЙСТВ РАДИОЧАСТОТНОГО И РАДИОФОТОННОГО ТРАКТОВ

М.Н. Сунцов

Научный руководитель – Паршин Ю.Н., заведующий кафедрой, д.т.н., профессор

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

Радиофотоника – это сегодня одна из наиболее интенсивно развивающихся областей науки и техники в мире. В её основе – модуляция оптического излучения радиосигналом с дальнейшими преобразованиями в оптическом диапазоне. Радиофотонные методы позволяют улучшить функциональное построение, а также тактико-технические характеристики аппаратуры нового поколения, снять проблемы электромагнитной совместимости, значительно снизить вес, габариты и энергопотребление [1].

Целью работы является расчёт и сравнение коэффициентов шума и коэффициентов передачи для радиочастотного и радиофотонного тракта.

В качестве исходных данных берем 2 одинаковых полосно-пропускающих фильтра (ПФ), радиофотонный тракт (РФ), а также 3 разных малошумящих усилителя (МШУ): НМС772, ADL5521, ADL5523. Все данные были взяты с программы ADIsimRF и представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные параметры

	Н	К
ПФ	1,5 дБ	0,86 дБ
МШУ НМС772	15 дБ	1,8 дБ
МШУ ADL5521	20,8 дБ	0,9 дБ
МШУ ADL5523	21,5 дБ	0,8 дБ
РФ	30 дБ	20 дБ

Для радиофотонного тракта будем использовать аналогичную схема радиочастотного тракта с заменой ПФ на радиофотонику.



Рисунок 1 – Схема радиочастотного(радиофотонного) тракта

Построим для каждого тракта зависимость коэффициента шума ( $K_{ш}$ ) всего тракта при изменении коэффициента усиления МШУ.

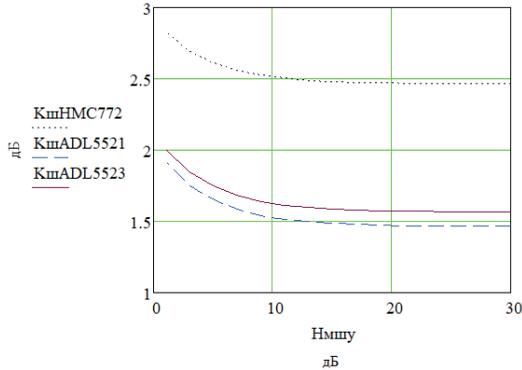


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента шума радиочастотного тракта от коэффициента усиления каждого МШУ

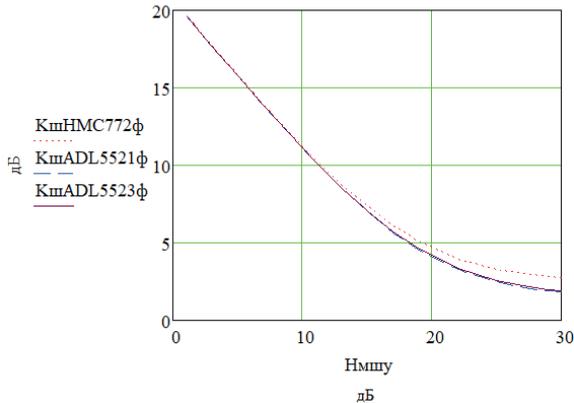


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента шума радиочастотного тракта от коэффициента усиления МШУ

По графикам видно, что при увеличении коэффициента усиления МШУ оба графика стремятся к одинаковому значению.

На рисунках 4 и 5 приведены зависимости итогового коэффициента шума от коэффициента усиления МШУ, а также зависимость коэффициента передачи от коэффициента усиления МШУ при коэффициенте усиления выше 35 дБ.

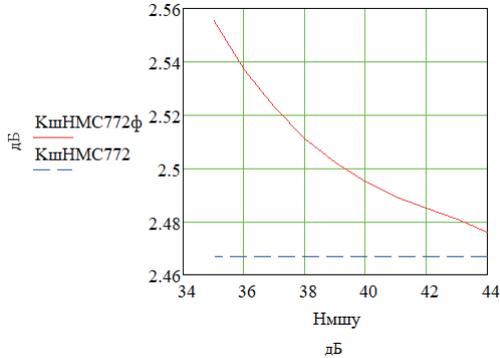


Рисунок 4 –Зависимость коэффициента шума радиопотонного и радиочастотного трактов от коэффициента усиления МШУ

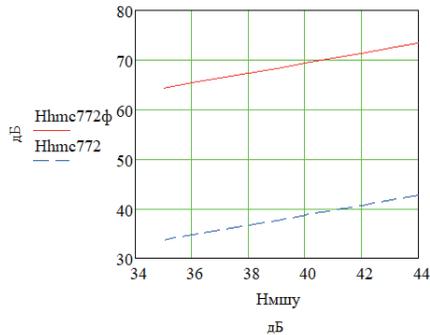


Рисунок 4 –Зависимость коэффициента передачи радиопотонного и радиочастотного трактов от коэффициента усиления МШУ

Можно сделать вывод что при коэффициенте усиления МШУ 35 дБ и выше шумовые свойства радиопотонного тракта имеют максимально близкие значения к шумовым свойствам радиочастотного тракта, но при этом коэффициент передачи радиопотонного тракта значительно выше, чем у радиочастотного.

#### Библиографический список

1. В.В.Валуев, С.М.Конторов/ Радиопотонные технологии/Валуев В.В., Конторов С.М.// Лазер информ – 2018 - №9 – С. 1-4.
2. Введение в теорию и проектирование цифровых радиоприемных устройств: учебное пособие / С.И.Гусев, Ю.Н.Паршин; под ред. Ю.Н.Паршина; Рязан. гос. радиотехн. ун-т.- Рязань: РГТУ, 2007.- 48 с.
3. Устройства приема и обработки сигналов: Учебное пособие/ В.П. Пушкарёв —Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 201 с.

4. Радиоприемные устройства: учебное пособие / В.Т. Еременко [и др.] – Орёл: ОГУ имени И.С. Тургенева, 2018. – 160 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОЛИЧЕСТВА ПРИЁМНЫХ АНТЕНН НА ПРОПУСКНУЮ СПОСОБНОСТЬ МИМО БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ**

Успенский А.И.

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

Влияние ошибок, возникающих при передаче данных по каналу связи, можно уменьшить с помощью разнесенного приема и(или) передачи сигналов. Пространственное разнесение должно выбираться так, чтобы вероятность одновременных замираний всех используемых сигналов была много меньше, чем какого-либо одного из них.

При наличии параллельных информационных потоков, каждая из антенн принимает сумму всех приходящих на неё лучей. Вследствие различных фазовых соотношений между ними, интерференционные замирания в различных антеннах оказываются слабо коррелированными, поэтому сигналы в различных антеннах дополняют друг друга, а их совместный анализ и обработка позволяют существенно повысить вероятность правильного приема информационных бит [1].

В работе исследуется влияние количества антенн системы беспроводной WiFi сети на её пропускную способность. Для экспериментального исследования были использованы две рабочие станции: стационарный персональный компьютер (ПК) и ноутбук, моделирующие приёмную и передающую части беспроводной системы связи. На каждой из станций имеются сетевые карты, содержащие по 4 антенны, которые можно независимо отключать. Стационарный ПК и ноутбук были удалены друг от друга, причем размещение ноутбука было выбрано с целью минимизацию мешающих излучения, для чего была произведена модификация ноутбука для использования сетевых карт формата PCI-E 1X: с помощью платы расширения и переходника PCI-E mini на PCI-E 16X, встроенная сетевая карта ноутбука была заменена на аналогичную той, что установлена в персональном компьютере. Анализ пропускной способности канала беспроводной WiFi сети происходил с использованием ПО Ixchariot.6.70, которое отображало пропускную способность в виде динамического графика [2].

При отключении антенн на приёмной стороне, пропускная способность канала уменьшается, что объясняется уменьшением ранга канальной матрицы или уменьшением числа независимых каналов передачи информации.

### *Библиографический список*

1. А.И. Успенский. Эффективность пространственного кодирования и декодирования МИМО систем передачи информации в пространстве собственных лучей: материалы XXVI Всероссийской научно-технической

конференции студентов, молодых ученых и специалистов: / Рязань: ИП Коняхин А.В. (BookJet), 2021 -302 с.

2. А.Ю. Паршин, Ю.Н. Паршин. Основы теории беспроводных интерфейсов: методические указания к лабораторным работам: Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: / Рязань, 2020. - 48 с.

## **АДАПТИВНЫЙ АЛГОРИТМ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА КУСОЧНО-СТАЦИОНАРНЫХ РАДИОСИГНАЛОВ СИСТЕМ СВЯЗИ**

В.А. Чан

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

В настоящее время авторегрессионные (АР) методы в сочетании с адаптивной фильтрацией широко используются во многих прикладных сферах на практике благодаря гибкой, интеллектуальной и эффективной работе фильтров обработки сигналов, используемых в различных специализированных областях, например, для подавления помех [1], кодирования речи, передачи телеметрической информации [2] и т.д.

Помехи деструктивно влияют на результат спектрального анализа, поэтому борьба с ними является одной из важных задач обработки радиотехнических сигналов [3]. Изучение и построение адаптивных алгоритмов спектрального анализа кусочно-стационарных радиосигналов имеет большое практическое значение, позволяет минимизировать влияние шума, повысить точность спектрального оценивания сигналов при проектировании систем связи и обмена данными.

Исходя из актуальных требований, предъявляемых к подобным системам, в данной работе для более точного решения задачи спектрального оценивания предлагается модифицированная АР-модель, которая имеет вид:

$$\mathbf{a} = -[\mathbf{R}_1 + (\mathbf{R}_2 - P_n \mathbf{I})]^{-1} \mathbf{i} \quad (1)$$

где  $\mathbf{a}$  — вектор авторегрессии предлагаемой модифицированной АР-модели;  $P_n$  — корректирующая величина, основанная на оценке мощности аддитивного шума;  $\mathbf{R}_1$ ,  $\mathbf{R}_2$  — матрицы автокорреляции 1-го и 2-го фрагментов сигнала с различными по мощности зашумлениями;  $\mathbf{I}$  — единичная матрица;  $\mathbf{i}$  — крайний левый вектор-столбец единичной матрицы  $\mathbf{I}$ .

В практике, как показали эксперименты, предлагаемая АР-модель может быть эффективно применена для обработки и оценки параметров в системах радиосвязи, а также при решении задач технической и медицинской диагностики. Выигрыши в точности спектрального оценивания достигаются за счёт учёта изменений автокорреляционных свойств анализируемого сигнала из-за воздействия на него кусочно-стационарных помех, мощность которых меняется во время наблюдения.

*Библиографический список*

1. Марпл-мл. С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения: пер. с англ. – М.: Мир, 1990. – 584 с.
2. Л. Н. Волков, М. С. Немировский, Ю. С. Шинаков. Системы цифровой радиосвязи. Базовые методы и характеристики: Учебное пособие для вузов. – М.: Экотрендз, 2005. – 390[2] с.
3. Андреев В.Г., Чан В.А. Оптимизация статистических моделей кусочно-стационарных радиотехнических сигналов // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – Выпуск 80. – Рязань: РГРТУ, 2022. – С. 3-11.

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МУЛЬТИСКОРОСТНОГО РЕЧЕВОГО КОДЕКА ДЛЯ АДАПТИВНОЙ ПЕРЕДАЧИ РЕЧИ ПО СЕТЯМ IP**

В. А. Шмаков

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

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

В последние несколько лет все большее внимание уделяется технологиям передачи голоса по сетям передачи данных. Однако, если передача голоса по сетям IP (по протоколу telnet) должна конкурировать с передачей по ТфОП (Коммутируемые телефонные сети общего пользования), пользователям должно быть обеспечено качество обслуживания (QoS), сопоставимое с качеством сетей с коммутацией каналов [1].

В данной работе исследована возможность работы кодека G.729 на разных скоростях: 6,4 кбит/с; 8 кбит/с и 11,8 кбит/с. Кодеки G.729 сокращенно называют CS-ACELP Conjugate Structure - Algebraic Code Excited Linear Prediction – Сопряжённая структура с управляемым алгебраическим кодом и линейным предсказанием [2]. В работе разработан алгоритм работы на основе использования всех трех скоростей в зависимости от изменяющихся условий работы системы.

Разрабатываемая модель имеет возможность управления как источником звука, так и сетью, что делает ее максимально адаптированной к любым условиям функционирования.

Если говорить об управлении источником звука, то проектируемый кодек должен выбирать необходимую скорость передачи (один из девяти режимов) в зависимости от характера исследуемого фрагмента речи/шума. Это выполняется с помощью детектора активности речи, который будет различать интервалы речи и интервалы шума, а также детектором вокализованных/невокализованных звуков, который будет более точно определять характерные черты речи для более корректного выбора скорости передачи. В таблице 1 представлены все возможные скорости работы системы [3].

Таблица 1. Режимы и категории работы системы

Режим	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Скорость, кбит/с	0	0	0	0	0	0	2,7	2,5	6,4	Category 1
	0	0,5	2,6	3,1	4,9	2,3	2,3	2,5	8,0	Category 2
	0	0,5	2,6	3,1	4,9	2,3	11,8	11,8	11,8	Category 3
	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	11,8	11,8	11,8	Category 4

Помимо выбора режимов работы есть выбор категории работы системы. Категория выбирается сетью, а точнее устройством анализа канала связи, в зависимости от нагрузки. Как видно из таблицы 1, по мере увеличения категории увеличивается скорость передачи. Это напрямую связано с нагрузкой в сети в данный момент. Например, в ситуации перегрузки сети выбирается категория 1, то есть самая низкоскоростная. В этом случае не проводится различия между классами фонового шума: все они восстанавливаются с использованием традиционной комфортной шумоподавляющей системы, то есть фоновый шум на приеме будет примерно одинаковым и не будет учитывать характерных изменений на передающей стороне, что также относится и к самой речи. Она будет передаваться максимально сжато. Категория 3, предназначенная для использования в условиях низкой сетевой нагрузки, имеет более высокую скорость передачи битов, поскольку она использует расширение G. 729 на 11,8 кбит/с для периодов активности. Наконец, категория 4, та, которая имеет самую высокую скорость, предназначена для использования в условиях очень низкой сетевой нагрузки. Например, когда кодек работает в этом режиме, он выбирает G.729 со скоростью 11,8 кбит/с для разговоров, в то время как все кадры, классифицированные как шум, кодируются со скоростью 4,9 кбит/с с использованием режима 5.

Таким образом, данный кодек может быть как управляемым источником в 9 режимах, так и управляемым сетью в 4 категориях. Основной задачей в данном случае является оптимальный выбор скорости для отдельной прикладной ситуации. Если кодек используется вместе с устройством управления, он способен в любых сетевых условиях найти правильный компромисс между основными факторами, определяющими качество обслуживания.

#### *Библиографический список*

1. Dr. (Mrs.) Nandini. K. Jog: VOICE OVER IP / ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT V.J. TECHNOLOGICAL INSTITUTE UNIVERSITY OF BOMBAY
2. Nimisha Susan Jacob, Ancy S. Anselam, Sakuntala S. Pillai / Performance Analysis of CS-ACELP Speech Coder \ International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT), 2015.
3. G. Ruggeri, F. Beritelli, S. Casale: HYBRID MULTI-MODE/MULTI-RATE CS-ACELP SPEECH CODING FOR ADAPTIVE VOICE OVER IP Dipartimento di Ingegneria Informatica e delle Telecomunicazioni - University of Catania Viale Andrea Doria 6 95125 Catania

---

#### Секция 4. ЦИФРОВОЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМА МАЙЕРСА ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СПИСКОВ В ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯХ

А.А. Анастасьев

Научный руководитель – Проказникова Е.Н. к.т.н., доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

На данный момент одной из наиболее популярной разновидностью программного обеспечения являются веб-приложения.

При разработке серверных веб-приложений часто встает задача отображения данных в виде списка. Примерами могут быть списки товаров на складе или в корзине пользователя, диалоги в социальной сети, письма в почтовом клиенте.

При незначительном изменении таких данных самым частым решением является удаление старого списка и отображение нового. Однако такой подход сопряжен с крайне неэффективным расходом компьютерных мощностей на повторное отображение никак не изменившихся элементов. Особенно острой эта проблема является для больших списков элементов со сложным дизайном с малым количеством изменений.

В связи с чем встает задача написания инструмента для эффективного преобразования списков в веб-приложениях.

В 1986 году Юджин Майерс, американский учёный в области информатики и биоинформатики, опубликовал статью под названием «Разностный алгоритм  $O(ND)$  и его вариации». Этот алгоритм позволяет найти оптимальную последовательность преобразований над одной цепочкой символов, чтобы получить вторую. Сложность данного алгоритма составляет  $O(N+D^2)$ , где  $N$  – это сумма длин двух цепочек символов, а  $D$  – размер минимальной последовательности преобразований [1].

Данный алгоритм уже используется для решения аналогичной задачи. В 2017 году компания Google разработала инструмент для Android разработки под названием DiffUtil.

DiffUtil — это служебный класс, который вычисляет разницу между двумя списками и выводит последовательность операций обновления, преобразующих первый список во второй. Он использует разностный алгоритм Майерса для вычисления минимального количества обновлений для преобразования списков [2].

В официальном описании DiffUtil сказано, что его внутренняя реализация алгоритма Майерса оптимизирована по памяти и использует пространство  $O(N)$ , чтобы найти минимальное количество операций добавления и удаления между двумя списками. При этом ожидаемая производительность по времени также составляет  $O(N+D^2)$ .

В DiffUtil есть возможность особым образом обрабатывать перемещения элементов списка. Если включено обнаружение перемещения, это занимает дополнительно  $O(MN)$  времени, где  $M$  - общее количество добавленных элементов, а  $N$  - общее количество удаленных элементов. Если порядок элементов не менялся, есть возможность отключить обнаружение перемещений для повышения производительности.

Фактическое время выполнения алгоритма в значительной степени зависит от количества изменений в списке и сложности методов сравнения.

Как следует из описания, данный алгоритм уже используется для преобразования списков в мобильных приложениях. Он позволяет найти минимальный сценарий редактирования для преобразования одного списка в другой. Следовательно, алгоритм Майерса подходит для поставленной задачи эффективного преобразования списков в веб-приложениях.

#### *Библиографический список*

1. Eugene, W., Myers. (1986). An O (ND) difference algorithm and its variations. *Algorithmica*, 1(1), 251-266. doi: 10.1007/BF01840446
2. DiffUtil [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://developer.android.com/reference/androidx/recyclerview/widget/DiffUtil>

## **ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАЗРАБОТКЕ ЧАТ-БОТА ПРИ ОБУЧЕНИИ SQL**

Д.В. Аникеев, Е.М. Федотов

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

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

В настоящее время отмечается тенденция увеличения роли дистанционного обучения в процессе образования человека.

Система дистанционного обучения (СДО) является одним из инструментов, помогающих в реализации дистанционного обучения. На сегодняшний день по всему миру распространена LMS Moodle — модульная объектно-ориентированная, динамическая обучающая среда.

Добавление плагинов для LMS Moodle позволит удовлетворить потребность в удобном и быстром поиске информации среди большого объема учебных материалов в системе через общедоступный и более распространенный пользовательский интерфейс. В качестве сайта СДО, созданного на базе LMS Moodle, для подключения плагинов выступает сайт — «Информационный образовательный портал кафедры АСУ Рязанского государственного радиотехнического университета им. В.Ф.Уткина» [1].

В предыдущей работе [2] рассматривались основные принципы создания чат-бота, как компьютерной программы, которая может отвечать человеку на привычном для него языке с помощью текста или голоса [3], а также основные шаги по добавлению чат-бота в такие мессенджеры, как Вконтакте, Telegram и Discord.

Целью текущей работы является расширение функциональности разработанного чат-бота путем замены файла с расширением. json на полноценную базу данных, а также создание интерфейса администратора. Последний позволяет просматривать, добавлять, редактировать и удалять данные, хранящиеся в БД. Структурная схема чат-бота с описанными доработками представлена на рисунке 1.

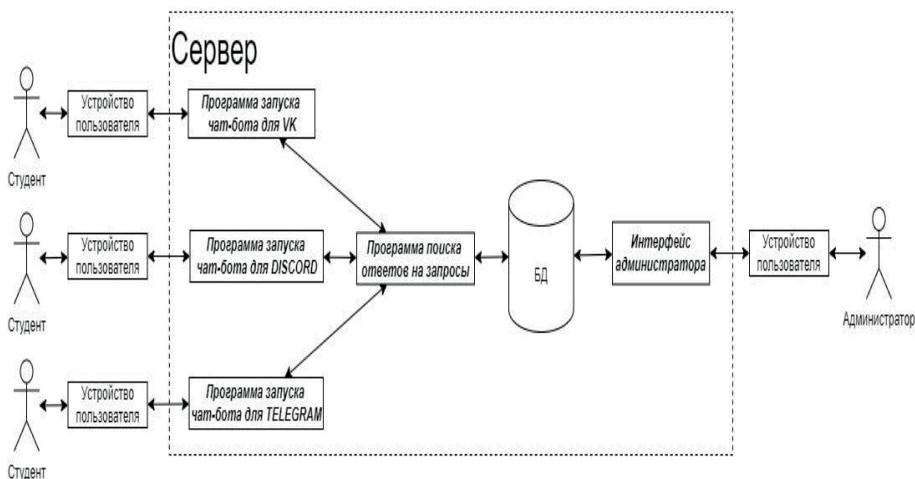


Рисунок 1 — Структурная схема

Разработка базы данных для чат-бота состоит из 3 этапов: проектирование логической схемы, разработка физической схемы, написание скрипта, создающего требуемую базу данных.

Логическая схема разрабатываемой базы данных, описывающая структуры данных и связи между таблицами независимо от конечной реализации базы данных и аппаратной платформы, представлена на рисунке 2.

Рисунок 2 — Логическая схема БД



Физическая схема БД представляет собой диаграмму, содержащую всю необходимую информацию для генерации БД в PostgreSQL.

Интерфейс администратора представляет собой веб-приложение, которое позволяет создавать, просматривать, обновлять и удалять записи из базы данных. Данный интерфейс разработан на основе веб-фреймворка Django, который позволяет быстро создавать безопасные и поддерживаемые веб-сайты на основе моделей, описывающих разработанные таблицы из базы данных.

На данный момент разработан чат-бот по основам SQL, подключенный к мессенджером Вконтакте, Telegram и Discord, а также обладающий полноценной базой данных и интерфейсом администратора. В перспективе предполагается добавить парсинг сайта СДО, который позволит

автоматически пополнять базу данных образовательной информацией, а также внедрить методы машинного обучения.

#### *Библиографический список*

1. Информационный образовательный портал кафедры АСУ Рязанского государственного радиотехнического университета им. В.Ф.Уткина [Электронный ресурс] / официальный сайт. — Рязань, 2009. — Режим доступа: <https://rgrtu.ru/>, для доступа к информационным ресурсам требуется авторизация (дата обращения 25.10.2022). — Загл. с экрана.

2. Маркин А.В., Анিকেев Д.В., Федотов Е.М. Использование чат-бота в процессе обучения SQL / А.В. Маркин, Д.В. Анিকেев, Е.М. Федотов – Текст: непосредственный // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXVI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов / РГРТУ. – Рязань, 2021. – С. 174–175.

3. Токарева Ю.А., Аристова А.С., Безносюк Ю.С., Ведикер П.К., Воронович Н.Е. Использование чат-ботов в образовательном процессе [Электронный ресурс] / Ю.А.Токарева, А.С.Аристова, Ю.С.Безносюк, П.К.Ведикер, Н.Е.Воронович — Режим доступа: [https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/82473/1/978-80-88327-04-2\\_017.pdf](https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/82473/1/978-80-88327-04-2_017.pdf), свободный (дата обращения 24.10.2022).

## **ВЫБОР ОФИСНЫХ ПАКЕТОВ ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ**

В.М. Архипкин, А.Т. Коротаев

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

Офисное программное обеспечение (ОПО) следует признать одним из самых необходимых программных продуктов в современных условиях. Электронный документооборот прочно вошёл в образовательную сферу.

В связи с применением документов различных типов и/или интеграции в один документ различного рода информации (текст, графика, ссылки, электронные таблицы и т.д.) необходимо использовать офисные приложения не по отдельности, а как готовые офисный пакеты. Другим важным элементом выбора ОПО является, как поддержка уже имеющихся популярных форматов файлов, так и возможность конвертации и переконвертации в существующие и перспективные форматы.

В настоящий момент ОПО предлагается зарубежными и российскими компаниями в виде коммерческих (платных) лицензий, свободно распространяемых (бесплатных) лицензий и онлайн (интернет) версий. Дополнительное ограничение накладывает предварительно выбранная ОС («МинЦифры» предлагает использовать отечественные ОС на базе Linux).

Рассмотрев состав, каждой из рекомендованной ОС, было замечено, что по умолчанию везде установлен офисный пакет LibreOffice, распространяемый на бесплатной основе.

Пакет содержит текстовый редактор, табличный редактор, редактор презентаций, векторный редактор, редактор формул, СУБД.

Офисный пакет «Р7-Офис» разработан в России АО «Р7», в котором в основном ориентация идет на работу с файлами в «облаках». Поэтому «Р7-Офис» можно запустить через браузер, есть и полноценная десктопная версия. Данный офисный пакет можно встретить интегрированным в онлайн платформу «Яндекс 360».

«Р7-Офис» состоит из текстового и табличного редакторов, редактора презентаций, аудиопроигрывателя и инструмента для просмотра фото и видео.

Следующее ОПО «МойОфис» является отечественной разработкой ООО «Новые Облачные Технологии». Является бесплатным для домашнего использования и учебных заведений.

Пакет может включать текстовый и табличный редактор, редактор презентаций, конструктор моделей с визуализацией и анализом данных, почтовый клиент.

«Google Docs» представитель веб-редакторов. Работоспособен даже на устаревших ПК. Преимущество и недостаток одновременно заключается в необходимости использования сети Интернет. Поддерживается облачные сохранения, совместная работа нескольких пользователей. Возможен офлайн-режим, если установить расширение для браузера.

Пакет состоит из текстового редактора, табличного редактора, редактора презентаций, редактора форм.

Каждый из перечисленных выше ОПО имеет свои особенности и недостатки. Видимо, следует считать главным недостатком данных пакетов офисных программ – это отсутствие единого формата файлов для обмена между различными отделами образовательного учреждения и за его пределами вместо файлов Microsoft Office. В случае конвертации в известные форматы Microsoft Office возникают проблемы с отображением документов на различных ПК.

При переходе на новый(е) офисные пакеты потребуется:

- переобучение сотрудников;
- выбор форматов рабочих файлов для всех подразделений;
- дополнительное (возможно) ПО для конвертации файлов;
- другие организационные мероприятия поддержки электронного документооборота.

В большинстве образовательных учреждений наибольшей популярностью пользуется ОПО Microsoft Office. Выбор альтернативного офисного пакета сильно затруднен и тесно связан с установленной ОС на конкретном ПК. В случае обязательного перехода на российское ПО и прежде всего на ОС типа Linux следует воспользоваться встроенным ОПО LibreOffice. Для совместной работы и быстрого обмена документами стоит использовать онлайн-версии других офисных пакетов.

**ПРИМЕНЕНИЕ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ  
«ASTRA LINUX SPECIAL EDITION»  
ДЛЯ ЗАЩИТЫ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ РАБОЧИХ МЕСТ**

Д.Р. Бабаев

Научный руководитель – Кузьмин Ю.М., доцент. каф. ИБ  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В.Ф.Уткина**

В докладе рассматривается ряд вопросов, связанных с созданием автоматизированных рабочих мест под управлением отечественной операционной системой (далее – ОС) «Astra Linux Special Edition» и реализацией защиты информации встроенными средствами ОС «Astra Linux Special Edition». В ходе рассмотрения данных вопросов перечисляются основные законодательный акты, регулирующие использование средств защиты информации в области государственных информационных систем и информационных систем персональных данных. В качестве средства защиты информации рассматривается ОС «Astra Linux Special Edition», реализующая защиту информации встроенными средствами. Данная ОС реализует возможности учета и контроля учетных записей пользователей, управления доступом субъектов доступа к объектам доступа, создания защищенной программной среды, защиты носителей информации, регистрации событий безопасности и обнаружения вторжений [1]. Все вышеперечисленные возможности обеспечивают надежную защиту по противодействию несанкционированному доступу к информации, а также надлежащий уровень защиты информации на автоматизированных рабочих местах, создаваемых в учреждениях высшего образования [2]. Приводятся возможные варианты применения встроенных в ОС «Astra Linux Special Edition» средств и механизмов защиты информации, достоинства и недостатки данной ОС, проблемы перехода на отечественное программное обеспечение, а также возможные исполнения комплексного использования ОС «Astra Linux Special Edition» с другими отечественными средствами защиты информации.

Материалы и методы. Произведены настройка и ручное тестирование виртуального стенда с применяемой операционной системой «Astra Linux Special Edition».

Результаты. При правильной настройке операционная система «Astra Linux Special Edition» обеспечила надлежащий уровень защиты информации и функции контроля устройств, предотвратив попытки несанкционированного доступа к информации, а также обеспечила корректную совместную работу с отечественными средствами защиты информации.

Таким образом, операционная система «Astra Linux Special Edition» способна обеспечить эффективную защиту в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации в сфере информационной безопасности на автоматизированных рабочих местах.

*Библиографический список*

1. Девянин П.Н., Тележников В.Ю., Третьяков С.В. Учебное пособие / Под ред. чл.-корр. Академии криптографии России, доктора техн. наук, профессора П. Н. Девянина. – М.: Горячая линия –

Телеком, 2022. – 148 с.: ил. ISBN 978-5-9912-0996-0 (дата обращения: 07.11.2022).

2. Омельченко Светлана Владимировна, Виприцкий Илья Андреевич Обзор программных средств защиты информации // Инновации в науке. 2013. №19. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-programmnyh-sredstv-zaschity-informatsii-1> (дата обращения: 07.11.2022).

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ**

С.В. Давыдочкина

**Институт Академии ФСИН России**

Основными способами организации и проведения лекционных занятий сегодня можно считать традиционную подачу материала, при котором рабочим инструментом лектора являются мел и аудиторная доска, и презентацию с демонстрацией слайдов, в последнее время активно вытесняющую первый способ благодаря высокому уровню наглядности, возможности фиксации отдельных важных моментов или пунктов лекции и т.д.

Однако формат презентации имеет те же существенные недостатки, что и традиционный: возможность снабдить лекцию большим объёмом графического материала не может компенсировать то, что во время занятия часто приходится возвращаться к ранее изученному, повторять отдельные моменты, прерывая текущее изложение, делать дополнительные пояснения. Всё это существенно снижает качество подачи материала, так как преподаватель не может по собственной прихоти сужать рамки рабочей программы и должен за отведённое ему время полностью изложить всё запланированное. А оставлять часть важного материала на самостоятельное изучение – снижать эффективность учебного процесса, в котором и так больше половины учебного времени отводится на самостоятельную работу обучающихся.

Частичным решением данной проблемы является использование студентами рабочих тетрадей с уже размещёнными в них сложными для построения графиками, иллюстрациями, информационными блоками и справочным материалом, необходимым для усвоения нового, но непосредственно к разбираемым вопросам не относящегося, например, основные понятия и определения из прошлых тем, формулы из смежных дисциплин или школьного курса и т.д.

Однако при таком подходе рабочая тетрадь приобретает значительные объёмы, что делает её неудобной в использовании. Кроме того, в ней отсутствует и дифференциация по уровню усвоения материала: одним студентам готовые текстовые блоки не нужны, так как они хорошо знают изученное ранее, другим их будет недостаточно.

Нивелировать недостаток печатных тетрадей можно использованием во время лекционных занятий комбинированного электронно-печатного пособия. При этом обучающиеся записывают лекцию на обычных бумажных носителях, частично заполненных блоками теоретической

информации, а преподаватель, через проектор, демонстрирует слушателям электронные страницы такой же тетради, представляющие собой копии печатного носителя, но дополненные гиперссылками, открывающими окна с дополнительной информацией. В [1], [2] были описаны основные принципы построения подобной тетради и приведены шаблоны для формирования различных видов всплывающих окон (простое, модальное, по наведению курсора), разработанных с использованием языка гипертекстовой разметки HTML и таблиц стилей CSS.

По мере изложения материала лектор активирует то или иное окно-подсказку, вызывая на экран вспомогательную информацию (рис. 1), и при этом не прерывая основную мысль. Такие окна-подсказки могут нести в

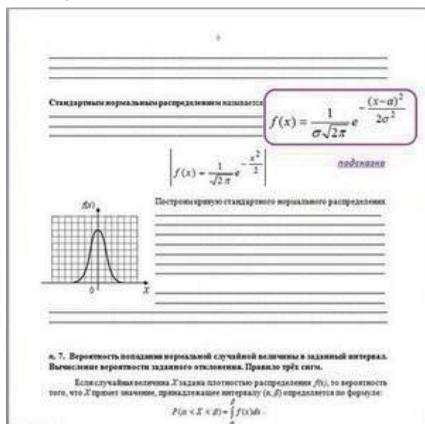


Рисунок 1.

себе иллюстрации, основные понятия и определения из ранее изученных тем и т.д. Кроме того, их можно оформить в виде сносок, открывающих пользователю тот раздел с нужным пунктом, о котором в данный момент говорит преподаватель. Очевидно, что часто повторяемые во время лекции фразы, наподобие «как было показано в п. 3.1 раздела 3», абсолютно ничего не говорят слушателям непосредственно во время лекции и становятся понятны только при самостоятельной проработке и повторении лекционного материала. Однако если после упоминания преподавателем данного пункта он откроет его полностью или частично во всплывающем окне, обучающимся, благодаря воздействию визуализации на память, станет более понятен смысл сказанного лектором, что повысит качество усвоения материала.

Использование такой электронной рабочей тетради сохраняет все достоинства презентационной формы организации лекционного занятия, но при этом дополняет её сочетанием жёсткой структуры изложения материала с большим объёмом доносимой до обучающихся информации.

*Библиографический список*

1. Давыдочкина С.В. Способ реализации информационных и коммуникационных технологий при разработке электронной формы рабочей тетради // Педагогическая информатика. - 2017. - № 3. - С. 34-42.
2. Давыдочкина С.В. Использование модальных окон при разработке электронной формы рабочей тетради// Педагогическая информатика. - 2018. - № 2. - С. 71-77.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСОВ GPU ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ  
В СРЕДЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ LABVIEW**

А.В. Ермачихин

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

С развитием современной компьютерной техники многие математические операции, которые раньше занимали определенное время, стали выполняться заметно быстрее. Увеличение количества ядер и потоков на одном физическом процессоре позволяют распараллеливать исполнение кода при возможности, тем самым уменьшая требуемое время на работу программы [1]. Новейшие процессоры имеют до 16 ядер в потребительском сегменте для домашнего использования и до 64 ядер в серверном исполнении [2]. Некоторые операции с данными можно разделять на ещё большее количество потоков, для этого вместо увеличения количества дорогих многоядерных процессоров в системе можно использовать процессор видеокарты GPU. Количество максимальных потоков может достигать нескольких тысяч (8704 для RTX 3080), вдобавок работа с памятью осуществляется быстрее.

Для использования мощностей GPU в среде программирования LabVIEW необходимо установить некоторое дополнительное бесплатное программное обеспечение. Для работы непосредственно с CUDA ядрами в видеокартах от NVIDIA нужно установить CUDA Toolkit [3]. Программное обеспечение NVIDIA® CUDA® Toolkit представляет собой среду разработки для создания высокопроизводительных приложений, позволяет производить вычисления ресурсами видеокарты. Установка не вызывает сложностей, единственное ограничение – использование современных операционных систем.

Для среды программирования LabVIEW необходимо установить тулkit NI GPU Analysis Toolkit 64-bit [4]. Так как библиотека CUBLAS из CUDA Toolkit используется только 64-битная, то и тулkit необходимо ставить именно с припиской «64-bit» (рисунок 1).

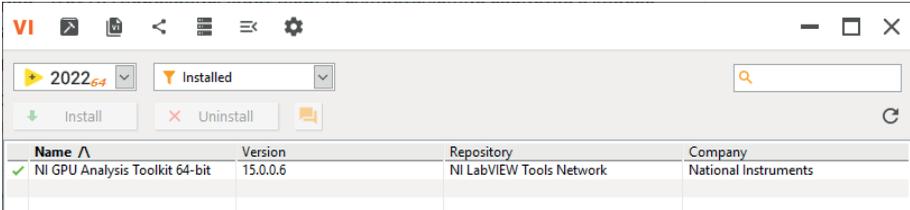


Рисунок 1 – Фрагмент окна VI Package Manager

Использование 64-битного тулкета ограничивает размерность самой среды программирования LabVIEW. После установки всего необходимого программного обеспечения в LabVIEW появится новая палитра «High Performance Analysis», содержащая «GPU Analysis» (рисунок 2). Палитра содержит «LVCUDA» – для работы с памятью и устройствами; «LVCUBLAS» – библиотека для работы с матрицами; «LVCUFFT» – библиотека для преобразования Ферми; «LVGPU SDK» – используется для работы с данными и массивами.

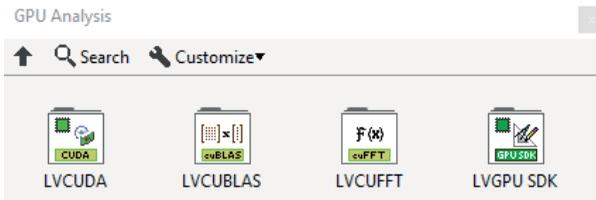


Рисунок 2 – Окно палитры «GPU Analysis»

Перенос части математических операций на ресурсы GPU позволило усовершенствовать программу расчета энергетических зон в полупроводниковых структурах, результаты работы которой показаны на рисунке 3 (Si с акцепторным уровнем; Ge с донорным уровнем;  $T = 300$  K).

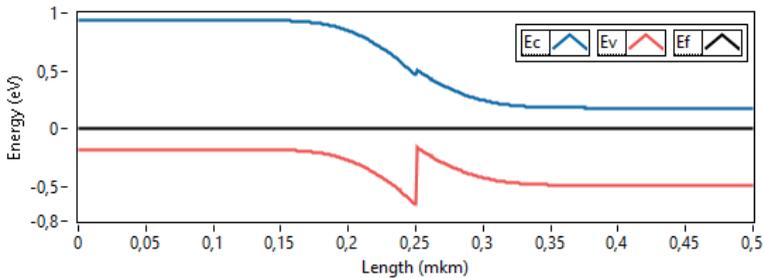


Рисунок 3 – Окно программы с изгибами энергетических зон

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ № 075-15-2021-460 с использованием оборудования Регионального центра зондовой микроскопии коллективного пользования (РЦЗМкп) в научно-

образовательном центре неупорядоченных и наноструктурированных материалов и устройств на их основе (НОЦ «ННМУ») при Рязанском государственном радиотехническом университете имени В.Ф. Уткина.

*Библиографический список*

1. András Vajda. Programming Many-Core Chips. Springer New York, NY. 2011. 228 p.
2. AMD Ryzen™ [Электронный ресурс]. URL: <https://www.amd.com/> (дата обращения 26.10.2022).
3. Free Tools and Trainings for Developers. CUDA Toolkit [Электронный ресурс]. URL: <https://developer.nvidia.com/cuda-toolkit> (дата обращения 26.10.2022).
4. GPU Analysis Toolkit [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ni.com/docs/en-US/bundle/labview-gpu-analysis-toolkit-api-ref/page/lvgpu/lvgpu.html> (дата обращения 26.10.2022).

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СОЗДАНИЯ ОТЧЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ**

В.В. Ермилов

Научный руководитель — Хрюкин В.И., к.т.н., доцент

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

В докладе рассматривается вопрос создания отчетной документации в автоматическом режиме. Эта проблема актуальна как для отдельных задач, так и для различных систем. В ходе работы была разработана автоматическая система генерации отчетов на основе заданного шаблона и потока входных данных. Основными критериями разрабатываемой системы ставились: максимальная гибкость создаваемых отчетов, поддержка большого числа данных, простота интеграции, возможность независимой работы с большим числом разных систем одновременно, скорость генерации отчетов.

В качестве входных данных могут выступать как обычный текст, числовые значения, так и отдельные файлы, изображения. Шаблон представляет собой XML документ, составленный по определенным правилам. В нем описывается основная структура отчета, его основные параметры, а так же указывается, каким образом будут использованы входные данные. На шаблон помимо соответствия XML формату накладываются дополнительные требования, необходимые для корректной обработки входных данных.

Дальнейшее изучение данного вопроса включает разработку автоматизированной системы проверки отчетной документации на основе аналогичного шаблона и заданных правил, которым должен соответствовать отчет.

## **ТЕХНОЛОГИЯ WIREGUARD: ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ VPN ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ.**

Д.А. Ефремов

Научный руководитель - Росляков А.В., д-р тех. наук, профессор  
**Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики**

В последние годы широкое распространение как в операторских мультисервисных сетях NGN, так и в инфокоммуникационной сети Интернет, получила технология виртуальных частных сетей VPN (Virtual Private Network), которая позволяет безопасно передавать пакетные данные между заданными конечными пользователями. На данный момент существует множество решений, позволяющих реализовать сеть VPN. Относительно новой и быстро набирающей популярность считается технология WireGuard, позиционирующая себя, как VPN общего назначения, т.е. для всех и каждого. Цель исследования заключается в определении положительных и отрицательных сторон данной технологии и определения областей ее эффективного применения для реализации VPN.

WireGuard — это технология VPN, включающая в себя программное обеспечение (ПО) и одноименный протокол, призванная упростить конфигурирование серверной и клиентской части, обеспечить надежность и высокую скорость передачи данных по виртуальному каналу связи. Протокол технологии открыт, а ПО распространяется под открытой лицензией.

Для установления соединения необходимо конфигурирование конечных узлов, т. к. используется одноранговая сеть, практически нет различий в конфигурации инициатора и ответчика. Данный аспект, несомненно, может стать плюсом, если присутствует контроль над всеми конечными узлами сети. Конфигурация технологии минималистична, по сравнению с другими решениями построения сетей VPN, например – OpenVPN.

После этого иницируется соединение посредством простого двухстороннего рукопожатия. В случае, когда узел находится “под нагрузкой” и существует возможность проведения DoS атаки, осуществляется четырехстороннее рукопожатие, для предотвращения “отказа в обслуживании”. Далее узлы могут начать обмен данными.

Для обеспечения безопасной передачи данных VPN в протоколе WireGuard используется асимметричная криптография. На каждом узле генерируется связка открытый/закрытый ключ и открытый ключ передается оппоненту по стороннему защищенному каналу, при этом ключ может быть преобразован в QR код, для легкого считывания его мобильными устройствами.

Минус сложности с созданием большого количества сертификатов и их распространением, технология облегчает передачу ключей для безопасного соединения. Но из-за невозможности выбрать другой криптографический алгоритм это приводит к понижению общего уровня защищенности и, как ни странно, к упрощенному установлению соединения, т.к. нет необходимости согласовывать требуемое шифрование на этапе инициации соединения.

Таким образом, выдвинутое утверждение о широкой применимости в создании виртуальных частных сетей не находит подтверждения на основании имеющихся недостатков. Данная технология не подходит для реализации VPN крупными компаниями с высокими требованиями к информационной безопасности. Однако небольшие компании и рядовые Интернет-пользователи найдут для себя эту технологию очень полезной, т.к. они не предъявляют жесткие требования к безопасности, наличием определенных ролей в сетях, большого количества сертификатов и т.д. Им скорее необходимы простота в настройке и легкость в конфигурировании, что может обеспечить технология WireGuard.

*Библиографический список*

1. Росляков А.В. Виртуальные частные сети: основы построения и применения. – М.: Эко-Трендз, 2006. 300 с.
2. WireGuard: fast, modern, secure VPN tunnel. URL: <https://www.wireguard.com/> [Электронный ресурс]. Дата обращения: 29.09.2022.
3. Abhilash T. Reliable user datagram protocol (RUDP) / Osmania University, India, 2009. 43 p.
4. Zhang X., Tsou T. IPsec Anti-Replay Algorithm without Bit Shifting. RFC 6479. 2012, URL: <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc6479.txt>. [Электронный ресурс]. Дата обращения: 29.09.2022.
5. Kent S., Atkinson R. Security Architecture for the Internet Protocol. RFC 2401, 1998. URL: <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc2401.txt>. [Электронный ресурс]. Дата обращения: 29.09.2022.
6. Donenfiled J.A. WireGuard: Next Generation Kernel Network Tunnel. URL: <https://www.wireguard.com/papers/wireguard.pdf>. [Электронный ресурс]. Дата обращения: 29.09.2022.
7. WireGuard: Quick Start. URL: <https://www.wireguard.com/quickstart/> [Электронный ресурс]. Дата обращения: 29.09.2022.
8. OpenVPN Quickstart. URL: <https://openvpn.net/community-resources/how-to/#openvpn-quickstart/> [Электронный ресурс]. Дата обращения: 29.09.2022.
9. Perrin T. The Noise Protocol Framework. 2016. URL: <http://noiseprotocol.org/noise.pdf>. [Электронный ресурс]. Дата обращения: 29.09.2022.

## **ЭКОСИСТЕМА ИНФОРМАЦИОННЫХ СЕРВИСОВ И СЕРВИСА БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ**

Е.И. Лукашкина, Д.А. Попов, М.О. Пыченков, Д.А. Кусакин, А.С. Ершова

Научный руководитель – Волченков В.А.

канд. техн. наук, доцент

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

В докладе поднимается ряд вопросов по актуальным проблемам взаимодействия студентов, преподавателей и администраций ВУЗов в информационной среде. К данным вопросам относятся:

- сложность нахождения учебного материала на онлайн-библиотеках ВУЗов;
- способы информирования об изменении расписания;
- необходимость хранения и предоставления мультимедийных и методических материалов для самостоятельной работы;
- потребность в связи с преподавателями вне стен ВУЗа;
- информирование администраций для каждого студента и преподавателя;
- вопросы улучшения пропускной системы;
- невозможность точечного уведомления для студентов и преподавателей;
- документооборот.

Ряд проблемных вопросов актуален из-за большого количества платформ и большого количества предоставляемой информации.

Для решения поставленных задач будет разработан ряд технических и информационных решений, реализованных в едином приложении «Мой ВУЗ». Оно будет включать в себя:

- единую поисковой системы по всем библиотечным системам ВУЗа;
- расписание с возможностью его быстрого редактирования;
- предоставление мультимедийных и методических материалов по дисциплинам с неограниченным доступом для студентов ВУЗа;
- мессенджер для общения между студентами, преподавателями и администрацией;
- применение «Face ID» - технологии для идентификации и более «дружелюбной» проходной системы;
- возможность быстрого доступа к необходимой документации и требуемой отчетности;
- быстрое push-уведомление каждого пользователя о любых изменениях.

### *Библиографический список*

1. Норман Д. Дизайн привычных вещей. — Вильямс, 2006. — 384 с.
2. Основы искусственного интеллекта. — Е.В. Боровская, Н.А. Давыдова, 2020. — 130 с.
3. Dart в действии. — Крис Бакетт, 2013. — 530 с.

## **ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ**

Е.А. Соколов, А.Т. Коротаев

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

Построение современной информационной среды в образовательном учреждении потребует внимания к следующим ее компонентам:

- аппаратному обеспечению;
- программному обеспечению;
- обеспечению коммуникационной техникой.

При планировании развёртывания таких информационных систем необходимо учитывать, как минимум, существующие санкционные условия и ограничения. Дополнительное влияние на выбор аппаратных средств для построения таких систем оказывают недостаточные производственные мощности российской электронной промышленности. Вследствие чего, в ближайшие годы придётся использовать комбинацию аппаратных средств вычислительной техники и коммуникационного оборудования иностранного и российского производства. В таких условиях крайне важным является crucial выбор программного обеспечения.

Основной любого компьютера является системное программное обеспечение или, как принято называть, – операционная система.

Рассмотрим наиболее популярные операционной системы, которые используются в мировой практике и в Российской Федерации:

1. Коммерческие
  - 1.1. Windows;
  - 1.2. MacOS.
2. Свободно распространяемые
  - 2.1. Основанные на ядре Linux;
  - 2.2. Другие Unix-подобные ОС.

Свободно распространяемые системы представлены, в основном, Unix-подобными ОС, в частности Linux. В большинстве случаев использовать Linux можно бесплатно, не требуются лицензионные отчисления и т.п. К другим достоинствам дистрибутивов на базе Linux можно отнести развитые средства командной строки, наличие централизованных хранилищ ПО (так называемых репозиторий), гибкость (например, можно отключить или заменить графический интерфейс и снизить потребление ресурсов системой), возможность установки во встраиваемые системы, возможность легально модифицировать ОС.

К настоящему времени создано большое количество российских дистрибутивов на основе ядра Linux. Наличие отечественных ОС позволяет снизить зависимость от иностранных компаний, привлечь пользователей хорошей русификацией (или переводом на другие языки народов России) системы и программ, не допускать наличие «закладок» или намеренно оставленных уязвимостей, гарантировать высокий уровень безопасности и защищённости ОС.

Рассмотрим несколько ОС, разрабатываемых в России:

1. Astra Linux – система основана на свободном дистрибутиве Debian и совместима с ним (использует deb-пакеты). Имеет бесплатную версию для некоммерческого использования.

2. Alt Linux – независимый проект со своей собственной инфраструктурой. Использует пакеты в формате RPM, что повышает совместимость со многими иностранными дистрибутивами. Имеет бесплатную версию для физических лиц, а также отдельную бесплатную производную версию (SimplyLinux) как для физических, так и для юридических лиц.

3. Rosa Linux – дистрибутив использует пакеты в формате RPM. Есть бесплатная версия для домашнего использования.

4. Calculate Linux – система не совместима с deb- и rpm- пакетами, но лицензия позволяет бесплатно использовать её в любых целях. Возможные проблемы установки Linux:

- операционная система не загружается из-за старой версии BIOS.
- возникает «Kernel Panic» при загрузке из-за несовместимого оборудования, ошибок в прошивке BIOS и т.п.
- во время установки не работают некоторые устройства, требующие дополнительных драйверов.

Существенными недостатками при развертывании ОС на базе Linux в образовательном учреждении могут оказаться не сложности в установке, а отсутствие драйверов для подключения специального оборудования и специализированного ПО для выполнения заданий студентами в рамках учебного процесса.

В тоже время отечественные дистрибутивы предлагают пользователям и организациям качественные и законченные продукты, уже сейчас готовые заменить иностранные коммерческие ОС в образовательных или государственных учреждениях. В перспективе переход на отечественные ОС позволит в большинстве случаев избавиться от зависимости от иностранных компаний и их программного обеспечения.

## **ОБЗОР САПР SOLID WORKS И КОМПАС-3D В ЗАДАЧАХ КОНСТРУИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Е.А. Козлов, А.А. Стешенко

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

Современное производство невозможно представить без применения САПР на различных этапах жизненного цикла изделия. Основными этапами, на которых активно используются САПР, являются этапы проектирования и разработки изделия, где окончательный результат представлен комплектом конструкторской документации на изделие.

Задача инженера-конструктора состоит в поиске оптимального решения по вопросам выбора конструкционных материалов, обеспечения теплового режима, прочности и надежности конструкции, механики движения (в случае если изделие имеет в своем составе подвижные узлы) с учетом

специфики работы изделия. Популярными САПР для решения конструкторских задач являются SOLID WORKS и КОМПАС-3D [1, 2].

Кроме функций проектирования и разработки данные системы обладают встроенными модулями, позволяющие проводить инженерные расчеты численными методами, моделируя физические процессы. Модули SOLID WORKS и КОМПАС-3D могут использоваться для исследования газодинамических процессов, тепловых процессов, процессов деформации в материалах и элементах конструкций изделий автомобильной, судостроительной, авиационной, электронной промышленности [3-4].

По своему функционалу системы SOLID WORKS и КОМПАС-3D идентичны, а различаются только интерфейсы программ. САПР КОМПАС-3D – это российская импортонезависимая система трехмерного проектирования. В основе КОМПАС-3D лежит российское геометрическое ядро С3D и собственные программные технологии. Явным преимуществом КОМПАС-3D по сравнению с SOLID WORKS является возможность разработки конструкторской документации по всем требованиям ЕСКД. Перечень функциональных модулей, встроенных в САПР SOLID WORKS и КОМПАС-3D, используемые для динамического анализа механизмов, анализа прочности, анализа течения жидкости и газа, анализа теплопроводности и конвекции представлены в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	САПР SOLID WORKS	САПР КОМПАС-3D
1	Motion	Универсальный механизм Express
2	Simulation	APM FEM
3	Flow Simulation	KompasFlow

Представленные модули, позволяют проводить инженерные расчеты для 90% возможных конструкторских задач во всех областях промышленности [5]. Стоит отметить, что САПР КОМПАС-3D обладает широким функционалом, и включает в себя большое количество модулей машиностроения, строительства и приборостроения, что делает его универсальным решением для отечественных производителей промышленных изделий.

#### *Библиографический список*

1. <https://www.solidworks.com/ru>
2. <https://kompas.ru/>
3. Филатов В. В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САПР SOLID WORKS MOTION ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛАВНОСТИ ХОДА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА //Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. – 2014. – №. 1 (1).
4. Пантюхин О. И. Использование подключаемых модулей в САПР Компас-3D для повышения эффективности проектирования и разработки морской техники ВМФ //Неделя науки Санкт-Петербургского государственного морского технического университета. – 2020. – Т. 1. – №. 3-1. – С. 100-100.
5. Алямовский А. А. SolidWorks Simulation. Как решать практические задачи. – БХВ-Петербург, 2012.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ДОКУМЕНТООБОРОТА НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОГО СОВЕТА**

А. В. Крошилин, В. А. Костина

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

В данной статье рассматривается возможность создания системы, автоматизирующей деятельность научно-методического совета.

Научно-методический совет – постоянно действующий выборный представительный орган университета, целью деятельности которого является координация действий научно-педагогической общественности университета, учебных и структурных подразделений по обеспечению качества и развития содержания образования, прогнозирования перспективных направлений и учебно-методического обеспечения подготовки специалистов. Совет действует согласно положению [1], разработанному в соответствии с законодательством Российской Федерации, Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации», а также локальными правовыми актами [2] и Уставом университета.

Научно-методический совет проводит конкурсы претендентов на должности научных и педагогических работников. Помимо кадровых вопросов, в компетенцию совета входит представление к присвоению учёных званий, к государственным и ведомственным наградам, а также принятие решений по проблемам развития вуза, его образовательной и научной деятельности. Одной из самых важных функций совета является пополнение библиотечного фонда современной литературой. Последняя компетенция является очень трудоемким процессом, и автоматизация документооборота здесь наиболее востребована.

Для пополнения библиотечного фонда, необходимо, чтобы литература была утверждена документом «План издания учебников и учебных пособий». Он составляется на основании заключений совета. Заключение – есть результат собрания научно-методического совета, при его организации членам совета присылается объявление о заседании, а в день его прохождения составляется явочный лист. По прошествии заседания формируются заключения и протокол научно-методического совета. Помимо этого, составляются рецензии, в которых научные работники составляют собственное мнение касательно литературы, вынесенной на обсуждение.

Таким образом, для автоматизации документооборота научно-методического совета необходимо создать систему, которая будет составлять следующие документы: объявление о заседании, явочный лист, протокол научно-методического совета, заключение научно-методического совета, рецензия, план издания учебников и учебных пособий.

Данная система будет разработана на платформе 1С:Предприятие, где:

Константы конфигурации выбраны для хранения информации о главных должностных лицах научно-методического совета (председателя, заместителя председателя и секретаря).

Справочники будут хранить в себе информацию о должностях, ученых степенях и званиях, которые станут использоваться при составлении перечня научных работников; о дисциплинах, направлениях подготовки специальностей и видах изданий, которые потребуются при составлении отчета о плане издания учебников; а также о перечне тем, которые определяют повестку собрания.

Документы будут отражать информацию о заключениях, принятых на заседаниях совета, и о рецензиях жюри касательно рассматриваемой литературы.

Регистры накопления будут хранить информацию о литературе, рекомендованной к изданию.

#### *Библиографический список*

1. ПРИКАЗ от 17.04.2001 N 1742 Об утверждении Типового положения об учебно-методическом объединении высших учебных заведений Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://szrf.ru/szrf/docslst.php?md=0&nb=100&year=&issid=1002001017000> (дата обращения: 06.10.2022).

2. Положение о научно-методическом совете [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rsreu.ru/vuz/structure/nauchno-metodicheskij-sovet/polozhenie-o-sovete> (дата обращения 06.10.2022).

## **ТРУДНОСТИ ПЕРЕХОДА НА ОТЕЧЕСТВЕННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

А.Н. Крюков

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

Приказом Минкомсвязи России [1] утверждены рекомендации по переходу госкомпаний (в том числе государственных учреждений, к которым относится РГРТУ) на преимущественное использование отечественного программного обеспечения (ПО). Переход на него связан с преодолением ряда трудностей.

1. Функционал и привычки. Не секрет, что функционал отечественного ПО не совпадает с импортным проприетарным.

Для выполнения типовых офисных задач (оформления документов со вставкой и незначительной коррективкой цветных рисунков, формул, презентаций, печати) функционала отечественного ПО достаточно. Внедрение тормозится привычками пользователей к файловой системе, форматам документов, инструментам, функциональным клавишам, шаблонам, шрифтам, и чем больше времени этим привычкам — тем сильнее. Студенты оформляют отчёты по лабораторным работам в новой среде с первого раза без больших ошибок, служащим в возрасте нужна помощь специалиста, которого они не будут стесняться.

Большинство систем автоматизированного проектирования (САПР, САД) зарубежные и проприетарные, их функционал оттачивался годами,

собирались банки моделей и компонентов. Санкции нацелены на использование аналогов с урезанным функционалом, что приведёт к выработке не востребованных компетенций. Поможет организация удалённого доступа к облачным (вариант — зарубежным) проприетарным ресурсам.

2. «Железо» и драйвера. Отечественное ПО построено на базе Linux, для которых производители драйверов, как правило, не выпускают.

Microsoft отказывает производителям в указаниях на совместимость оборудования (в первую очередь с UEFI [2]), если они не запретят загрузку ПО, не имеющего её сертификата. Корневой DNS [3] не подтверждает российские сертификаты. Крупные производители устанавливают на материнские платы и UEFI, и BIOS [4], предоставляя пользователю выбор, мелкие подчиняются диктату. Сборщики закупают компоненты неизвестных производителей (no name), затрудняющие подбор драйверов. Производители ПО убирают поддержку старого оборудования, при обновлении возможен отказ функционала.

Требуется отечественное оборудование, импортные компоненты снабжать полным описанием. Нужны разработка и длительная (свыше сроков списания оборудования) поддержка отечественных пакетов и драйверов, в том числе руководствами пользователям. Нужна платформа, с которой зарегистрированный пользователь может скачать обновления, драйвера, программы и компоненты.

3. Специалисты и обучение. Доля Linux в мировом рынке компьютерного ПО составляет около 1% [5], в РГРТУ наблюдается та же картина. Android лидирует на рынке смартфонов и в этой статистике не учитывается.

При наличии «зоопарка» оборудования интеграторы не помогут, поддержка пользователей «повиснет» и проект внедрения отечественного ПО провалится. Нужны центры компетенций в каждом подразделении (кафедре) со своим бюджетом, минимально — учёт этих работ в нагрузках инженерного и преподавательского состава.

«Зоопарк» оборудования в разы увеличит время проекта перехода на отечественное ПО, в ряде случаев (одноядерный процессор, 1 и менее Гб оперативной памяти) сделав его не целесообразным до апгрейда.

#### Библиографический список

1. Приказ № 486 от 20.09.2018 г «Об утверждении методических рекомендаций по переходу государственных компаний на преимущественное использование отечественного программного обеспечения, в том числе отечественного офисного программного обеспечения» [Электронный ресурс] [https://digital.gov.ru/ru/documents/6294/?utm\\_referrer=https%3a%2f%2fgo.mail.ru%2f](https://digital.gov.ru/ru/documents/6294/?utm_referrer=https%3a%2f%2fgo.mail.ru%2f)

2. UEFI - Unified Extensible Firmware Interface, унифицированный интерфейс между операционными системами и микропрограммами, управляющими низкоуровневыми функциями оборудования [Электронный ресурс] [https://ru.wikipedia.org/wiki/Extensible\\_Firmware\\_Interface](https://ru.wikipedia.org/wiki/Extensible_Firmware_Interface)

3. DNS - (англ. *Domain Name System* «система доменных имён») — компьютерная распределённая система для получения информации о доменах? используется для получения IP-адреса по имени хоста

(компьютера или устройства) [Электронный ресурс]  
<https://ru.wikipedia.org/wiki/DNS>

4. BIOS — (англ. Basic Input-Output system, базовая система ввода-вывода). [Электронный ресурс] <https://ru.wikipedia.org/wiki/BIOS>

5. Операционные системы и работа с ними [Электронный ресурс]  
<https://santehnika-terra.ru/articles/dolya-linux-v-mire.html>

## **ОСОБЕННОСТИ ОФОРМЛЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ В LIBREOFFICE**

А.Н. Крюков

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

Программой [1] подготовки бакалавров направления 11.03.01 «Радиотехника» выработка профессиональной компетенции ПК-2 «Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов», возложена в том числе на предмет «Электропреобразовательные устройства» (ЭПУ). Компетенция вырабатывается при проведении лабораторных работ.

Лабораторные работы по ЭПУ проводятся на макетах или с использованием программных средств. Отчёт может оформляться на бумаге или в форме файла загружаться в курс. Для оформления файла отчёта используется LibreOffice [2].

Рабочий стол MATE [3] установленной операционной системы с открытым исходным кодом настроен привычно для студента: требуемые значки размещены на панели, кнопка «Пуск» в левом нижнем углу открывает вложенные меню. Использовано стандартное (Alt + Shift) переключение раскладки, раскладка может меняться и щелчком на значке языка. В систему загружены привычные шрифты и их моноширинные аналоги, смена гарнитуры выбором из списка у студентов трудностей не вызывает.

Отчёт по лабораторной работе обязательно содержит титульный лист, цели (копируются из методички), исходные данные (связаны с номером студента по журналу и номером учебной группы), схему исследования (из методички или программы), результаты измерений в форме таблиц, графики, расчёты, выводы. Если лабораторная работа выполняется с использованием программных средств, к отчёту добавляются снимки экрана с обозначениями номиналов элементов и режимов моделирования. Использование стандартного PrtScrn возможно, но снимки оказываются мелкими и обозначения читаются плохо, приходится их править в графическом редакторе. Inkscape [4] входит в стандартный набор программ, но, поскольку он требует дополнительного времени на освоение, в систему добавлен KolourPaint [5], весьма сходный с известным редактором Paint. Проще добавить снимок в текстовый файл LibreOffice Writer, воспользовавшись Screenshot (значок с фотоаппаратом), позволяющим выделить область экрана и скопировать её в буфер обмена, откуда выполнить вставку в файл. Обычно достаточно показать эту

функцию бригаде студентов один раз с тем, чтобы они начали правильно вставлять в текстовый файл снимки.

Второй особенностью оформления отчёта в LibreOffice можно назвать неоднозначность использования непечатных символов. Пользователи Windows не всегда умеют грамотно пользоваться ими. В одном случае вставляемый в текст рисунок раздвигает непечатные символы и смещает ниже другие рисунки и текст, в другом — остаётся с ними наравне. Это зависит от формата рисунка. Необходим показ преподавателем методики использования непечатных символов при размещении рисунков на страницах.

Третья особенность связана с оформлением нескольких графиков в одних осях с целью сравнения полученных результатов. Инструкций по оформлению нескольких графиков в одних осях с помощью Excel в сети достаточно. Для обучения студентов оформлению нескольких графиков в одних осях в LibreOffice Calc автору пришлось написать подробную методичку [6].

«Клиповость мышления» «поколения Z» играет против них: мало кто читает методички, даже скачиваемые электронные и оформленные «в стиле комиксов»: 1 страница — 1 рисунок — 1 предложение. Это порождает четвёртую особенность: студенты копируют рисунки методички, не используя индивидуальные исходные данные, тем самым выполняя не свой вариант задания. Преподавателю на занятии приходится проверять черновой вариант работы — с тем, чтобы студенты успели получить данные для своего варианта.

#### *Библиографический список*

1. Рабочая программа дисциплины «Электропреобразовательные устройства». Утверждена проректором РОПИМД А.В.Корячко 26.06.2020 г [Электронный ресурс] [https://edu.rsreu.ru/res/specialities/disc\\_edu\\_programs/65971-edu\\_program-file-%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5\\_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0.pdf](https://edu.rsreu.ru/res/specialities/disc_edu_programs/65971-edu_program-file-%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0.pdf) .
2. LibreOffice [Электронный ресурс] <https://ru.libreoffice.org/>
3. Рабочий стол MATE. [Электронный ресурс] <https://docs.altlinux.org/ru-RU/alt-workstation/10.0/html/alt-workstation/ch30.html>
4. Inkscape [Электронный ресурс] <https://inkscape.org/ru/release/inkscape-1.0/>
5. KolourPaint [Электронный ресурс] <http://www.kolourpaint.org/>
6. Крюков А.Н. Построение графиков в одних осях в Calc: учебное электронное издание комплексного распространения. № 7203, 37 с. [Электронный ресурс] <https://elib.rsreu.ru/ebs/show/3204>

**СРЕДСТВО ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ «SECRET NET STUDIO»  
И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ  
ДЛЯ ЗАЩИТЫ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ РАБОЧИХ МЕСТ**

С.А. Ларинский

Научный руководитель – Кузьмин Ю.М., доцент. каф. ИБ  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В.Ф.Уткина**

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов, связанных с организацией защищенных автоматизированных рабочих мест. В ходе рассмотрения данных вопросов перечисляются основные приказы ФСТЭК России, регулирующие использование средств защиты информации, их ключевые положения, возможные проблемы, связанные с выбором средств защиты информации [1]. В качестве примера средства защиты информации рассматривается «Secret Net Studio», его возможности по противодействию несанкционированному доступу к информации, а также уровни защиты, обеспечиваемые им на автоматизированных рабочих местах [2]. Также в докладе рассмотрены основные направления возможного применения средства защиты информации «Secret Net Studio» в учреждениях высшего образования и дизайны сетей, возможные для реализации с помощью комплексов «Secret Net Studio».

Цель работы: изучить и определить эффективность использования средства защиты информации «Secret Net Studio», построить виртуальное доменное дерево безопасности с клиентами «Secret Net Studio» и корневым сервером безопасности.

Материалы и методы. Проведены настройка и ручное тестирование виртуального стенда с применением средства защиты информации «Secret Net Studio». С помощью графического эмулятора сети «GNS 3» построено доменное дерево безопасности «Active Directory».

Результаты. При применении стандартного шаблона политики безопасности, соответствующего требования безопасности для государственных информационных систем 1 категории, средство защиты информации «Secret Net Studio» обеспечило контроль целостности при атаке на «Security Account Manager» [3], замкнутую программную среду, межсетевое экранирование при попытке сетевого сканирования [4] и управление устройствами при подделке серийных данных флеш-накопителя, тем самым предотвратив попытки несанкционированного доступа к информации. С помощью графического эмулятора сети «GNS 3» был настроен домен безопасности «Active Directory» с возможностями централизованного управления и мониторинга. Данное средство защиты информации реализовало все заявленные возможности.

Таким образом, средство защиты информации «Secret Net Studio» способно обеспечить эффективную защиту в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации в сфере информационной безопасности на автоматизированных рабочих местах, работающих под управлением операционных систем семейства «Windows». Режим удаленного управления политиками безопасности позволяет организовать централизованный контроль и мониторинг за безопасностью автоматизированных рабочих мест. В учреждениях высшего образования

«Secret Net Studio» может рассматриваться в качестве решения для организации защищенных рабочих мест взаимодействия с различными сервисами и государственными информационными системами, либо же для создания единой системы мониторинга за безопасностью рабочих мест сотрудников.

*Библиографический список*

3. Трацев И.А. Защита от несанкционированного доступа к информации на предприятии // Мир науки. Педагогика и психология. 2014. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zaschita-ot-nesanktsionirovannogo-dostupa-k-informatsii-na-predpriyatii> (дата обращения: 02.11.2022).

4. Шелобаев А.С. SECRET NET STUDIO ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ // Инновационная наука. 2022. №7-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/secret-net-studio-prednaznachenie-i-ispolzovanie> (дата обращения: 05.11.2022).

5. Jiang Du, Jiwei Li. Analysis the Structure of SAM and Cracking Password Base on Windows Operating System // International Journal of Future Computer and Communication, Vol. 5, No. 2. 2016. URL: <http://www.ijfcc.org/vol5/455-F005.pdf> (дата обращения: 06.11.2022).

6. Плешков А.С., Рудер Д.Д. Тестирование на проникновение как анализ защищенности компьютерных систем // Известия АлтГУ. 2015. №1 (85). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/testirovanie-na-proniknovenie-kak-analiz-zaschischnosti-kompyuternyh-sistem> (дата обращения: 05.11.2022).

## **ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ ТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ**

А.С. Лобакина

Научный руководитель – С.Ю. Жулева, ст. преподаватель

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

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

При оценке подготовки слушателей в образовании все чаще используется компьютерное тестирование. Поэтому грамотно подготовленные тесты непосредственно влияют на качество дистанционного обучения [1].

При подготовке материала важна форма тестирования:

- закрытая - с набором ответов на поставленный вопрос, при этом оценка вероятности правильного ответа определяется

$$x_i^1 = R_i - \frac{W_i}{k-1} \quad (1),$$

где  $R_i$  и  $W_i$  - число соответственно правильных и неправильных ответов,  $k$  - число готовых ответов в заданиях теста;

- открытая, при этом на вопрос требуется развернутый ответ понятий данной темы.

Составление тестов требует учета факторов, непосредственно влияющие на качество предполагаемого тестирования. К ним относятся: грамотная, краткая и экспериментально подтвержденная формулировка заданий, с учетом уровня подготовки тестируемого контингента, а также предлагаемые для тестирования вопросы должны отражать научное содержание учебной дисциплины с возможностью использования компьютерных технологий.

Оценка тестирования определяется на основании рассчитываемого критерия [2]:

$$K_{\text{оц}} = 2.5 + 10 * \left(\frac{P}{N} - 0.7\right) \quad (2),$$

где P - число правильных ответов обучаемого, N - число вопросов теста.

Таблица 1 - критерий выставления оценки знаний

Диапазон Коц	Оценка
меньше 2,51	не удовлетворительно
от 2,51 до 3,49	удовлетворительно
от 3,51 до 4,49	хорошо
больше 4,51	отлично

Для комплексной проверки разрабатываемых тестовых заданий наиболее целесообразно использовать бинарную матрицу результатов тестирования **A** [**количество тестируемых, количество вопросов теста**], содержащую числовые значения ответов: 0 – неверный, 1 – верный. Данный метод позволяет оценить сложность каждого предложенного задания и построить тестирование с учетом возрастания сложности задаваемых вопросов [3].

Для получения сопоставимых характеристик и определения показателя трудности заданий необходимо оценивать долю правильных ( $p_j$ ) и неправильных ответов ( $q_i$ ), которые вычисляются по формуле:

$$q_i = \frac{w_i}{N} \quad (3),$$

где  $W_i$  – число неправильных ответов, N – число тестируемых.

**Вывод.** При, разработке систем дистанционного тестирования, необходимо учитывать все влияющие факторы, повышающие эффективность обучающего процесса.

#### Библиографический список

1. Долженко Е.Н., Жулева С.Ю., Крошили А.В., Пылькин А.Н. Поддержка принятия решений на основе нечеткой логики в системах медицинского назначения // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2015. – №7. – С. 60-70.
2. Крошили А.В., Пылькин А.Н. Глава 2. Автоматизированная информационная система медицинского учреждения на основе нечеткой логики «Эксперт» // Математические и компьютерные методы в медицине, биологии и экологии: коллективная монография. –

Вып.3–Пенза: Приволжский дом знаний; М.: МИЭМП,2014. –С.31-39.  
 3. Елисеев, И.Н. Методология оценки уровня компетенций студента // Информатика и образование. – 2012. – № 4. – С.80-85.

## **О СПОСОБЕ РАЗВИТИЯ СИНТЕТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

М.С. Маскина

**Академия ФСИН России**

Для воплощения в жизнь программы цифровой трансформации экономики требуются профессионалы, способные к самостоятельному решению поставленных перед ними задач, имеющие навыки самостоятельного подбора методов или способов решения, поиска необходимой информации, высокий уровень компьютерной грамотности. Для подготовки таких специалистов необходимо еще в вузе вооружить их не только совокупностью готовых методов и алгоритмов решения задач [1], но и развить способность комплексного подхода к проблеме, умение охватить ее в целом, чтобы увидеть зарождающиеся тенденции [2]. Основу этой способности составляет синтетическое мышление.

Однако в настоящее время одной из проблем образования, причем не только высшего, является оторванность различных учебных дисциплин друг от друга. Введение дистанционных образовательных технологий, как неоднократно отмечалось автором [3, 4], только усугубило данный разрыв.

Решение этой проблемы должно быть комплексным: в дисциплины базового цикла, изучаемые на младших курсах, необходимо включать задачи прикладного содержания, связанные с будущей профессией [5], а на старших курсах следует обобщать изученный ранее материал различных дисциплин базового цикла.

Усилить профессиональную направленность базовых дисциплин, наполнить их прикладным содержанием без ущерба качеству и объему «чистого» материала, а также помочь самим преподавателям избежать проблем со специальными понятиями и терминологией можно с помощью применения комплекта индивидуальных заданий прикладного содержания, размещенного в электронной информационно-образовательной среде вуза.

Такой комплект предполагает использование специального пакета, содержащего, три основных блока файлов:

- вариант индивидуального задания;
- примеры решения типовых задач;
- глоссарий-справочник со специальными профессиональными терминами, используемыми при формулировке задания и решении типовых задач.

Благодаря тому, что блок с заданием расположен в начале каталога, обучающийся сразу может оценить весь объем предстоящей работы. При этом каждый пункт задания выполняется по мере изучения соответствующей темы дисциплины с помощью, уже разобранных в типовом примере.

Завершающий блок, приложение с экономическими терминами, будет полезен не только первокурсникам, еще не изучавшим профильных дисциплин, но и начинающим преподавателям дисциплин базового цикла, неуверенно владеющим узкоспециальными понятиями.

Для развития синтетического мышления и вовлечения студентов в деятельность, демонстрирующую комплексный подход к исследованию проблемы следует привязать прикладные задачи не к изучаемым темам, а сформулировать их так, чтобы каждая такая задача охватывала сразу несколько тем. При этом пункты задания будут формироваться на базе некоторого понятия или термина – ядра задачи.

Таким ядром будет являться некоторое понятие или ситуация, которые необходимо рассмотреть комплексно, применив стандартные, уже изученные алгоритмы и методы решения. В качестве такого ядра для будущих экономистов можно взять, например, производственную функцию Кобба-Дугласа вида  $K = A \cdot X^\alpha \cdot Y^\beta$ , на базе которой можно рассмотреть следующую совокупность вопросов различных тем математического анализа:

- производная, дифференциал (предельная фондоотдача, предельная производительность труда, объем товарной продукции и др.);
- экстремум функции (наименьшие затраты, максимальный выпуск);
- задания на проценты, логарифмирование;
- линеаризация функции, метод наименьших квадратов;
- построение графиков функции, линии уровня (изокванты и изоклины).

Заметим, что решение каждого из указанных вопросов в отдельности носит алгоритмический характер и вполне доступно первокурсникам после прохождения темы «Частные производные», то есть в конце I семестра или начале II (в зависимости от учебного плана конкретной специальности).

Преимущества такого комплекта задач заключается в их последовательности, логической взаимосвязанности. Кроме того, внимание обучающегося фиксируются только на одном экономическом понятии, не перегружается незнакомой ему терминологией. Кроме того, обучающиеся сразу могут оценить объем задачи, масштабность проблем, которые могут быть решены посредством математики, вследствие чего снимается вопрос о важности математического аппарата в их будущей профессиональной деятельности [6].

#### *Библиографический список*

1. Маскина М. С. Применение алгоритмического метода обучения на занятиях по дисциплинам математического цикла // Стандарты и мониторинг в образовании. 2020. Т. 8. № 5. С. 43-48. EDN: WYOH RW
2. Маскина М. С., Видов С. В. Учет индивидуальных психологических особенностей курсантов Академии ФСИН России при обучении дисциплинам информационно-технической и математической направленности // Ведомости уголовно-исполнительной системы. 2019. № 8. С. 22-29. EDN: OGUQLY
3. Давыдочкина С. В., Маскина М. С. Опыт организации электронного обучения курсантов и студентов Академии ФСИН России дисциплинам математического цикла // Ведомости уголовно-исполнительной системы. 2021. № 5(228). С. 26-34. EDN: TTORNN

4. Маскина М. С. Особенности организации обучения в Академии ФСИН России при взаимодействии педагога и курсантов с помощью информационно-коммуникационных сетей // Ведомости уголовно-исполнительной системы. 2021. № 8 (231). С. 36-46. EDN: ZJZXTQ

5. Маскина М. С., Давыдочкина С. В. О проблемах математической подготовки будущих экономистов // Стандарты и мониторинг в образовании. 2022. Т. 10. № 5. С. 31-36. EDN: CREPAO

6. Давыдочкина С. В., Маскина М. С. Опыт организации занятий с обучающимися Академии ФСИН России с применением технологии полного усвоения // Ведомости уголовно-исполнительной системы. 2020. № 6. С. 18-23. EDN: ZFKOPT

**РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОЙ РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ,  
ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ  
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ,  
ИЗУЧАЮЩИХ ДИСЦИПЛИНУ «СТАТИСТИКА»**

Е.А. Никитина, М.С. Лапшов

Научный руководитель – Давыдочкина С.В., канд. техн. наук, доцент  
**Институт Академии ФСИН России**

Одна из особенностей дисциплины «Статистика» заключается в том, что задачи, входящие в её курс, довольно часто бывают объемными, а их оформление занимает много времени, так как включает построение различных таблиц и графиков с обязательными пояснениями. Использование рабочей тетради с уже готовыми шаблонами позволяет снизить трудоемкость операций, не относящихся непосредственно к изучаемой теме, очистить занятие от рутинных процедур, переключающих на себя внимание студентов.

К недостаткам такой рабочей тетради можно отнести её сильную загруженность материалом, не относящимся, непосредственно, к вычислительной работе, которого, однако, часто бывает недостаточно при самостоятельном изучении темы.

Обойти данный недостаток можно совмещением печатной и электронной форм рабочей тетради [1]. С помощью такого учебного пособия студент самостоятельно производит все необходимые расчеты и заполняет вариант на бумажной основе, содержащий минимальный блок теоретической части. Все подсказки, теоретические вкладки, определения и пояснения переносятся в электронную версию тетради. Они являются скрытыми и вызываются обучающимся лишь при необходимости, а изначально электронная копия имеет точно такой же вид с пустыми таблицами и шаблонами, что и бумажный оригинал.

Целью нашей работы была разработка шаблонов окон-подсказок, которые в дальнейшем могут использоваться при оформлении электронной версии комбинированной рабочей тетради. С помощью языка гипертекстовой разметки HTML и таблицы стилей CSS мы сформировали три окна, отвечающих поставленной задаче.

Если текст в подсказке не включает в себя формулы или графический материал, то достаточно будет небольшого окна, содержание которого вносится непосредственно в теле страницы с кодами. Такое окно закрывается нажатием кнопки мыши в любой части веб-страницы.

Если в подсказке содержится графический материал или формулы, то теоретическую часть проще отсканировать и вставить в окно в виде изображения. В данном случае также достаточно простого всплывающего окна, которое, как и в предыдущем случае, закрывается нажатием мыши в любой части веб-страницы.

Для подачи более сложного материала, требующего осмысления, можно использовать модальное окно. Особенностью такого окна является то, что его нельзя закрыть, оно сворачивается лишь при нажатии в строго определенное место.

Информация в таком окне может быть также представлена в виде картинки, простой или анимированной, или текста, как показано на рис. 1.

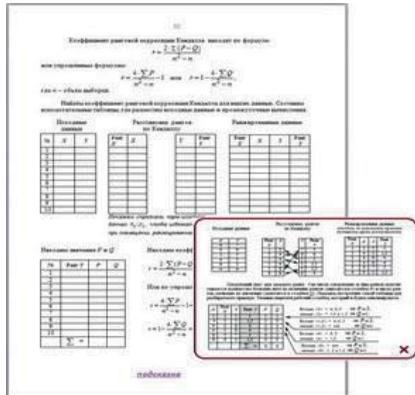


Рисунок 1.

При необходимости углубления материала можно использовать еще одну всплывающую подсказку, появляющуюся при наведении курсора на определенное место или на конкретное слово.

Предлагаемая форма рабочей тетради имеет ряд достоинств:

- она может включать в себя большое количество теоретического материала, который поможет обучающимся лучше понять представленную тему;

- скрытая теоретическая часть не отвлекает внимание студентов, способных решить задачу без дополнительного материала;

- во всплывающие окна могут быть добавлены гиперссылки, иллюстрации и конкретные примеры решения;

- возможность сокращения объема печатного варианта, позволяющее уменьшить объем расходных материалов, что является важным для многих студентов.

*Библиографический список*

1. Давыдошкина С.В. Способ реализации информационных и коммуникационных технологий при разработке электронной формы рабочей тетради // Педагогическая информатика. - 2017. - № 3. - С. 34-42.

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ**

И.В. Селин

Научный руководитель — Фурер О.В., к. филолог. н., доцент

**Поволжский государственный университет  
телекоммуникаций и информатики**

Современные информационные процессы в образовании - естественное и обязательное условие его развития в соответствии с постоянно меняющейся информационной средой. Процесс развития информационной среды общества накладывает свой отпечаток на все требования, предъявляемые к профессиональным, практическим и индивидуальным качествам современного специалиста, поэтому применение информационных технологий является задачей насущной и очень важной. Роль информации в современном обществе неоднозначна. Изменения, которые происходят сейчас ввиду усовершенствования образования, отражают объективные процессы эволюции науки и технологий.

В современном высшем образовании широко используются как универсальные, так и профессионально ориентированные прикладные программы и средства информационных технологий: текстовые редакторы, электронные таблицы, системы управления базами данных, программы для презентаций, графические программы и т. п. Использование информационных технологий производится по многим направлениям. Наиболее приоритетное из них – информационное, оно используется для получения образовательной информации, в том числе в сети Интернет, обучающих программ, баз данных и т. д. Также существует обучающее направление - использование мультимедийных технологий, презентации, дистанционное образование, электронные учебники.

В образовательной среде вуза влияние информационных технологий очень велико. С их помощью решаются практические задачи развития организационных и демонстрационных форм преподавания, совершенствования самостоятельной учебы студента, построения образовательной связи в сотрудничестве студента и преподавателя, предоставления гибкости обучения.

Современные вузы имеют высокоразвитую систему информационных ресурсов, включающую электронные библиотеки, сформированные базы данных, методические кабинеты, оснащенные необходимым ПО. Предложен удаленный доступ в электронные библиотеки страны, существуют программы дистанционного образования.

Изменения в образовании в условиях пандемии были ориентированы в первую очередь на оперативность и мобильность его получения.

Преподаватели и студенты присутствовали на занятиях удаленно, принимая активное участие в учебном процессе. Для подготовки к занятиям они пользовались электронными источниками и ПО, установленными удаленно на одном из «облаков». На сегодняшний день и студенты, и преподаватели имеют постоянный доступ ко многим образовательным сервисам и ресурсам: в колледже, ВУЗе, в дороге, на работе, дома. Базой для этого стали «облачные» технологии. Среди них есть и российские бесплатные сервисы для хранения и синхронизации данных Гугл Диск, Яндекс Диск, Облако Mail.ru и другие. Каждый из пользователей выбирает самый удобный для него ресурс.

Гугл Диск — это облачное хранилище с совместным доступом и веб-приложениями для коллективного создания, редактирования и обмена файлами разных форматов. Это могут быть рисунки, презентации, тексты, таблицы и другое.

Яндекс Диск предназначен для надежного хранения и общего доступа к медиафайлам, документам и изображениям на устройствах пользователя. Каждый из нас может делиться своими файлами с другими пользователями, они же могут просматривать их в выбранном «облаке» или скачать к себе.

Использование сервисов облачных хранилищ очень удобно и практично (предоставление доступа обучающимся к учебным файлам, созданные в той форме, которая передает кратко и емко суть этих лекций, дополнительных документов, необходимых для учебного процесса). Учащиеся могут пользоваться облачными хранилищами данных, просматривая учебные материалы, используя их для учебы, работы над контрольными и практическими работами и сдавать их преподавателю, предоставляя доступ по ссылке или пересылая работу по почте.

Облачные информационные технологии все больше входят в образовательную среду, так как их применение и использование упрощает работу и сокращает время. Они предоставляют студентам и преподавателям возможности применения «облака» в качестве безграничного хранилища с доступом и возможностями работы над поставленными задачами.

Вместо обычных методов и форм организации учебы облачные технологии предоставляют альтернативу. Внедрение облачных технологий снижает затраты на приобретение ПО, повышает эффективность и качество образовательного процесса. Их продвижение ставит перед образовательной средой задачи внедрения облачных сервисов в систему образовательного учреждения, пересмотра собственной информационной инфраструктуры и внедрения новых информационных технологий в процесс образования.

## **АЛГОРИТМ МИНИМИЗАЦИИ ПЕРЕДАВАЕМОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ СИНХРОНИЗАЦИИ ХРАНИЛИЩ ДАННЫХ – RSYNC**

К.А. Сидоров

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

В докладе рассматривается работа алгоритма минимизации передаваемой информации при синхронизации хранилищ данных – Rsync.

Rsync – это алгоритм, задачей которого является минимизация передаваемой информации при синхронизации файлов [3]. Представьте, что имеется файл на локальном компьютере и копия этого файла на удаленном сервере. Теперь необходимо внести изменения в файл на локальном компьютере. Затем требуется, чтобы копия на удаленном сервере была равна копии на локальном компьютере. Поскольку в файл внесено лишь небольшое исправление, отправлять файл полностью не имеет смысла, необходимо отправить только изменения. Для решения этой проблемы и был разработан алгоритм rsync. В основе алгоритма лежит следующая последовательность действий.

1. Принимающий компьютер (клиент) разделяет свою копию файла на перекрывающиеся блоки фиксированного размера, вычисляет контрольные суммы для каждого блока и отправляет на сервер.

2. Сервер, с которым выполняется синхронизация, вычисляет контрольные суммы для каждого блока в своей версии файла, в том числе перекрывающиеся блоки и сравнивает с полученными от клиента данными.

3. Сервер отправляет клиенту только те блоки, для которых не найдено совпадений, а также инструкции по сборке этих блоков в файл клиента.

Алгоритм rsync реализован в одноименной утилите «rsync» UNIX-подобных систем [1].

Рассмотрим подробное описание работы данного алгоритма. Пусть даны два компьютера C1 и C2, на которых хранятся файлы F1 и F2 соответственно. Компьютеры соединены медленным каналом связи.

1. C2 разбивает файл F2 на блоки длиной L и вычисляет две хеш-суммы (контрольные суммы) R2 и S2 для каждого блока данных, после чего пересылает эти хеш-суммы компьютеру C1.

2. C1 вычисляет контрольные суммы R1 и S1 файла F1 для блоков длиной L (хеш-суммы вычисляются для каждого байтового смещения, т.е. для каждого возможного блока размером L). После этого C1 сравнивает контрольные суммы R1 и R2.

3. Для блоков, чьи R хеш-суммы совпали, C1 вычисляет S1 и сравнивает их с S2.

4. Если S1 и S2 совпадают, то блок с такой контрольной суммой существует в файле F2 и его не нужно передавать при синхронизации. Блоки, для которых хеш-суммы S1 и S2 не совпали, являются измененными и должны быть переданы C2 для обновления файла F2.

5. C1 отправляет C2 данные для создания копии файла F1. C1 посылает номера одинаковых блоков в обоих файлах и блоки файла F1, которые были изменены. На основе этих данных C2 создает копию файла F1.

Главной особенностью алгоритма является создание двух контрольных сумм – быстрой и стойкой.

Быстрая контрольная сумма играет основную роль в эффективности алгоритма rsync, так как она служит роль фильтра (на компьютере C1 она вычисляется для каждого байтового смещения), предотвращая вычисление стойкой контрольной суммы. Быстрая контрольная сумма должна вычисляться максимально эффективно для каждого байтового смещения в файле, поэтому в качестве такой контрольной суммы используется «скользящий хеш» (rolling checksum), который использует предыдущие значения для вычисления новых. Например, если скользящий хеш с 1 по 1000 байты равен A, то для получения хеш-суммы с 2 по 1001 байт необходимо значения скользящего хеша A и значения 1 и 1001 байтов.

Стойкая хеш-сумма (S) используется для более точного сравнения двух блоков данных, если быстрые хеш-суммы не оказались равны. Стойкая контрольная сумма должна иметь минимальную вероятность отказа (наличие одной и той же хеш-суммы для двух разных блоков). В rsync используется хеш-функция MD4 для вычисления стойкой хеш-суммы (S). На рисунке 1 представлена иллюстрация работы алгоритма.

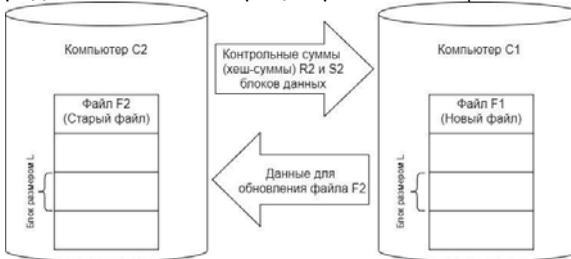


Рис. 1. Иллюстрация работы алгоритма Rsync

Рассмотрим алгоритм поиска контрольных суммы в файле F1 после получения хеш-сумм R2 и S2 файла F2 [2].

1. Формируется хеш-таблица, в которой её ключом является индекс быстрой контрольной сумм, а значением – пара быстрой и строгой хеш-сумм. Под индексами быстрых контрольных сумм понимается сумма двух её 16 битных половин (т.к. «полный» размер быстрой хеш-суммы равен 32 бита). Эта таблица сортируется по полученным индексам быстрых контрольных сумм. Цель использования хеш-таблицы и индексов быстрых хеш-сумм – повышение эффективности поиска.

2. Выполняется поиск в файле F1 контрольных сумм R2 и S2 с использованием ранее сформированной хеш-таблицы. Для каждого байтового смещения вычисляется быстрая хеш-сумма R1 и её индекс (сумма двух 16 битных половин). Полученный индекс используется для поиска пары быстрой и стойкой хеш-сумм в хеш-таблице. Если такой индекс (ключ хеш-таблицы) найден, то далее сравниваются быстрые контрольные суммы R1 и R2. Далее, если R1 и R2 совпадают, вычисляется стойкая контрольная сумма S1 для этого блока данных и сравнивается с контрольной суммой S2 и пары быстрой и стойкой хеш-сумм. Если S1 и S2

равны – то этот блок данных помечается совпавшим. Далее выполняется смещение на размер совпавшего блока и поиск продолжается.

После того как поиск и сравнение контрольных сумм завершено выполняется передача данных для обновления файла F2 компьютеру C2. Компьютер C1 отправляет C2 номера совпавших блоков, а также новые блоки данных. Для реконструкции создается временный новый файл F2, который формируется из новых блоков файла F1, полученных от C1, и неизменных блоков файла F2 (которые совпали в обоих файлах).

Таким образом, алгоритм Rsync позволяет минимизировать количество передаваемой информации по сети за счёт использования контрольных сумм файлов и передачи только измененных частей синхронизируемых данных. Применение такого алгоритма может сократить время синхронизации большого объема данных, а также снизить нагрузку на сеть.

#### *Библиографический список*

1. Уорд Брайан. Внутреннее устройство Linux, 3-е изд. – СПб.: Питер, 2022. – 480 с.
2. Deepak Gupta, Kalpana Sagar. Remote File Synchronization Single-Round Algorithms, International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 4 – No.1, July 2010.
3. Rsync technical report [сайт]. – URL: [https://rsync.samba.org/tech\\_report/](https://rsync.samba.org/tech_report/) (дата обращения: 15.10.2022).

## **ЭЛЕКТРОННОЕ ПОРТФОЛИО ОБУЧАЮЩЕГОСЯ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ КУЛЬТУРЫ БУДУЩИХ СОТРУДНИКОВ УИС**

Т.С. Скворцова

**Академия ФСИН России**

В своей профессиональной деятельности сотрудникам уголовно-исполнительной системы постоянно требуется выполнять анализ значительных объемов разнообразной информации, в том числе банков данных персонального учета спецконтингента, материалов судебных решений, данных по оперативно-розыскной деятельности и многое другое. Кроме того, любой сотрудник должен знать основы информационной безопасности, законодательства об электронной подписи, разбираться в вопросах электронного документооборота, иметь навыки работы с разнообразными программно-техническими комплексами и информационными системами.

Конечной целью профессиональной подготовки в ведомственных учреждениях высшего образования является формирование сотрудника, удовлетворяющего требованиям, определенным уголовно-исполнительной системой. Однако успешное освоения знаний, умений и навыков, предписанных учебной программой, является необходимым, но недостаточным условием формированием компетенций будущего сотрудника.

Сотрудник УИС должен обладать высокими моральными и нравственными качествами, быть образцом дисциплинированности и сдержанности [1].

Существует потребность в специальной подготовке сотрудников к работе с большими объемами информации в условиях информатизации и всеобщей цифровизации. Особое значение приобретает воспитание у сотрудников информационной грамотности, т.е. умения применить подходящую информационную технологию в условиях их постоянного совершенствования для идентификации, нахождения, интерпретации, анализа, оценки достоверности и использования информации для решения определенной задачи и получения определенного результата [2]. При этом все процессы обработки и передачи информации должны проводиться с соблюдением этических норм и правил пользования полученной информацией.

Одним из средств, способствующих развитию информационной культуры, является электронное портфолио обучающегося. В общем случае, целью формирования портфолио является обобщение достижений обучающегося. Курсант самостоятельно отбирает, оценивает и анализирует материалы, характеризующие его учебную, научно-исследовательскую, общественную, спортивную, творческую деятельность. Портфолио представляет собой коллекцию работ или документов, подтверждающих сведения, вносимые в различные разделы. Курсантам Академии ФСИН предлагается заполнять электронное портфолио в электронной образовательной среде LMS Moodle. Структура портфолио определена Положением об портфолио курсанта Академии ФСИН России. Создание портфолио и дальнейшая работа по его наполнению представляет собой непрерывный процесс, начинающийся на 1 курсе. Каждый курсант самостоятельно заполняет соответствующие разделы блока Exabis E-Portfolio, в том числе личные данные, сведения об успеваемости, загружает информацию о своих достижениях в виде файлов или текстовых заметок, настраивает внешний вид портфолио и доступ к нему. Далее по мере необходимости информация актуализируется.

Электронное портфолио является в первую очередь средством самомониторинга обучающегося. Креативный процесс структурирования и презентации собственных достижений в различных областях деятельности способствует объективной оценке уровня общих и профессиональных компетенций. Причем в процессе создания портфолио у курсантов расширяются навыки информационной и аналитической направленности, что, в свою очередь, способствует воспитанию информационной культуры курсанта и как личности, и как сотрудника уголовно-исполнительной системы [3].

Формирование портфолио обучающегося дает возможность преподавателям анализировать и представлять значимые результаты процессов профессионального и личностного становления будущего специалиста, проводить мониторинг его культурно-образовательного роста. Портфолио может служить основой для составления характеристик, выдвижения обучающихся академии для участия в различных семинарах, конкурсах, олимпиадах и иных мероприятиях. Причем сам процесс формирования электронного портфолио является продуктивным средством формирования необходимых компетенций и профессионально значимых качеств личности обучающегося.

В конечном итоге оформление портфолио в электронном виде способствует повышению конкурентоспособности будущих специалистов, мотивирует к новым достижениям. В условиях информационного общества и постоянно изменяющихся информационных технологий будущему специалисту необходимо приобрести привычку регулярно уделять внимание повышению собственной информационной культуры и информационной грамотности еще находясь в стенах учебного заведения. Готовое электронное портфолио позволяет преподавателю оценить сформированные компетенции будущего специалиста, выявить его интересы, сильные и слабые стороны, а самому обучающемуся – реально представить свой образовательный уровень.

#### *Библиографический список*

1. Жильников Т.А., Скворцова Т.С., Власенко Н.Д. Вопросы подготовки сотрудников в ведомственных учреждениях высшего образования // В сборнике: Организация образовательного процесса в учреждении высшего образования: научные и методические аспекты Сборник статей II международной заочной научно-методической конференции – Могилев: Изд-во Могилевский институт МВД, 2019. С. 82-87.

2. Маскина М.С. Алгоритмический метод обучения при применении дистанционных образовательных технологий // В сборнике: Организация образовательного процесса в учреждении высшего образования: научные и методические аспекты. сборник статей. Могилев, 2021. С. 223-228.

3. Скворцова Т.С., Курочкина Е.Н. Опыт заполнения электронного портфолио обучающегося // В книге: Подготовка кадров в системе ведомственного профессионального образования Федеральной службы исполнения наказаний в условиях вступления в силу ФГОС 3+-. Сборник материалов научно-методической конференции. Рязань, 2021. С. 100-103.

### **МОНТАЖ ЛАБОРАТОРНОГО МАКЕТА СБОРЩИКА ЭНЕРГИИ**

С.В. Федосов

Научный руководитель – Крюков А.Н., кандидат техн. наук, доцент  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
 имени В.Ф. Уткина**

В программе подготовки бакалавров по специальности 11.03.01 «Радиотехника» имеется дисциплина по выбору «Энергосберегающие технологии в беспроводной РЭА» [1]. Компетенция ПК2 «Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов» вырабатывается во время лабораторных работ. На одной из них производится исследование сборщика энергии (варианты LTC3105, LM2621 [2, 3]), представляющего собой микромощный повышающий преобразователь напряжения. Исследование затрудняется тем, что приборы, имеющиеся в лаборатории, не позволяют проделать работу фронтально.

Второй особенностью разрабатываемой лабораторной работы служат требования ремонтпригодности, сохраняемости, цены и минимального объема макета: работа проводится 1 раз в учебном году.

Для фронтального выполнения лабораторной работы было принято решение исследовать преобразователь напряжения большей мощности МТ3608 [4], внешние характеристики которого аналогичны характеристикам микромощного сборщика и позволяют провести фронтальные исследования в полном объёме имеющимися приборами.

Для сборки лабораторного макета были использованы:

- повышающий DC-DC преобразователь на ИС МТ3608;
- два трёхразрядных цифровых вольтметра с диапазоном измерений от 3 до 32 вольт и потребляемым током около 20 мА;
- многооборотный проволочный потенциометр на 220 Ом 2 Вт;
- автомобильная лампа накаливания на 24 вольта 3 Вт;
- 2 диода HER208 MIC для защиты макета от переплюсовки;
- 2 «банана» входа питания и 2 «крокодила» выхода преобразователя;
- монтажная плата, изготовленная из оргстекла.

В качестве корпуса макета использован прозрачный полипропиленовый контейнер для пищевых продуктов ёмкостью 0,26 л.

Монтаж лабораторного макета производился в следующей последовательности.

1. Углы монтажной платы обрабатывались напильником для её размещения в корпусе на расстоянии 1 см от дна с целью последующей фиксации скочем.

2. На одной из сторон монтажной платы производился пропил для пропуска проводов вольтметров на другую сторону.

3. На монтажной плате цифровые трехразрядные вольтметры закреплялись двусторонним скочем так, чтобы их показания были видны через прозрачное дно контейнера. Исходя из соображений эргономики измеритель входного напряжения закреплялся левее измерителя выходного.

4. В корпусе макета проделывались отверстия для пропускания проводников входного и выходного напряжения преобразователя и для оси многооборотного потенциометра, включаемого последовательно с лампой накаливания и выполняющего роль нагрузочного сопротивления.

5. Припаивались монтажные провода к контактам потенциометра и лампы накаливания.

6. К «плюсовым» входным и выходным контактам преобразователя припаивались диоды защиты от переплюсовки.

7. Проводники входного и выходного напряжения завязывались узлами с целью препятствия их выдёргивания из отверстий.

8. В соответствии со схемой лабораторной установки производилась сборка всех элементов макета с помощью пайки. Контакты изолировались изоляционной лентой.

9. Проводники входного и выходного напряжения пропускались в дырки в корпусе. Плата собранного макета устанавливалась в корпус и закреплялась скочем. Ось потенциометра пропускалась в дырку в корпусе и закреплялась гайкой.

10. Ко входным проводникам припаивались «бананы» питания, к выходным - «крокодилы» в соответствии с цветами «плюсового» - красного и «минусового» - чёрного проводников.

11. Крышка корпуса макета закрывалась, он переворачивался и производилась проверка видимости вольтметров через прозрачное дно корпуса.

Проверка работоспособности лабораторного макета сборщика энергии производилась подачей питания от лабораторного блока БП5-8 и снятием выходных характеристик. Величина выходного напряжения подстраивалась отвёрткой потенциометром DC-DC преобразователя.

Тиражирование лабораторного макета сборщика энергии служит направлением дальнейшей работы.

#### *Библиографический список*

1. Рабочая программа дисциплины «Энергосберегающие технологии в беспроводной РЭА». Утверждена проректором РОПИМД А.В.Корячко 26.06.2020 г. [Электронный ресурс] [https://edu.rsreu.ru/res/specialities/disc\\_edu\\_programs/65983-edu\\_program-file-](https://edu.rsreu.ru/res/specialities/disc_edu_programs/65983-edu_program-file-%D0%AD%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D1%81%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B3%D0%B0%D1%8E%D1%89%D0%B8%D0%B5_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%B8_%D0%B2_%D0%B1%D0%B5%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D0%A0%D0%AD%D0%90.pdf)

[%D0%AD%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D1%81%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B3%D0%B0%D1%8E%D1%89%D0%B8%D0%B5\\_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%B8\\_%D0%B2\\_%D0%B1%D0%B5%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B9\\_%D0%A0%D0%AD%D0%90.pdf](https://edu.rsreu.ru/res/specialities/disc_edu_programs/65983-edu_program-file-%D0%AD%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D1%81%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B3%D0%B0%D1%8E%D1%89%D0%B8%D0%B5_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%B8_%D0%B2_%D0%B1%D0%B5%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D0%A0%D0%AD%D0%90.pdf)

2. LTC3105 400mA Step-Up DC/DC Converter [Электронный ресурс] <https://www.farnell.com/datasheets/1769095.pdf>

3. LM2621 Low Input Voltage, Step-Up DC-DC Converter [Электронный ресурс] <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm2621.pdf>

4. Полный обзор DC-DC преобразователя на МТ3608 [Электронный ресурс] [http://www.kit-shop.org/publ/elektronika/obzor\\_mt3608/443-1-0-51](http://www.kit-shop.org/publ/elektronika/obzor_mt3608/443-1-0-51)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО МАКЕТА СБОРЩИКА ЭНЕРГИИ**

С.В. Федосов

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

Программа подготовки бакалавров по специальности 11.03.01 «Радиотехника» содержит дисциплину по выбору «Энергосберегающие технологии в беспроводной РЭА» [1]. Компетенция ПК2 «Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов» вырабатывается во время лабораторных работ (ЛР).

При проведении «Исследования сборщика энергии» снимаются зависимости выходного напряжения от входного при различных значениях тока нагрузки и зависимости входного тока от выходного при различных значениях входного напряжения.

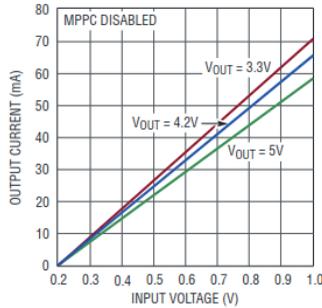


Рисунок 1 — Выходные характеристики LTC3105

В составе лабораторного макета используется повышающий преобразователь напряжения MT3608 [2] вместо микромощных LTC3105 или KV2621 [3, 4].

Исследованиями установлено, что лабораторный макет сборщика энергии обладает характеристиками, идентичными микромощным LTC3105, KV2621, но в области более высоких напряжений и токов, достаточных для исследования типовыми измерительными приборами. Амплитудная характеристика всех исследованных сборщиков энергии прямолинейна в рабочей области входных и выходных напряжений при отсутствии перегрузки по току.

Автор предполагает, что последующие исследования характеристик сборщиков энергии послужат основой для их моделирования в ходе дальнейшей работы.

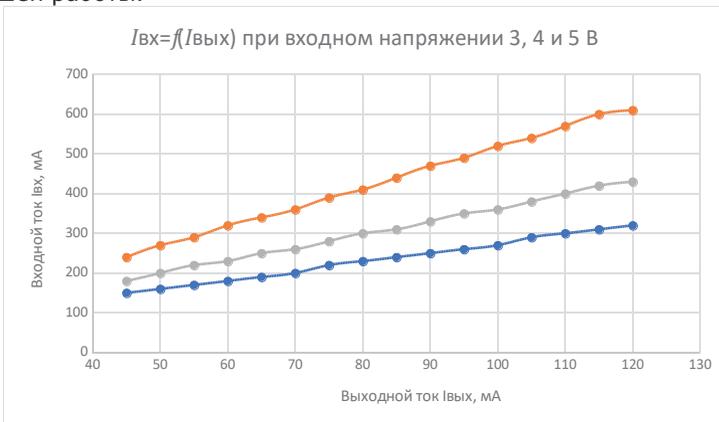


Рисунок 2 — Выходные характеристики лабораторного макета.

#### Библиографический список

1. Рабочая программа дисциплины «Энергосберегающие технологии в беспроводной РЭА». Утверждена проректором РОПМД А.В.Корячко 26.06.2020 г. [Электронный ресурс] [https://edu.rsreu.ru/res/specialities/disc\\_edu\\_programs/65983-edu\\_program-](https://edu.rsreu.ru/res/specialities/disc_edu_programs/65983-edu_program-)

file-

%D0%AD%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D1%81%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B3%D0%B0%D1%8E%D1%89%D0%B8%D0%B5\_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%B8\_%D0%B2\_%D0%B1%D0%B5%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B9\_%D0%A0%D0%AD%D0%90.pdf

2. Полный обзор DC-DC преобразователя на MT3608 [Электронный ресурс] [http://www.kit-shop.org/publ/elektronika/obzor\\_mt3608/443-1-0-51](http://www.kit-shop.org/publ/elektronika/obzor_mt3608/443-1-0-51)

3. LTC3105 400mA Step-Up DC/DC Converter [Электронный ресурс] <https://www.farnell.com/datasheets/1769095.pdf>

4. LM2621 Low Input Voltage, Step-Up DC-DC Converter [Электронный ресурс] <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm2621.pdf>

## **РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОГО МАКЕТА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДЕФЕКТΟΣКОПА**

Д. В. Федяев

Научный руководитель – Теплякова А.В., к.т.н.

**Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I, Санкт-Петербург, Российская Федерация**

В последнее время приобрела особую остроту и актуальность проблема дистанционного обучения. Восприятие теоретического материала не вызывает особых вопросов, так как обучающиеся имеют доступ к конспектам лекций и онлайн семинарам. При обучении в области неразрушающего контроля теоретических знаний недостаточно. Однако возникает проблема дистанционного обучения работы с ультразвуковыми приборами.

Для решения этой задачи предлагается использование компьютерного симулятора ультразвукового дефектоскопа, работая с которым обучающиеся, по примеру или под руководством преподавателя, получат необходимые практические знания о работе с прибором.

Разрабатываемый симулятор сочетает в себе два языка программирования – графический язык «G» и программный язык «С». Такая конфигурация позволяет задать все необходимые настройки виртуального прибора и сделать работу с ним понятной и наглядной. Данный симулятор позволит пользователю получить начальные навыки, такие как:

1. понимание интерфейса дефектоскопа и грамотная работа с ним; настройка дефектоскопа на стандартных образцах и образцах предприятия;
2. имитация проведения неразрушающего контроля различных изделий и обнаружение в них моделей реальных дефектов;
3. расшифровка полученных при контроле данных, определение параметров обнаруженных дефектов.

**Ключевые слова:** симулятор, макет, УЗК, учебный, дефектоскоп, обучающая программа, виртуальный прибор.

## **УЛУЧШЕНИЕ ОЦИФРОВКИ С ПОМОЩЬЮ ПЕРЕДИСКРЕТИЗАЦИИ И УСРЕДНЕНИЯ**

Е.В. Шелехина

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

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

Многие приложения требуют измерений с использованием аналого-цифрового преобразователя. Такие приложения предъявляют требования к оцифровке сигнала на основе динамического диапазона сигнала, на основе самого малого значения параметра, которое нужно измерить, а также на соотношении сигнал-шум, в которых ведется оцифровка. По этой причине многие системы применяют специальное внешнее АЦП с высокой разрешающей способностью. Однако есть техники, которые можно использовать для достижения измерений с повышенным разрешением соотношения сигнал-шум. Чтобы во время аналого-цифровых преобразований увеличить разрешающую способность и повысить коэффициент сигнал-шум, используют техники передискретизации и усреднения, что может повысить точность измерения без лишних затрат на аппаратуру и избавиться от сложности в применении дорогих внешних АЦП. Кроме передискретизации и усреднения также рассматриваются вопросы оптимального шума, который желателен в применении этой техники.

Ключевые возможности передискретизации и усреднения:

1. Передискретизация и усреднение может использоваться для повышения разрешающей способности измерения, что снимает проблемы применения внешних дорогих высокоточных АЦП;
2. Передискретизация и усреднение повышает соотношение сигнал-шум и разрешающую способность ценой увеличения нагрузки на центральный процессор и снижения интенсивности выходного потока оцифрованных данных;
3. Упрощается антиалайзинговый ФНЧ на входе АЦП.

Шум в аналого-цифровых преобразователях может получаться из многих источников таких как: температурный шум, импульсные помехи, изменения напряжения питания и опорного напряжения, фазовый шум из-за дрожания тактовой частоты оцифровки и шум ошибки квантования.

Шум, который появляется из-за ошибки квантования называют шумом квантования. Мощность шума от этих источников может изменяться. Для его снижения применяются различные техники, такие как тщательная разводка печатной платы в местах разводки сигналов, установки блокировочных конденсаторов и разводки цепей опорного напряжения. Однако АЦП всегда будет иметь шум квантования так, что даже самый лучший по соотношению сигнал-шум преобразователь данных будет тратить как минимум 1 бит на шум квантования, если не применять передискретизацию.

Эффективность передискретизации и усреднения зависят от характеристик доминантных источников шума. Ключевое требование состоит в том, чтобы имеющийся шум можно было бы смоделировать как белый шум.

1. Шум должен аппроксимироваться к белому шуму с равномерной спектральной плотностью по мощности в полосе частот интересующего сигнала;

2. Амплитуда шума должна быть достаточной, чтобы входной сигнал случайно менялся от выборки к выборке на величины, сравнимые с весовой дистанцией соседних кодов АЦП;

3. Входной сигнал можно представить как случайную переменную, у которой есть одинаковая вероятность величин, существующих в любых соседних значениях выходных кодах АЦП. Шум, который имеет корреляцию, или который не может быть смоделирован как белый шум не даст выгоду при использовании передискретизации. Кроме того, если мощность шума квантования больше, чем натуральный белый шум (например, температурный шум), то передискретизация и усреднение не будут эффективны. Это частый случай с АЦП малой разрешающей способностью.

Если шум АЦП можно аппроксимировать как белый шум, то передискретизация и усреднение может улучшить соотношение сигнал-шум и эффективную разрешающую способность измерения. Это верно, как для измерений статического постоянного тока-напряжения, так и для входных сигналов с высокочастотными компонентами.

## **РАЗРАБОТКА РАЗДЕЛА ВИРТУАЛЬНОГО МУЗЕЯ «НИЖЕГОРОДСКИЙ КРУЖОК ЛЮБИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ И АСТРОНОМИИ»**

В.Д. Шкилёва

Научный руководитель – Пакшина Н.А.Ю, кандидат техн. наук, доцент  
**Арзамасский политехнический институт (филиал) Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексева**

В Нижнем Новгороде в 1888 году появилась такая организация, как «Нижегородский кружок любителей физики и астрономии» (НКЛФА). Этот кружок был первым астрономическим обществом в России и вторым в мире.

В Арзамасском политехническом институте (филиале) НГТУ им. Р.Е. Алексева начата работа по созданию виртуального музея, посвященного деятельности этого кружка и его членов.

Целью создания данного электронного продукта стала, прежде всего, необходимость в качественном ресурсе, который помогает повысить качество и эффективность изучения и восприятия информации. Также хотелось уделить особое внимание теме, касающейся участия в кружке представительниц слабого пола (рис. 1).



Рисунок 1. – Главная страница

В первом списке участников можно видеть 21 женщину. В XIX веке для представительниц слабого пола это было достаточно нетипичным увлечением. Значительно чаще нижегородские женщины и девушки занимались благотворительностью или музыкой. Информацию, связанную с этими дамами, решено было оформить отдельным разделом и назвать его «Нижегородки в составе НКЛФА». Расскажем коротко о некоторых из них.

Начальница Нижегородского Мариинского института благородных девиц Быкова Надежда Александровна происходила из дворян, была дочерью тайного советника. С 1873 года работала учительницей русского и французского языков Тульской женской гимназии [1, с. 208, 209]. Быкова практически сразу по приезду в Нижний Новгород стала работать в «Обществе вспоможения бедным Нижнего Новгорода», а в 1891 году она вошла в правление этой организации [2, с. 80]. Она была единственной из всех девяти человек, возглавлявших институт, кто прослужил там на должности начальницы двадцать пять лет – с 1883 по 1908.

Григорьева Надежда Григорьевна, в прошлом крепостная Демидовых, обучалась танцам в балетном отделении Московской театральной школы. С 1866 по 1892 год проработала учительницей танцев и гимнастики в Мариинском институте благородных девиц [3, с. 126]. Современники говорили о ней как о человеке «чуть не полвека, обучавшей танцам все нижегородское общество» [4, с. 11].

Зененко (урожд. Демидова) Екатерина Александровна являлась прямым потомком знаменитого рода горнозаводчиков Демидовых. Кроме того, в 1899 году была членом нижегородского местного управления Российского общества Красного Креста. В то же время работала помощницей попечительницы по Александровскому приюту в Губернском попечительстве детских приютов [5, с. 66, 32].

Кудлая Мария Петровна родилась в 1856 году в родовом имении матери. Маша поступила учиться в Нижегородский Мариинский институт, который закончила в 1873 году. Потом с 1892 до 1901 года Мария Петровна будет служить учителем музыки в Мариинском институте благородных девиц [6, с. 199].

Ван Путерен (урожд. Турчанинова) Анна Алексеевна – дочь предводителя нижегородского дворянства. С 1875 года училась в

Нижегородском Мариинском институте. Ее мужем стал потомственный дворянин из голландской семьи, медик Михаил Дмитриевич ван Путерен [6, с. 225].

Данный web-продукт разработан с помощью языков HTML, CSS и JavaScript и содержит 24 html-страниц, 72 графических файла. Общий размер ресурса 34,8 МБ.

Итак, мы кратко рассказали о пяти женщинах – членах НКЛФА. Все они очень разные и по происхождению, и по социальному положению, и по возрасту. Но всех объединяет любознательность, которая привела их в это общество.

Созданный web-ресурс предназначен, прежде всего, для знакомства молодежи с историей Нижнего Новгорода, кроме того, может быть интересен и полезен краеведам.

#### *Библиографический список*

1. Макаров И.А. Нижний Новгород. Имена из архивных папок 1227-1917 гг.: Биографический справочник. – Нижний Новгород: НОВО, 2011. – 256 с.
2. Адрес-календарь Нижегородской губернии на 1891 года. – Нижний Новгород: Изд. Губернского правления, 1891.
3. Снежневский В.И. Нижегородский Мариинский институт благородных девиц. 1852-1902 гг., 1902. – 189 с.
4. Демидова (Вейс) О.П. Воспоминания. Главы I – XV [машинопись], 1922, 168 с. / Собрание отдела рукописей. РГБ. Ф. 473. Картон. 2. Ед. хр. 15., л. 10 об.
5. Нижегородский край. Памятная книжка Нижегородской губернии на 1900 г. Изд. губ. правл. – Н. Новгород: Тип. губ. правл., 1899.
6. Пакшина Н.А. Нижегородский Мариинский институт благородных девиц в лицах: монография / Н.А. Пакшина. – Новосибирск: Академиздат, 2022. – 416 с.

---

**Секция 5. ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА  
В ПРОЕКТИРОВАНИИ**

---

**ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ФИТНЕС-ПРИЛОЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ  
НЕЙРОННОЙ СЕТИ INCEPTIONV3**

А.О. Амосов, С. Г. Грушкин, С.Н. Бурцева, В. Ю. Костин, В. А. Юрасов, А.  
М. Усова, Н.А. Федулова

Научный руководитель – Бакулева М.А. к.т.н., доцент

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

В современном мире человек с большим трепетом и вниманием относится к своему здоровью и внешнему виду. Поддержание своего организма в хорошей форме складывается из множества факторов, но основными всё же являются два – это физическая активность и питание.

Зачастую люди, стремящиеся прийти к идеальному телу, употребляют количество калорий, превышающее их норму. При этом, они даже могут об этом не догадываться, не зная калорийности разных продуктов. Упорно занимаясь в тренажёрном зале, процесс не идёт. Набирая вручную все продукты, которые есть на тарелке, человек теряет много времени.

Для решения данной проблемы разработано уникальное кроссплатформенное многофункциональное приложение для контроля здоровья, которое объединяет в себе функции всех имеющихся на рынке приложений по данной тематике, а также разработку никогда ныне не существовавшей функции подсчета белков, жиров, углеводов, калорий, витаминов и минералов по фотографии посредством использования достижений в области искусственного интеллекта.

В данном проекте за распознавание объектов на изображении будет отвечать нейросеть InceptionV3 (сверхточная нейросеть от Google). Для использования вышеупомянутой нейросети необходим фреймворк Keras — это библиотека глубокого обучения, представляющая из себя высокоуровневый API, написанный на Python. Данный фреймворк позволяет:

- 1) Легко и быстро создавать прототипы;
- 2) Поддерживать как сверхточные и рекуррентные сети, так и их комбинации;
- 3) Без проблем работает как на процессоре (CPU), так и на графическом процессоре (GPU)

В Keras присутствуют все необходимые инструменты для работы с нейросетью (аугментация и т.п.). Вся настройка и обучение нейросети будет производиться на языке Python. Для разработки же основного андроид-приложения будет использован Java (в нем присутствуют библиотеки, позволяющие произвести экспорт нейросети на андроид - приложение).

По данному программному продукту есть вероятность ошибки, связанная с неточностью расчетов нейронной сети на раннем этапе. Точность будет увеличиваться по мере обучения нейронной сети.

## ПОНЯТИЕ КОНЕЧНОГО АВТОМАТА КАК ЭЛЕМЕНТА ПРОЦЕССОРА

Д.В. Боброва

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н., к.т.н., доцент кафедры САПР ВС  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
 имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматривается понятие конечного автомата (КА), являющимся важным шагом на пути к проектированию процессора. Конечным автоматом называется цифровое устройство, где обратные связи включены, так, что в определенный момент времени выходное состояние такого устройства зависит от входных воздействий и от состояний выходов в предыдущий момент времени. Принято автомат задавать в виде упорядоченных элементов множества:  $A = \{X, Y, S, f, \varphi\}$ , где  $X$  – множество входных логических сигналов,  $Y$  – множество выходных логических сигналов,  $S$  – множество внутренних состояний автомата,  $f$  – функция переходов,  $\varphi$  – функция выходов автомата

Триггер является самым простым конечным автоматом и являются элементами памяти более сложных КА. Его можно описать как устройство с двумя стабильными состояниями (логический «0» и логическая «1»). Для того, чтобы узнать, как происходит работа триггера, надо определить их тип (синхронный или асинхронный). Самый легкий тип триггера — это асинхронный RS-триггер. Он имеет два выхода и два входа.

Регистры, использующиеся для сдвига информации (последовательный регистр) и для хранения информации (параллельный регистр) называют конечным автоматом. Регистры выполняют установку в ноль или сброс, прием информации из другого устройства, передачу и сдвиг информации, инвертирование кода. Их относят к последовательным устройствам за счет обладания памяти.

Счетчиком называют конечный автомат, каждое последующее состояние которых на единицу отличается от предыдущего. Они всегда вычисляют количество достигающих их синхроимпульсов. Обычно счетчики строят на основе триггеров, поэтому используется последовательное включение счетных триггеров. Так же, счетчик можно использовать для деления частоты входного сигнала синхронизации. Одним из параметров является модуль счета, равняющийся максимальному числу устойчивых состояний. Счетчики бывают на основе сдвигающих регистров (кольцевой счетчик с унитарным кодом, кольцевой счетчик с кодом Джонсона), двоичные (последовательные, параллельные, последовательно-параллельные, с произвольным модулем счета) и недвоичные счетчики.

Частный случай синтеза конечного автомата является процесс синтеза недвоичных счетчиков с синхронной установкой. Автомат Мура и автомат Мили относятся к такому частному случаю. В обоих видах автомата направление перехода из одного состояния в другое всегда зависит от внешних воздействий. Однако в автоматах Мура каждое состояние соответствует только одно событию, в то время как в автоматах Мили такое соответствие также зависит от внешнего воздействия. Для синтеза конечного автомата, определяют уравнения связей информационных входов с выходами разрядных триггеров. Для этого производится синтез КЦУ, стоящего в цепи обратной связи регистра.

Для выполнения одной и той же задачи автомату Мили требуется меньше состояний, чем для Мура. Происходит все из-за того, что выходные сигналы являются функциями текущего состояния, но и входных сигналов, поэтому можно задать несколько возможных значений выходных сигналов в одном состоянии. Конечный автомат Мили имеет малое время отклика, так как его входные сигналы могут изменять свои значения сразу, как только определенное условие будет выполнено. В синхронной схеме автомат Мура задерживается на один такт от автомата Мили. В выходном сигнале Мура сигнал изменяет свое значение синхронно и длительность импульсов совпадает с периодом синхронизирующего сигнала.

#### *Библиографический список*

1. Марченков, С. С. Конечные автоматы: учебное пособие — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 56 с.
2. Федотов, А. В. Компьютерное управление в производственных системах: учебное пособие для вузов — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 620 с.
3. «Дэвид, М. Х. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера. — Москва: ДМК Пресс, 2017. — 792 с.

### **РАЗРАБОТКА ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ СОВМЕСТНЫХ ПОЕЗДОК ПО ГОРОДУ И ОПТИМИЗАЦИИ ТРАФИКА**

Д. А. Венчиков, М. А. Шейх Мустафа, Д. С. Венчикова, А. С. Степченков,  
Дорин А. А

Научный руководитель – Бакулева М. А. к.т.н., доцент

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

Для повышения удобства перемещения жителей во многих городах Российской Федерации был введен общественный транспорт: автобусы, микроавтобусы, троллейбусы, метро и другие виды. Однако роль личного автотранспорта в городском трафике также весьма высока. В России на первое января 2022 года по данным ГИБДД 50,3 млн и количество растет на 1-2 процента в год из-за чего с каждым годом ситуация на дорогах РФ становится все сложнее. При этом также растут цены на бензин (литр 95 бензина за последний год стал стоить на 35.15% дороже, 92 - на 33.74%, ДТ - 40.99%). Рост зарплат граждан отстает от роста цен на топливо примерно в 3 раза (по данным Росстат с 2020 по 2021 год средняя зарплата по всем организациям в РФ увеличилась на 12.58%). Все этого говорит о том, что с каждым годом жителям нашей страны все сложнее управлять свое авто. Все эти факторы способствуют тому, чтобы водители были более склонны к тому, чтобы экономить на поездках на личном транспорте. Те, кто пользуются общественным транспортом зачастую испытывают неудобства из-за его избыточной загруженности в часы пик. Многие из этих людей предпочли бы поехать на такси, но не у всех есть достаточно средств для этого.

В связи с указанными выше проблемами было принято решение создать платформу для совместных поездок по городу, которые были бы выгодны как водителю, так и попутчику. В платформу встроен набор алгоритмов, позволяющих объединять маршруты водителей и попутчиков по времени и предполагаемому пути. Также ведется разработка алгоритма позволяющего строить оптимальные маршруты, объединяющие интересы как водителей, так и попутчиков в контексте городского трафика. Это значит, что функционал будет позволять давать рекомендации по вождению водителю прямо в поездке, так как планируется сделать привязку платформы к сети светофоров. Это позволит управлять давать рекомендации водителю, вплоть до корректировки скорости в зависимости от того, успевает он на следующий светофор или не стоит не торопится и сохранить ресурсы двигателя и тормозной системы (особенно актуально в ночные часы, когда трафик разгружен).

Аналоги у описываемой платформы безусловно есть («BlaBlaCar», «Бричка»), однако главными преимуществами данной платформы будет гибкая настройка алгоритмов построения маршрута под предпочтения пользователя и оптимизация общего трафика путем алгоритмов расчета маршрута и системы подсказок водителю.

В России проблема дорожного трафика остается одной из самых острых. Платформа, описанная выше, как минимум разгрузит трафик за счет уменьшения у многих людей потребности в личном автомобиле и делает поездки по городу более комфортными и доступными для всех.

#### Библиографический список

1. Сапрыкин А. Н. Алгоритмические методы автоматизации конструирования электронных средств: учебное пособие – Рязань: ИП Коняхин А. В. (Book Jct), 2021. -116 с.
2. Федеральная служба государственной статистики: сайт. – URL: [https://rosstat.gov.ru/labor\\_market\\_employment\\_salaries](https://rosstat.gov.ru/labor_market_employment_salaries)(дата обращения: 01.11.2022). – Текст: электронный.
3. О динамике цен на бензин автомобильный и ресурсах нефтепродуктов в апреле 2022 года. РОССТАТ: сайт. – URL:[https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/90\\_01-06-2022.html](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/90_01-06-2022.html)(дата обращения: 01.11.2022). – Текст: электронный.
4. Симуляция трафика городских дорожных сетей в SUMO. HABR: сайт. – URL: <https://habr.com/ru/company/skillfactory/blog/576546/>(дата обращения: 01.11.2022). – Текст: электронный.

## **ПРОБЛЕМЫ И ПРЕИМУЩЕСТВА ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

А.П. Ворошилов

Научный руководитель – Яшина Н.П., к.ф.-м.н., доцент

**Московский авиационный институт**

В настоящее время практическое применение технологий искусственного интеллекта активно развивается во всех сферах социально-экономической жизни общества и поставлено государством как стратегическая задача, которая должна достигнуть своей конечной цели к 2030 году. Органы государственной власти создают все условия для поддержания внедрения и развития искусственного интеллекта.

Искусственный интеллект внедряется в такие направления как: инженерия, медицина, образование, строительство, банки, ритейл, и так далее. Искусственный интеллект применим как для машинных технологий, так и для людей [2].

Важно подчеркнуть, что единого общепризнанного определения искусственного интеллекта не существует. Каждый специалист в своей области адаптирует формулировки этого понятия так, чтобы оно наиболее полно отражало его деятельность. Особенно распространенной и обобщенной является такая формулировка понятия.

Искусственный интеллект — это умение компьютеризировано выполнять поставленные задачи, модель действий механизма, которые сделаны искусственным методом. Умение осуществлять действия на компьютере, которые свойственны человеческому интеллекту.

В энергетике, промышленности логистике, искусственный интеллект дает возможность машинам быть автономнее, что приведет к снижению поломок. А для взаимодействия людей искусственный интеллект будет полезен в реализации финансовых, информационных, образовательных сервисов [1].

Поскольку искусственный интеллект только начинает развиваться, внедряться во все сферы жизни деятельности, то соответственно у этого процесса существуют проблемы и ведутся поиски по их устранению.

Одной из проблем внедрения Искусственного интеллекта можно назвать разрыв в теоретических исследованиях и практическим применением, а также учет спроса на данную инновацию. Практическое применение существенно отстает и медленно внедряется в сферы экономической и социальной жизни общества. Для решения этой проблемы необходимо учитывать спрос в отраслях. На российском рынке не все структуры готовы к применению интеллекта в крупных масштабах. Поэтому нужно проводить разъяснительную работу, показывать преимущества внедрения искусственного интеллекта, а главное нужно обучать специалистов, которые будут способны применять новые технологии. Так же целесообразно проводить совместную работу государственных институтов и предпринимательства.

Большой проблемой при применении искусственного интеллекта можно выделить слабую способность делегирования крупных задач на более мелкие, их поэтапного осуществления. Специалисты должны обладать комплексным видением, хорошими знаниями в программировании,

математике, дизайне, экономике. Нужно обучать специалистов выдвигать идеи и гипотезы, уметь проверять их и переводить математические и информационные идеи в бизнес-планирование [3].

К примеру, в строительной области происходит проектирование зданий при помощи искусственного интеллекта. Это внедрение дает возможность создавать дома, офисы, сооружения, при этом экономя денежные средства и время. Искусственный интеллект способен генерировать идеи и визуализировать конечный результат за короткий промежуток времени.

Использование научного интеллекта в строительстве позволяет:

- При помощи генеративного проектирования оптимизировать дизайн (применяются 3D-модели и BIM).
- Контроль качества при помощи нейронных сетей.
- Создание бизнес-модели.
- Снижение экономических рисков [4].

Данные алгоритмы нуждаются в больших объемах данных для точного осуществления и высококвалифицированных специалистах, способных управлять процессами.

Таким образом, на сегодняшний день внедрение искусственного интеллекта позволяет прийти к упрощению и повышению качества задач, снижения нагрузки на человеческие ресурсы, прийти к оптимизации процессов.

#### *Библиографический список*

1. Гинзбург А.В., Рыжкова А.И. Возможности искусственного интеллекта по повышению организационно-технологической надежности строительного производства // Вестник МГСУ. 2018. № 1 (112). С. 7-13.
2. Макаров И. М. Искусственный интеллект и интеллектуальные системы управления / Макаров И. М., Лохин В. М., Манько С. В., Романов М. П. - М., 2012.
3. Сидоркина И. Г. Системы искусственного интеллекта / Сидоркина И. Г. - М., 2016.
4. Ручкин В. Н. Универсальный искусственный интеллект и экспертные системы / Ручкин В. Н., Фулин В. А. - СПб., 2011.

## **МНОГОПОТОЧНЫЙ ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ CUDA**

М.С. Дьяков, С.В. Скворцов

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

Решая транспортную задачу (ТЗ) при помощи генетического алгоритма (ГА) на ЭВМ, можно столкнуться с уменьшением производительности и замедлением работы алгоритма, что происходит с ростом размерности задачи или размера популяции [1, 2].

Снижение скорости работы ГА в этих случаях непосредственно связано с необходимостью обработки больших объемов данных. Ускорить

работу алгоритма можно на основе технологий многопоточного программирования, наиболее популярными из которых в настоящее время являются OpenMP, CUDA, OpenCL.

В докладе рассматриваются вопросы ускорения работы ГА при решении ТЗ с использованием программно-аппаратной архитектуры параллельных вычислений CUDA.

Данная архитектура хорошо подходит для решения указанной задачи, так как CUDA работает на графических ядрах видеокарты Nvidia, предназначенных для параллельного выполнения большого количества вычислительных операций. Следует отметить, что графические процессорные ядра не обладают сложным набором команд, но обеспечивают эффективное выполнение простых операций, в том числе арифметических и логических.

Полученные результаты [1, 2] показывают, что при работе генетического алгоритма решения ТЗ самыми затратными с точки зрения производительности являются генетические операторы «создание начальной популяции», «селекция», «скрещивание». Ускорить выполнение каждого из них предлагается следующим образом.

При создании начальной популяции необходимо создать 8 потоков от CPU и в каждом потоке использовать технологию CUDA для ускорения процедуры получения начальных особей модифицированным методом северо-западного угла [1].

Ускорение селекции, выполняемой методом турнирного отбора, можно получить посредством создания наибольшего количества потоков из числа доступных с их синхронизацией для предотвращения выхода за пределы популяции. Каждый поток получает на вход две целевые функции особей, первая является уникальной для всех потоков, а вторая - случайная.

Генетический оператор скрещивания является самым трудоемким. Для его ускорения требуется создать несколько синхронизированных потоков, каждый из которых выбирает особи из числа победивших в турнирном отборе и при положительной вероятности скрещивания, реализует оператор скрещивания пары особей. Учитывая, что скрещивание основано на выполнении арифметических операций сложения и вычитание [1], технология CUDA позволяет заметно ускорить выполнение этого генетического оператора.

Результаты выполненных экспериментов по сравнению скорости работы многопоточного ГА на основе CUDA с последовательным алгоритмом представлены в таблице.

Размер популяции	Время работы программной версии ГА, с		Коэффициент ускорения
	Последовательная	Многопоточная (CUDA)	
100	0,0024	0,00000879	237
200	0,0216	0,00009911	217
1500	0,5900	0,00329000	179

Данные о полученном ускорении показывают эффективность предложенных технических решений, но тенденция замедления (уменьшается коэффициент ускорения) с ростом размера популяции сохраняется.

Поэтому перспективным направлением дальнейших исследований представляется совмещение возможностей многопоточного программирования и архитектурных особенностей ЭВМ. В частности, существенной проблемой является хранение большого числа особей в так называемой «куче», которая имеет фиксированный объем, определяемый программными ограничениями. Возможным вариантом решения этой проблемы представляется хранение популяции особей в файле формата txt или json. Чтобы ускорить обращения к файлам можно использовать семейство ОС Linux, которое позволяет помещать целые директории в ОЗУ. Отключение буферизации при этом позволит напрямую работать с файлом на чтение и запись [3-4].

#### *Библиографический список*

1. Дьяков М.С., Скворцов С.В. Применение генетического алгоритма для решения транспортной задачи // Информационные технологии, межвузовский сборник научных трудов. - Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2022. С. 96-100
2. Дьяков М.С., Скворцов С.В. Решение транспортной задачи на основе генетического алгоритма // Новые информационные технологии в научных исследованиях (НИТ 2021): материалы XXVI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов; Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2021. С. 166-167
3. Керриск Майкл. Linux API. Исчерпывающее руководство. – СПб.: Питер, 2019. – 1248 с.
4. Колисниченко Д.Н. Разработка Linux-приложений. – СПб.: БХВ – Петербург, 2012. – 432 с.

## **ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИБЛИОТЕКИ REACT.JS ВО FRONT-END РАЗРАБОТКЕ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ**

А.В. Елисеев

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

В докладе рассматривается вопрос разработки пользовательских интерфейсов web-приложений с использованием библиотеки React.js языка программирования JavaScript.

Ключевая особенность React заключается в том, что он не зависим от браузера. Он универсален.[1]

За визуализацию, рендеринг и отрисовку компонентов отвечает библиотека React DOM.

Помимо создания браузерных приложений можно разрабатывать и мобильные android-приложения с помощью библиотеки React Native, а также приложения под ОС IOS с помощью одноименной библиотеки.

Ядро React (React CORE) содержит большое количество концепций, за визуализацию в различных окружениях отвечают другие библиотеки.

React.js содержит подход, называемый SPA (Single page application).

SPA – одностраничные приложения, созданные при помощи React.js. Концепция SPA – это наличие HTML-документа, имеющего теги body и head, при этом данные, которые мы видим на странице приходят из JavaScript. Содержимым страницы мы можем легко манипулировать – удалять и добавлять элементы.[2]

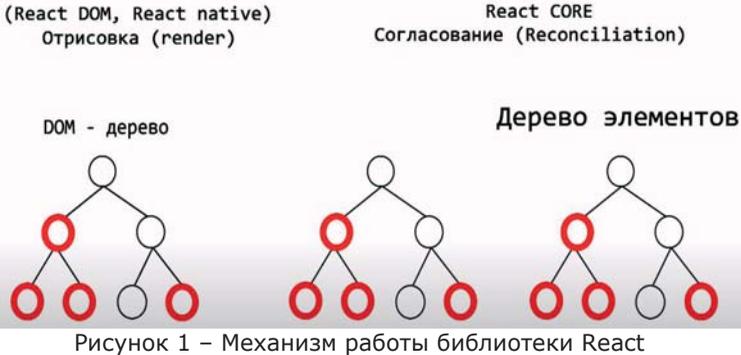
Принцип работы React – использование компонентного подхода. Благодаря этому мы можем вкладывать один компонент в другой, переиспользовать их, тем самым, создавая сложные интерфейсы.

При этом существует корневой компонент, в который мы можем вкладывать все остальные файлы. Чаще всего такой корневой компонент называется App.js.

React позволяет разработчику больше сосредотачиваться на логике при работе с данными, в отличие от простого использования JavaScript DOM. Разработчик не обновляет элементы DOM в ручную, интерфейс сам подстраивается под изменённые программистом данные.

Механизм работы React состоит в следующем. (Рис.1)

Выстраивается дерево React-элементов (более лёгкая копия DOM-дерева в браузере). При изменении узлов они не переносятся сразу в DOM-дерево, вместо этого выстраивается новое DOM-дерево с обновлёнными значениями и сравнивается данное дерево с прошлым. Эта стадия – согласование (Reconciliation). Отвечает за данный процесс React CORE. После того, как браузер нашёл разницу между этими изменениями наступает фаза отрисовки данных на странице (render). Более релевантные изменения он вносит быстрее, менее – медленнее. Благодаря этому пользователь видит плавную картинку с высокой частотой отрисовки кадров.



Мой пример использования React.js – создание небольшого приложения, в котором есть возможность при открытии модального окна создавать посты, удалять их, сортировать по критериям, а также в строке поиска вводить ключевые слова, по которым будет найден или не найден соответствующий пост.

Данный пет-проект построен в целом на React-компонентах, а также с использованием других файлов, получаемых при начальной установке React-приложения через терминал Node.js при вводе команды `prx create-react-app my-app`.

#### *Библиографический список*

1. Библиотека React: особенности, перспективы, ситуация на рынке труда // Хекслет: [Электронный ресурс]. – 2022 – URL: <https://ru.hexlet.io/blog/posts/biblioteka-react-review-article> (дата обращения: 01.11.22).
2. React Single Page Application и React-Router для начинающих // Medium: [Электронный ресурс]. – 2022 – URL: <https://medium.com/nuances-of-programming/react-single-page-application-i-react-router-для-начинающих-2bee95d37553> (дата обращения: 01.11.22).

### **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ ПАТОЛОГИЙ ОРГАНОВ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО АНАЛИЗА РЕНТГЕНОГРАММ**

Е.И. Епишина

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

Повышение эффективности обработки цифровых медицинских снимков может быть достигнуто за счет применения передовых технологий искусственного интеллекта – искусственных нейронных сетей [1, 2]. Так, дифференцирование рентгеновских снимков на норму и определенную патологию с последующим представлением их аннотаций специалисту для

вынесения экспертного заключения – перспективное направление развития экспертно-диагностических медицинских систем [3].

В работе представлена разработанная система анализа рентгенограмм грудной клетки, которая использует технологии искусственных нейронных сетей для проведения диагностики. Функционал системы представлен в виде диаграммы вариантов использования на рисунке 1.

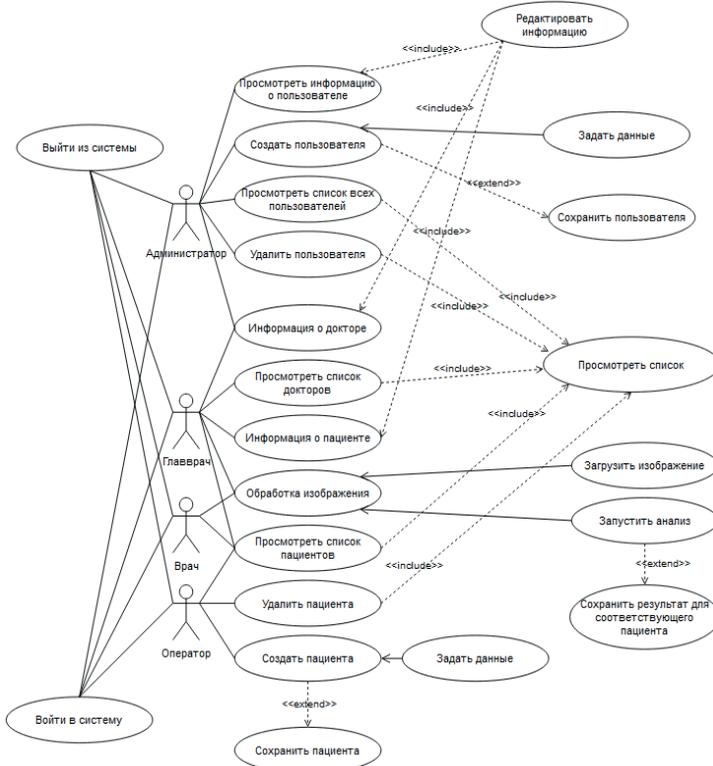


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования системы

Система реализована как web-приложение при помощи фреймворков Angular и Django. В качестве системы управления базами данных выбрана PostgreSQL. Одним из самых важных компонентов разработанной системы является нейронная сеть, которая была создана при помощи библиотеки Keras. Кроме того, в процессе разработки использовались библиотеки NumPy и Scipy.

Графический интерфейс системы приведен на рисунке 2. Система диагностирует три вида воспалительных процессов в органах дыхательных путей.

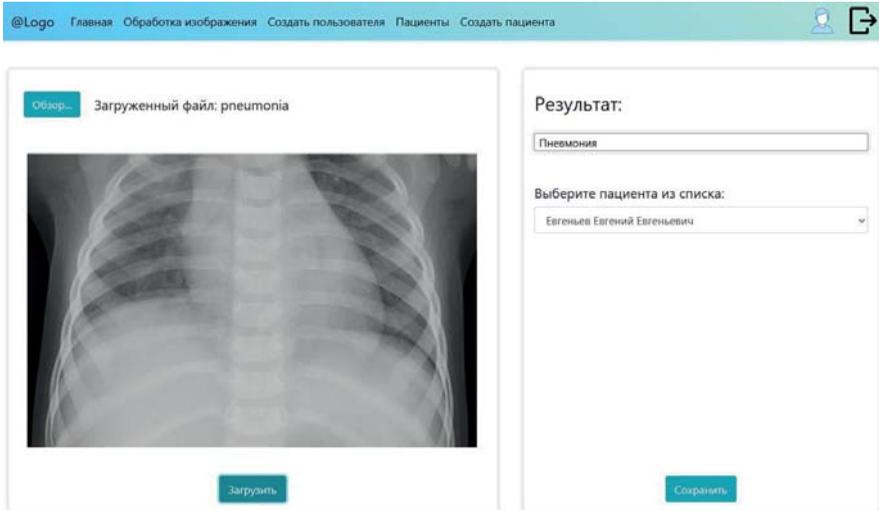


Рисунок 2 – Обработка рентгенограммы в системе

Проведены эксперименты, показывающие, что разработанная система позволяет определить диагноз по рентгенограмме в среднем в 80% случаев. Применяемый стек технологий позволяет использовать систему на компьютерах с любыми операционными системами, в том числе отечественными.

#### *Библиографический список*

5. Нейросетевая интерпретация рентгенологического изображения грудной клетки: современные возможности и источники ошибок / Д.С. Блинов [и др.] // Проблемы стандартизации в здравоохранении. – 2019. – №.9-10. – С. 4-9.
6. Башлыков А.А., Спицын В.Г. Аннотирование объектов на медицинских изображениях рентгенографии грудной клетки с применением нейронных сетей // Современные технологии, экономика и образование: сборник материалов конф. – Томск: ТПУ, 2020. – С. 235-238.
7. Столбова А.А., Епишина Е.И. Аналитический обзор интеллектуальных автоматизированных систем анализа медицинских изображений // Перспективные информационные технологии: труды междунар. конф. – Самара: СНЦ РАН, 2022.– С. 292-294.

## **ЗАДАЧА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СЕТЕВОГО ТРАФИКА В МУЛЬТИПРОВАЙДЕРНЫХ ОБЛАЧНЫХ ИНФРАСТРУКТУРАХ**

М.А. Иванчикова

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

Использование облачных технологий при построении общей сетевой архитектуры позволяет оптимизировать использование сетевых и вычислительных ресурсов. Автоматизация распределения ресурсов внутри центров обработки данных или между ними обеспечивает динамическое построение конфигурации сети, которая удовлетворяет заданным параметрам гибкости, надежности и масштабируемости. Использование интеллектуальных алгоритмов ускоряет обработку параметров и прогнозирует возможные изменения в конфигурации и рекомендует наиболее оптимальные решения.

Применение классических подходов к управлению ресурсами эффективно при стандартной организации сети. Однако на практике задача усложняется наличием различных обслуживающих провайдеров и необходимостью учитывать при маршрутизации разнородные сетевые параметры с учетом необходимого качества функционирования облака в целом. Так же частой причиной снижения эффективности работы сети являются скачки нагрузки на оборудовании и частое обновление таблиц маршрутизации, т.к. меняется размер инфраструктуры, количество соединений и типов передаваемого трафика. Применение возможностей нейронных сетей позволит решить задачу прогнозирования сетевого трафика, связанную с повышением эффективности и обеспечением гарантированного качества управления ресурсами в облачных инфраструктурах с любым количеством подключённых к ним устройств и обслуживающих провайдеров при непрерывном росте объемов информации, вычислений и сетевой нагрузки.

Предварительное определение возможного количества сетевого трафика позволит провайдерам облачных ЦОД планировать оптимальное размещение и использование ресурсов, сбалансировать нагрузку и обеспечить высокое качество сервиса (QoS). При решении задач, связанных со сбором статистики, получением информации об активности пользователя, выставлением счетов за услуги и перерасчётом цен прогнозирование может проводиться после определенного периода работы сети, основываясь на анализе сетевых данных или полученных временных рядах.

Задачу прогнозирования сетевого трафика можно решить с помощью классических методов машинного обучения, наиболее актуальными являются методы линейной или полиномиальной регрессии. В нейронных сетях такая задача рассматривается как задача обучения с учителем, что позволяет автоматизировать процесс создания обучающих и тестовых наборов, за счет анализа большого потока сетевого трафика.

В ходе подбора оптимальных параметров прогнозирования была выбрана полносвязная архитектура нейронной сети с 4 скрытыми слоями. В каждом слое использовалась функция активации «relu». Выходной слой реализован одним линейным нейроном. Для изменения весов и смещений во

время обучения были выбраны оптимизаторы adam и rmsprop. Для предотвращения переобучения использовалась L2 регуляризация и callback EarlyStopping. В качестве оценки результатов прогнозирования использовалась функция ошибки - среднеквадратичное отклонение MSE, и среднее абсолютное отклонение MAE [1].

Применение нейронных сетей для прогнозирования нагрузки перспективно для применения в режиме реального времени. Временные затраты в момент прогнозирования и нагрузка на контроллер минимальна, т.к. происходит сравнение необходимого потока с уже спрогнозированным планом из обученной модели, что позволяет создать актуальное решение для длинных потоков. Кроме того, с помощью дообучения на новых данных возможно повышение качества предсказания для последующих потоков, что может применяться в целях безопасности, эффективного управления полосой пропускания и поддержки QoS.

*Работа выполнена при финансовой поддержке стипендии Президента РФ СП-2459.2021.5*

#### *Библиографический список*

1. Dmitry Perepelkin, Maria Ivanchikova Problem of Network Traffic Prediction in Multiprovider Cloud Infrastructures Based on Neural Networks Methods. Proceedings of 11th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO-2022). 2022. pp. 1-4.

## **ВЫБОР МЕТОДА МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ВЫБОРА АБИТУРИЕНТАМИ НАПРАВЛЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

М.А. Иванчикова, Д.С. Венчикова

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

Привлечение школьников к поступлению в высшее учебное заведение, увеличение количества абитуриентов и прогнозирование их потока является одной из актуальных задач высшего образования. Разработка рекомендательной системы позволит повысить качество приемной кампании и поможет выявить сильные и слабые стороны в принятии управленческих решений относительно контрольных цифр приема на отдельные направления.

Целью работы является разработка интеллектуальной рекомендательной системы, основанной на алгоритмах и методах машинного обучения, предназначенной для решения задач высшего образования. На первом этапе исследования был проведен сбор исходной информации, анализ и предобработка данных, сформирован датасет и выборки [1]. Следующим этапом является обучение модуля системы, производящего классификацию данных. В докладе рассматриваются основные методы машинного обучения, используемые для разработки рекомендательной системы выбора направления высшего образования абитуриентами. Проведен

сравнительный анализ методов и выбран оптимальный алгоритм по критериям времени и качества обучения.

В процессе изучения методов машинного обучения для решения поставленной задачи были выбраны наиболее известные алгоритмы классификации: метод опорных векторов (Support Vector Machines – SVM), метод главных компонент (Principal Components Analysis – PCA), AdaBoost. Данные алгоритмы использовались на практике для реализации рекомендательной системы выбора направления высшего образования абитуриентами. В процессе обучения входные данные были еще раз пересмотрены с учетом их влияния на время и качество обучения системы.

В результате сравнительного анализа было выявлено, что самым эффективным алгоритмом машинного обучения для разработки рекомендательной системы выбора направления высшего образования является алгоритм AdaBoost. Данный алгоритм лучше всего работает со слабыми обучающими алгоритмами, поэтому такие модели достигают точности гораздо выше случайной при решении задачи классификации. Слабый обучающий алгоритм – это классификатор или алгоритм предсказания, который работает относительно плохо в плане точности. Чаще всего в комплексе с AdaBoost применяются одноуровневые деревья решений. Слабые классификаторы легко вычисляются, поэтому можно объединять несколько сущностей алгоритма, чтобы создать более сильный классификатор с помощью бустинга. Для объединения результатов алгоритм присваивает вес каждому классификатору в зависимости от полученного ответа на предыдущем этапе. Дополнительным преимуществом данного алгоритма является то, что его легко, быстро и просто запрограммировать. Кроме того, он достаточно гибкий, чтобы комбинировать его с любым алгоритмом машинного обучения без настройки параметров и его можно использовать с числовыми или текстовыми данными. При практической реализации данного алгоритма была достигнута максимальная точность обучения на тестовом наборе данных – 75%.

*Работа выполнена при финансовой поддержке стипендии Президента РФ СП-2459.2021.5*

#### *Библиографический список*

1. Иванчикова М.А., Турбина Д.С. Предобработка данных для прогнозирования потока абитуриентов по направлениям подготовки высшего образования / Новые информационные технологии в научных исследованиях (НИТ-2020): материалы XXV Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязань: РГРТУ, 2020.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ДЕРЕВА РЕШЕНИЙ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ**

М. А. Исаева, М. А. Исаева

Научный руководитель – Проказникова Е. Н., к.т.н., доцент

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

Широко используются методы оптимизации для нахождения максимума и минимума целевой функций. Методы оптимизации применяются в планировании производственных процессов, логистике, инженерном проектировании и другом, могут быть как для одной, также и для множества переменных. Для  $n$  параметров наиболее часто используются методы: роя частиц («particle swarm optimization», PSO), градиентного спуска, генетические алгоритмы, сетки и т. д.

Рассмотрим метод роя частиц. Его используют в искусственном интеллекте. Метод роя частиц применяется в нестандартных задачах, которые сложны в интерпретации и имеют несколько параметров для нахождения минимума или максимума целевой функции. Имея совокупность решений, метод улучшает (оптимизирует) возможное решение в отношении заданного показателя. Решения обозначаются частицами, как рой, далее частицы перемешиваются между собой в пространстве поиска в соответствии с простыми математическими формулами, которые меняют положение, направление и скорость частиц. На движение каждой частицы влияет ее местное наиболее известное положение, но оно также направляется к наиболее известным позициям в пространстве поиска, которые обновляются по найденным лучшим позициям других частиц. Предполагается, что это будет лучшее решение для роя.

Деревья решений («decision trees») [1-2] – метод, позволяющий предсказывать принадлежность объектов к тому или иному классу категориальной зависимой переменной. Построение деревьев решений относят к методам искусственного анализа данных («data mining»). Цель – предсказать значение целевой переменной в зависимости от соответствующих значений независимых переменных, изучая простые правила принятия решений, выведенные из характеристик данных. Структурно дерево состоит из элементов трех категорий: узлы – это атрибуты, по которым различают элементы, подлежащие классификации; листья, метки со значениями решений для классификации данных; ребра – значения атрибута, из которого исходит ребро.

Задача обучаемых алгоритмов – хорошо работать на новых данных. Рассмотрим обучение модели принятия решения деревом классификации с помощью пакета python «Scikit-learn» класса «DecisionTreeClassifier» для «Data Science» и «Machine Learning». У него есть основные входные параметры (рассмотрим числовые):

- `max_depth` - максимальная глубина дерева (по умолчанию 3)
- `min_samples_leaf` - минимальное число объектов в листе (по умолчанию 1)
- `n_estimators` - количество деревьев в лесу (по умолчанию 100)

- `min_samples_split` - минимальное количество выборок, необходимое для разделения внутреннего узла (по умолчанию 2)
- `max_features` - количество функций, которые следует учитывать при поиске лучшего разделения

Обычно параметры обучающихся алгоритмов настраиваются с помощью кросс-валидации - техника в машинном обучении, с помощью которой выбираются гиперпараметры моделей, сравниваются модели между собой, оцениваются полезность новых признаков в задаче и т.д. Но мы сами будем подбирать параметры. Построим модель на основе набора данных («dataset») о кредитовании. Далее применим обучение модели с помощью класса «DecisionTreeClassifier», выдавать клиентам кредит или нет. Пусть наши гиперпараметры для класса будут  $n$ -переменные, а точность обучения – значение функции, которое нужно максимизировать.

Пример фрагмента кода на питоне, который обучает модель:

```
//импорт пакета
from sklearn. ensemble import RandomForestClassifier
// генерация модели случайного леса с указанием гиперпараметров
clf = RandomForestClassifier (max_depth = 3, min_samples_leaf =1,
n_estimators=100, min_samples_split = 2, max_features=2)
//обучение на подготовленном обучающем наборе, где X_train -
//признаки, y_train - метки целевых классов
clf.fit (X_train, y_train)
//определение точности обучения на тестовом наборе
y_pred = clf. predict(X_test)
```

Для нахождения лучших гиперпараметров для обучения модели с максимальной точностью можно использовать актуальный метод роя частиц. Метод дерева классификации хорошо интерпретируемый, его просто понять, быстрый, эффективный, требует мало усилий. Для него требуется небольшая подготовка данных. Может обрабатывать как числовые данные, так и категориальные. Метод относится к «белому ящику», который можно объяснить логически, что говорит о надежности. Может работать успешно, если нарушаются данные модели. Главное подобрать нужные параметры при обучении модели.

#### *Библиографический список*

1. Тененев В.А., Ворончак В.И. Решение задач классификации и аппроксимации с применением нечетких деревьев решений / Интеллектуальные системы в производстве.–Тула. - 2005. -№2.-248 с.
2. Credit Scoring / Washington Post. – 2003. – December 11. – С.98.

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ СРАВНЕНИЯ АЛГОРИТМОВ ПОСТРОЕНИЯ ОРТОГОНАЛЬНЫХ ДЕРЕВЬЕВ ШТЕЙНЕРА**

Т.А. Калинин

Научный руководитель – Митрошин А.А., к.т.н., доцент

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

В докладе рассматривается вопрос эффективности построения ортогональных деревьев Штейнера различными алгоритмами с помощью разработанных программных средств. Сравнение производится по средней длине построенных деревьев и среднему времени, затраченному на построение деревьев. Сравняются между собой ранее рассмотренные в [1, 2, 3] алгоритмы линейного поиска и описывающих прямоугольников, а также рассмотренный в данном докладе метод Ханана [2].

Алгоритм метода Ханана является приближенным методом построения дерева Штейнера в ортогональной метрике. Алгоритм работает следующим образом:

1. Все множество вершин с координатами  $x$  разбивается на классы  $X_1, X_2, \dots, X_m$  в порядке не убывания координаты  $x$ , так, чтобы у всех вершин одного класса была одинаковая координата  $x$ .

2. Анализируется множество вершин класса  $X_1$  и соединяется между собой прямой (если вершин в классе  $X_1$  больше 1, иначе п.3)

3. Образуется дерево  $I$ , состоящее из вершин, включенных в дерево и точек, принадлежащих построенной прямой (если прямая была построена).

4. Выбирается следующее множество  $X_i$ , имеющее наименьшую координату  $x$ . Выбирается вершина с наибольшим значением координаты  $y$ .

5. Для вершины  $x_k \in X_i$  определяется точка  $x_j$ , для которой  $d_{kj} = \min \{d_{kj}\}$   $x_g \in I$ . Вершина  $x_k$  соединяется двухзвенной ломаной линией с точкой  $x_j \in I$ . Ломаная линия сначала строится в направлении перпендикулярном оси  $x$ .

6. Для очередной вершины класса  $X_i$  операция подсоединения к дереву выполняется в соответствии с пунктами 3, 4, 5.

7. Пункты 3, 4, 5, 6 повторяются для всех множеств  $X_i$  до построения полного дерева.

Сравниваются результаты, полученные с помощью программного расчета. С помощью программы построим 100 деревьев тремя алгоритмами, вычислим их средние длины и среднее время построения дерева. Сведем результаты программного расчета в таблицу и сравним полученные результаты.

Условия проведения расчетов:

- Координаты вершин будут заданы с помощью генератора случайных чисел.

- Количество вершин равно 500.

- Деревья будут строиться по одним и тем же наборам координат для каждого алгоритма.

- Поле, на котором будут строиться деревья ограничено квадратом  $100 \times 100$ .

Таблица 1. Результаты сравнения алгоритмов построения деревьев Штейнера.

	Метод Ханана	Линейный поиск	Описывающие прямоугольники
Средняя длина деревьев	1838	1720	2310
Среднее время построения дерева, мс	30,99	4353,24	7590,86

По результатам произведенных расчетов можно сделать вывод, что Метод Ханана является наиболее быстрым из рассмотренных алгоритмов. В свою очередь алгоритм Линейного поиска показал наилучший результат по средней длине построенных деревьев. Алгоритм описывающих прямоугольников показал худшие результаты по обоим показателям.

#### *Библиографический список*

1. Калинин Т.А. Панкова М.А. Сравнение алгоритмов построения деревьев Штейнера в ортогональной метрике // Информационные технологии, межвузовский сборник научных трудов. – Рязань: И.П. Коняхин (Book Jet), 2021 – 207 с.
2. Селютин В.А. Машинное конструирование электронных устройств. М.: Сов. радио, 1997 – 384 с.
3. Петухов Г.А., Смолич Г.Г., Юлин Б.И. Алгоритмические методы конструкторского проектирования узлов с печатным монтажом. – М.: Радио и связь, 1987 – 152 с.
4. Зыков А.Г., Поляков В.И. Алгоритмы конструкторского проектирования ЭВМ – СПб: Университет ИТМО, 2014 – 136с.

### **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ДООПРЕДЕЛЕНИЯ ИДЕНТИФИКАТОРА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА ПО НЕЧЕТКИМ ИСХОДНЫМ ДАННЫМ**

М.А. Комарова, И.А. Коротких, А.В. Кожемяко, Д.Д. Комаров  
 Научный руководитель – Бакулева М.А. к.т.н., доцент

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

В целях упорядочивания размещения автомобилей на улично-дорожной сети города и исключения их хаотичной парковки, а также сокращения числа нарушений правил дорожного движения в части остановки и стоянки транспортных средств по многим городам Российской Федерации были созданы платные парковочные пространства. В докладе рассматривается проблемный вопрос, связанный с уклонением водителей от оплаты парковочного места путём сокрытия части регистрационного номера транспортного средства.

Деньги, которые платят автомобилисты за парковочное место, поступают в городской бюджет, из которого в последствии финансируются ремонты дорог, покупка общественного транспорта, обустройство остановок и многое другое. Согласно статистике, полученной от концессионеров парковочных пространств около 25% автомобилистов, заезжая на платное парковочное пространство, скрывают госномера, чтобы не оплачивать стоянку.

Зачастую водители заклеивают не весь регистрационный номер, а лишь его часть. Наш проект направлен на то, чтобы по имеющимся данным о транспортном средстве: цвете, марке и известной части госномера, извлеченных с фотографии, выявлять ФИО владельца, путем сопоставления указанной выше информации с базой данных ГИБДД.

Для реализации данного проекта разработан программный модуль информационной системы с использованием высокоуровневого языка программирования общего назначения Python. Имеется два варианта формирования исходных данных в программном модуле:

1. Исходные данные заносятся в программу путем ввода с клавиатуры.
2. Одно из исходных данных, например известная часть регистрационного номера, распознается с фотографии, загруженной в программу, благодаря использованию библиотеки программных функций, направленных на компьютерное зрение в реальном времени – OpenCV, OCR-библиотеки Tesseract и др.

После формирования исходных данных с помощью стороннего модуля *pyodbc* осуществляется связь с базой данных. Аналог БД ГИБДД создан с использованием системы управления реляционными базами данных MS SQL Server. В БД необходимо получить доступ к полям, содержащим сведения о номере ТС. Это осуществляется запросами SQL. Далее необходимо разделить *split* методом записи номера на отдельные цифры. Потом производится позиционирование недостающих знаков. В итоге работы описанной процедуры будет сформирован список ТС, соответствующих исходным данным. Далее необходимо произвести идентификацию автовладельца по дополнительным признакам. Путем сопоставления исходных данных со строками базы данных выявляется необходимая строка, из которой на выход программы идет ФИО владельца автомобиля.

Таким образом, созданный программный модуль позволит идентифицировать транспортное средство, несмотря на неполный регистрационный номер.

Сравнивая систему распознавания владельца автомобиля по известным нам параметрам с другими странами, можем сказать, что в других странах этого нет. Допустим, в Японии и Китае люди либо покупают парковочное место, либо оплачивают парковку, потому что за неоплаченную парковку и за скрытие своего номера большие штрафы. В крупных городах Европы можно оставить автомобиль только после оплаты парковки, даже за городом. На платных парковках стоят автоматы, к которым привязаны определенные люди, и они могут выписывать штрафы, если вдруг кто-то решил заклеить себе чем-нибудь номер.

По данному программному продукту есть и определенные риски. Потому что есть вероятность ложного определения владельца автомобиля и штраф придет невинному человеку.

В России довольно часто встречаются не порядочные владельцы, которые оставляют свой автомобиль в неположенных местах или уезжают с платной парковки, не оплатив её и завешав свой номер чем-либо, поэтому, что касается окупаемости, если наш продукт будет запущен в большое производство и востребован в регионах РФ, то и цена будет не сильно завышена, соответственно, сам продукт не только окупит себя, но и будет в дальнейшем приносить доход в бюджет муниципалитета.

## **НЕЙРО-СЕТЕВОЙ СИНТЕЗ КОНТУРА СТАБИЛИЗАЦИИ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА**

В.И. Костюк

Научный руководитель – Эварт Т.Е., к.ф.-м.н., доцент

**Арзамасский политехнический институт имени Р.Е. Алексеева**

В докладе рассматривается разработка модели обучения ГНС, для синтеза контура стабилизации беспилотного летательного аппарата (БПЛА), на основе линейных уравнений продольного короткопериодического движения, с помощью методов обучения с подкреплением.

Система управления БПЛА – это комплекс технических устройств, преобразующий управляющие воздействия в отклонения аэродинамических органов управления, отклонение сектора газа или топливной заслонки двигателей и органов [1]. Она составляет часть бортового приборного оснащения современного БПЛА. Основное назначение систем стабилизации заключается в улучшении устойчивости и управляемости БПЛА [5]. Управляемость — это обобщение характеристик свойств летательного аппарата (ЛА), зависящая от большого числа различных факторов. БПЛА как объект управления из-за сложных перекрестных взаимодействий большого количества взаимосвязанных параметров представляет собой сложную динамическую структуру, а система стабилизации старается уменьшить их влияние для повышения точности управления.

В настоящее время для решения задач синтеза контура стабилизации в условиях неопределенности хорошо зарекомендовали себя методы машинного обучения с подкреплением. Обучение с подкреплением – парадигма машинного обучения, в которой изучаются различные подходы к последовательному принятию решений. При таком подходе обучаемая нейронная сеть, которую будем называть агентом, не получает информации о том, какие действия следует выполнять, вместо этого он узнает о последствиях своих действий. Алгоритм глубокого детерминированного градиента стратегий (DDPG) – первый детерминированный алгоритм типа исполнитель–критик, в котором ГНС используются для обучения как исполнителя, так и критика [3].

Разработку и обучение «агента» будем производить с помощью средств программного комплекса MATLAB: «Deep Network Designer» и «Reinforcement Learning Designer». Разрабатываемый агент состоит из: «исполнителя» и «критика», которые будут обучаться алгоритмом DDPG.

В качестве объекта управления рассматриваются следующие линейризованные уравнения продольного короткопериодического движение ЛА [1]:

$$\begin{cases} \frac{d^2 \vartheta}{dt^2} + a_{11} \frac{d\vartheta}{dt} + a_{12} \alpha = -a_{13} \delta_z \\ \frac{d\theta}{dt} - a_{42} \alpha = a_{43} \delta_z \\ \frac{d\vartheta}{dt} = \omega_z \\ \vartheta = \Theta + \alpha \end{cases}$$

где  $a_{11} = -\frac{m_z^{\omega_z} q S L^2}{J_z V}$ ;  $a_{12} = -\frac{m_z^{\alpha} q S L^2}{J_z}$ ;  $a_{13} = -\frac{m_z^{\delta_z} q S L^2}{J_z}$ ;  $a_{42} = \frac{c_y^{\alpha} q S}{m V}$ ;  $a_{43} = \frac{c_y^{\delta_z} q S}{m V}$ ;

$m_z^{\omega_z}, m_z^{\alpha}, m_z^{\delta_z}$  – производная от коэффициента момента инерции  $m_z$  по угловой скорости, углу атаки  $\alpha$  и углу отклонения руля высоты  $\delta_z$ ;

$c_y^{\alpha}, c_y^{\delta_z}$  – производная от коэффициента подъёмной силы;

$\vartheta, \Theta, \alpha$  – углы тангажа, наклона траектории и атаки;

$\delta_z$  – отклонение руля высоты;

$V$  – скорость объекта;

$g$  – ускорение свободного падения.

Закон формирования управляющего сигнала в контуре по углу тангажа представлен в следующей форме:

$$\delta_z^{зад} = K_n \Delta \vartheta + K_{wz} \omega_z + K_{\alpha} \alpha$$

где  $\delta_z^{зад}$  – заданное отклонение руля высоты;

$K_n, K_{wz}, K_{\alpha}$  – коэффициенты усиления;

Проведем обучение ГНС по разработанной модели и сравним полученные результаты с классическим решением, полученным на основе теории о линейно-квадратичном регуляторе. На рисунке 1 показан переходный процесс, получившийся с применением коэффициентов, полученных классическим методом, а также переходный процесс при коэффициентах, назначенных ГНС.

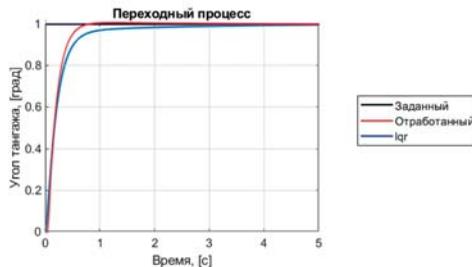


Рисунок 1 – Получившиеся переходные процессы

Анализируя получившиеся результаты, можно говорить о том, что коэффициенты, подобранные обученной ГНС, не уступают по качеству тем, что были получены на основе теории о линейно-квадратичном регуляторе. Получившийся переходный процесс от коэффициентов ГНС получился быстрее, потому что при решении линейно-квадратичным регулятором требуемая динамика переходной характеристики замкнутой системы достигается путем вариации элементов весовых матриц, а также подобранные коэффициенты ГНС учитывали нелинейность рулевого привода.

#### *Библиографический список*

1. Ефремов, А.В. Динамика полета: Учебник для студентов высших учебных заведений / А.В. Ефремов, В.Ф. Захарченко, В.Н. Овчаренко, В.Л. Суханов, Ю.Ф. Шелюхин, А.С. Устинов. – М.: Машиностроение, 2011. – 776 с.
2. Оценка электромагнитных излучений от персональных компьютеров. [Электронный ресурс] URL: <https://ntm.ru/center/107/7197> (дата общения 09.06.2022).
3. Adyasha Mohanty, Emma Schneider. Tuning of an Aircraft Pitch PID Controller with Reinforcement Learning and Deep Neural Net. 2019.

### **ОБЗОР ПЛИС CYCLONE IV.**

#### **ГЛАВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ПЕРЕД МИКРОКОНТРОЛЛЕРАМИ**

М.С. Кошелева

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н., к.т.н., доцент

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

В докладе рассматривается актуальный вопрос проектирования, связанный с выбором оптимальной элементной базы для реализации сложных систем. Решением данной проблемы является ПЛИС Cyclone IV, способная функционально удовлетворить широкий спектр требований разработчика.

Изначально микроконтроллеры занимали главенствующую нишу на рынке электронных компонентов, оттесняя при этом ПЛИС, обладающие небольшим количеством эквивалентных логических вентиляей.

В связи с постоянным совершенствованием технологий производства интегральных схем возникла возможность размещать большее число элементов в одной микросхеме. Цифровые системы усложнились. Следовательно, появились быстродействующие ПЛИС сверхвысокой интеграции, работающие на высоких тактовых частотах, при этом обладающие низким уровнем энергопотребления.

В качестве главных преимуществ ПЛИС перед микроконтроллерами можно выделить: работа в режиме реального времени, более высокое

быстродействие, а также возможность конвейерной обработки, т.е. параллельного выполнения команд.

В зависимости от преследуемой конечной цели, современные ПЛИС могут быть реализованы двумя способами: на грани технологических возможностей, достигая при этом максимальной производительности и высокой стоимости, или же сохраняя разумный минимум возможностей, который не приводит к неоправданному удорожанию, так как основные функции ПЛИС могут быть выполнены достаточно небольшим набором логических модулей. Кроме того, добавление дополнительных устройств приведет к тому, что пропорциональный рост производительности прекратится [2].

Оптимальной элементной базой, позволяющей сохранять разумный баланс между производительностью и стоимостью, будет являться ПЛИС Cyclone IV.

Устройства серии Cyclone IV предназначены для крупномасштабных, чувствительных к затратам приложений, что позволяет разработчикам систем удовлетворять растущие требования к пропускной способности при одновременном снижении затрат в беспроводной, проводной, широкополосной, промышленной, потребительской и коммуникационной отраслях.

Семейство устройств Cyclone IV, построенных на основе оптимизированного процесса с низким энергопотреблением, предлагает следующие два варианта модификаций: Cyclone IV E, обладающая низкой мощностью и высокой функциональностью при самой низкой стоимости, и Cyclone IV GX, представляющая собой ПЛИС с наименьшей мощностью и наименьшей стоимостью со скоростью 3,125 Гбит/с.

Семейство устройств Cyclone IV обладает следующими особенностями:

- Поддержка интерфейсов DDR2 SDRAM с частотой до 200 МГц;
- От 6 тыс. до 150 тыс. логических элементов;
- До 6,3 Мб встроенной памяти;
- До 360 множителей  $18 \times 18$  для приложений с интенсивной обработкой DSP и т.д.

Наибольший интерес, как элементная база, представляет Cyclone IV E, которая структурно состоит из логических элементов (LE), основанных на 4-х входных таблицах поиска (LUT), блоков памяти и множителей. Каждый блок памяти обеспечивает 9 Кбит встроенной памяти SRAM, настраивается в нескольких режимах: однопортовое, простое двухпортовое или истинное двухпортовое ОЗУ, буферы FIFO или ПЗУ [1].

Логические элементы (файлы) являются наименьшими логическими единицами в архитектуре устройства Cyclone IV. Файлы компактны и обеспечивают расширенные функции с эффективным использованием логики.

ПЛИС Cyclone IV может работать в нескольких режимах: обычный режим и арифметический. Программное обеспечение автоматически выбирает соответствующий режим для общих функций. Кроме этого, существует возможность создать специальные функции, которые при необходимости

определяют, какой режим работы файла следует использовать для обеспечения оптимальной производительности.

Обычный режим подходит для приложений общей логики и комбинационных функций. Арифметический режим идеально подходит для реализации сумматоров, счетчиков, накопителей и компараторов. Файл в арифметическом режиме реализует 2-разрядный полный сумматор и базовую цепочку переноса.

Блоки логического массива (LABs) содержат группы файлов. Каждая LAB включает в себя: 16 управляющих сигналов LEs, цепи для переноски LE, цепочки регистров, локальное соединение, передающее сигналы между файлами в одном логическом массиве [3].

#### *Библиографический список*

1. Ушенина И. В. Проектирование цифровых устройств на ПЛИС: учебное пособие / И. В. Ушенина. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 408 с.

2. Сиротинина Н. Ю., Непомнящий О. В., Постников А. И., Недорезов Д. А. Программируемые логические интегральные схемы: учебное пособие / Н. Ю. Сиротинина, О. В. Непомнящий, А. И. Постников, Д. А. Недорезов. — Красноярск: СФУ, 2020. — 224 с.

3. Строгонов А. В. Реализация алгоритмов цифровой обработки сигналов в базе программируемых логических интегральных схем: учебное пособие / А. В. Строгонов. — 4-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 352 с.

### **ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ. ВОЗМОЖНЫЕ ЗАДАЧИ И СПОСОБЫ ИХ РЕШЕНИЯ**

М.С. Кошелева

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н., к.т.н., доцент

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

В докладе рассматривается актуальный вопрос о необходимости скоростной передачи данных на большие расстояния. Предпосылкой данной темы выступает стремительное развитие цифровых технологий, сопровождающееся увеличением объема обрабатываемой информации. Решением подобной проблемы является волоконно-оптическая система (линия) связи (ВОСС), позволяющая переносить цифровые сигналы в оптическом диапазоне.

Как правило, простейшая структура ВОСС включает в себя (рис. 1): передатчик, оптическое волокно, оптический усилитель и регенератор, приемник.

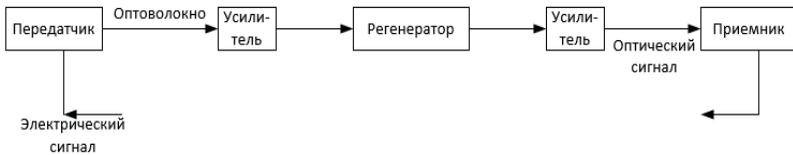


Рис. 1 – Структура простейшей ВОСС.

Оптические передатчики (передающий оптический модуль – ПОМ) – применяется для преобразования электрических сигналов в оптические для последующей передачи по оптоволокну [2].

Оптическое волокно представляет собой тонкую стеклянную нить с сердцевинной, используется для переноса излучения на большие расстояния с очень малыми потерями.

Регенераторы осуществляют преобразование в электрические сигналы, отделение шумов и дальнейшую ретрансляцию в виде оптических сигналов, однако могут усиливать только один информационный канал.

Оптические приемники (приемный модуль - ПРОМ) – предназначен для преобразования входного оптического сигнала в выходной электрический (цифровой или аналоговый), коррекции искажений, усиления и регенерации цифрового сигнала, выделения служебной информации из линейного сигнала.

Эффективность подобной аппаратуры напрямую зависит от качества изготовления и надежности работы радиоэлементов, входящих в её состав, а значит, чрезвычайное значение имеет высококвалифицированный входной контроль изделия [1].

Следовательно, одной из возможных задач, возникающей в процессе разработки ВОСС, является обеспечение надлежащего входного контроля оптоэлектронных приемопередающих модулей.

В качестве решения данной проблемы, предлагается следующая конструкция, направленная на проверку соответствия порога чувствительности оптических модулей, в состав которых входят оптоэлектронные приемные и передающие модули (рис. 2).

В данной схеме модуль MCO1-1 служит источником последовательности случайных чисел PRBS 2<sup>7</sup>-1 со скоростью передачи 1,0625 ГБод. Модуль MCO1-2 является приемником сигнала с приемопередающего оптического модуля (ПРПОМ). В случае если принимаемый сигнал отличается от заданной последовательности случайных чисел PRBS 2<sup>7</sup>-1, либо скорость его передачи не соответствует 1,0625 ГБод, то MCO1-2 фиксирует ошибку, которая в виде низкого уровня сигнала, отображается на анализаторе P6.

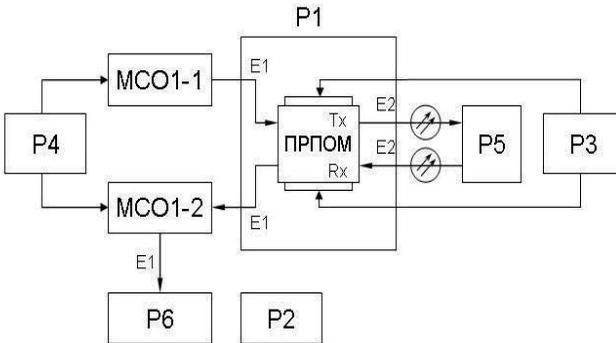


Рис.2 – Схема конструкции проверки модулей.

Роль модулей MCO1-1 и MCO1-2 выполняет микроконтроллер, являющийся приемником и передатчиком сигналов на контрольные приемопередатчики (КПП). Информация, попадающая на контроллер, обрабатывается, а затем передается по внешнему контрольному соединителю в компьютер. Источник питания – низковольтный понижающий стабилизатор синхронного выпрямления с выходным током 3А и выходным напряжением 1,5 В; 2,5 В и 3,3В.

Данные с ПРПОМ поступают на оптический аттенуатор P5, регулирующий уровень ослабления оптического сигнала, тем самым измеряя порог чувствительности модуля. Оптические аттенуаторы предназначены для внесения заданного уровня ослабления оптического сигнала в линию. Используются в локальных оптических сетях, сетях кабельного телевидения, магистральных сетях передачи данных, а также при проведении контрольно-измерительных работ.

#### *Библиографический список*

1. Груздов В. В., Колковский Ю. В., Концевой Ю. А. Входной и технологический контроль материалов и структур в твердотельной СВЧ электронике (лабораторные работы): методические указания / В. В. Груздов, Ю. В. Колковский, Ю. А. Концевой. — Москва: Техносфера, 2017. — 96 с.
2. Крухмалев В. В. Волоконно-оптические системы передачи: учебное пособие / В. В. Крухмалев. — Ростов-на-Дону: РГУПС, 2016. — 299 с.

**MODELSIM.  
ГЛАВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПЛАТФОРМЫ HDL - ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ**

М.С. Кошелева, А.Н. Сапрыкин

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

В докладе рассматриваются основные преимущества платформы HDL-проектирования цифровых систем – ModelSim, являющейся самой распространенной средой в данной области.

Период технического прогресса, несомненно, повлиял на все сферы деятельности человека, в том числе кардинально изменился процесс производства интегральных схем. Современные микросхемы отличаются существенной гибкостью, функциональным разнообразием, большей плотностью заполнения пространства на кристалле. Цифровые системы, разработанные на базе таких схем, всё больше усложняются. Следовательно, детальное проектирование подобных устройств на логическом уровне становится практически невозможным.

По этой причине увеличивается значимость высокоуровневых языков описания аппаратуры HDL (VHDL и Verilog). Они позволяют разрабатывать и верифицировать цифровые устройства на верхних уровнях до преобразования в логический.

В связи с вышеперечисленным, возрастает роль средств моделирования в процессе разработки устройств, следовательно, меняются методы и требования, предъявляемые к процедурам верификации. Для своевременного выявления предполагаемых ошибок средства моделирования должны реализовывать функцию контроля результатов каждого этапа проектирования: создание исходных HDL-описаний, синтез, размещение и трассировки в кристалл. Подобный метод способен обеспечивать минимальное время разработки устройства, а также значительно снижать стоимость всего процесса, цена ошибки которого увеличивается с последующей итерацией.

Пакет ModelSim поддерживает все основные стандарты и расширения языков VHDL и Verilog, обеспечивает совместимость со спецификациями 1.0 — 3.0 стандартного формата описания задержек SDF (Standard Delay Format), а также удовлетворяет требованиям VCD (Value Change Dump) по формированию стандартных выходных векторов для VHDL, Verilog и PLI (Programming Language Interface) [1].

Благодаря ядру моделирования платформы – SKS (Single Kernel Simulation) и специальной лицензии (*ModelSim SE/PLUS*), возможна реализация совместного VHDL- и Verilog-моделирования в случаях, когда модули проекта написаны на разных высокоуровневых языках.

Среда ModelSim имеет несколько модификаций, поддерживающих библиотеки всех ведущих фирм-изготовителей как программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) семейств FPGA (Field Programmable Gate Array) и CPLD (Complex Programmable Logic Device), так и ASIC (Application-Specific Integrated Circuit):

1. Версия Special Edition (SE) подходит для таких операционных систем, как UNIX, Linux, Windows (98, 2000, NT, XP);
2. Версия Personal Edition (PE) ориентирована исключительно на операционные системы линейки Windows;
3. Специализированные версии, направлена на совмещение с платформами других САПР от иных фирм-производителей (например, Xilinx Edition (XE)). Пользователь наделяется функцией осуществлять процесс проектирования в пределах основной среды моделирования (в которой непосредственно ведется разработка устройства) или же в качестве основной среды может выступать платформа ModelSim, интерфейс которой адаптируется под управление выбранной САПР.

Ещё одним значимым преимуществом ModelSim является высокая скорость компиляции и моделирования, обеспечивающая минимальное время отладки систем различного уровня сложности. Повысить производительность удается при помощи принципа оптимизированной прямой компиляции: исходные VHDL- или Verilog-описания компилируются в машинно-независимый объектный код, исполняемый на любой поддерживаемой платформе [2]. Кроме того, использование встроенного анализатора производительности позволяет увеличить скорость моделирования за счет обнаружения и устранения в проекте факторов, оказывающих отрицательное влияние на быстродействие этого процесса.

Стоит выделить расширенные отладочные функции платформы, обеспечивающие быстрый поиск и идентификацию ошибки, а также устранение причины её возникновения.

После обнаружения ошибки следует переключиться из режима отладки в режим редактирования исходного кода, внести соответствующие правки в текст описания и после сохранения файла выполнить повторную компиляцию данного модуля. Все перечисленные операции проводятся в ходе итераций процесса проектирования среды моделирования и требуют минимальных временных затрат.

Наличие встроенного индикатора активности кода является дополнительным фактором, повышающим эффективность отладки, а также позволяет быстро создавать более полные и надежные тестовые последовательности. Этот инструмент предоставляет возможность проследить неактивные строки исходного кода, вывести в графической форме соответствующий отчет обо всех файлах проекта.

#### *Библиографический список*

1. Строгонов А. В. Реализация алгоритмов цифровой обработки сигналов в базе программируемых логических интегральных схем: учебное пособие / А. В. Строгонов. — 4-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 352 с.
2. Тарасов И. Е. Инструментальные средства разработки программно-аппаратных комплексов: учебное пособие / И. Е. Тарасов. — Москва: РТУ МИРЭА, 2021. — 42 с.

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УМНЫМ ДОМОМ, МИКРОКОНТРОЛЛЕР ESP32, РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ.

Кругман А.Г., Меримкин Г.Ю,  
Научный руководитель – Бакулева М.А. к.т.н., доцент  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В.Ф. Уткина**

Технический прогресс не стоит на месте, разрабатываются новые микроконтроллеры и микропроцессоры. Большая вычислительная мощность становится всё доступнее и используется в повседневных бытовых вещах. Обычная техника для дома стала умной, получив микропроцессоры и микроконтроллеры в качестве “мозгов”. Умный чайник, умный увлажнитель воздуха, умная розетка, умная лампочка и так далее. Все это казалось высокотехнологичным далёким будущим, а теперь это наша повседневность. Но для того, чтобы получить максимум функциональности и комфорта от использования данной техники, нужно оптимально организовать работу устройств, а также создать наиболее удобный способ управления всей системой. Такая система, к которой подключены несколько умных бытовых устройств, объединённых в одну сеть, называют умным домом (Рис.1.).

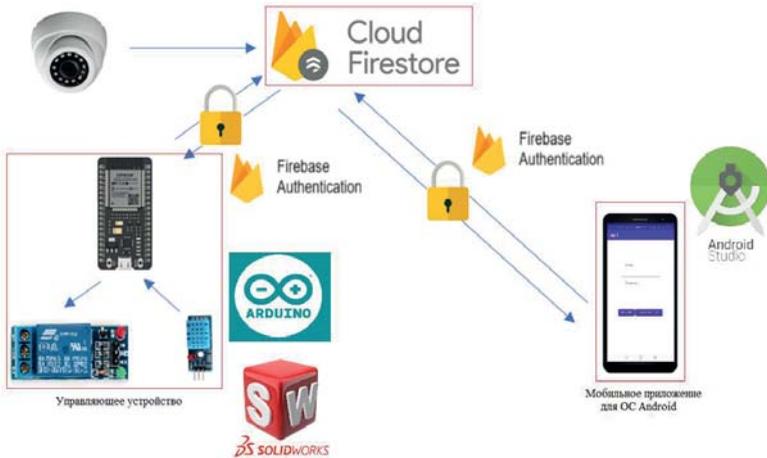


Рис.1. Структурная схема

Но существующие системы обходятся рядовому потребителю дорого. Наша задача разработать систему, способную конкурировать по функционалу с существующими импортными аналогами, но при этом более доступную.

Был разработан макет (Рис.2.) системы управления умным домом, а также приложение для устройств с операционной системой Android. Реализованы следующие функции:

1. Возможность управлять с мобильного приложения прибором, подключенным к реле;
2. Получение в мобильном приложении показаний датчика температуры и влажности;
3. Просмотр видеоизображения с IP-камеры;
4. Получение в приложении актуальной информации о погоде.



Рис.2. Макет управляющего устройства

На данном этапе система реализована на базе микроконтроллера ESP32 с использованием аутентификации и облачной базы данных фреймворка Firebase, продукта Google. В среде разработки Android Studio было разработано приложение, которое связано с микроконтроллером через сервисы Firebase. Сервис аутентификации позволяет взаимодействовать с конкретным управляющим устройством. Пользователь с помощью приложения дистанционно управляет микроконтроллером, обмен информации с которым производится через облачные базы данных.

В дальнейшем планируется разработка собственного сервиса аутентификации и сервера с базами данных для замены Firebase. Также планируется добавлять поддержку новых устройств, например, датчиков протечки, движения, давления. Основным направлением развития является переход на wi-fi реле, что позволит управлять подачей питания на приборы.

Даная разработка может стать хорошим аналогом систем от импортных производителей. Поможет доступно сделать свой дом умным, наделить его возможностями, которые несколько лет назад были фантастикой.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕЛЕКТИВНЫХ УСТРОЙСТВ СИСТЕМ КОСМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ**

Т.Д. Лыу

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

Решение задачи выбора эффективных вариантов архитектуры спутников связи невозможно без автоматизированного проектирования. Причина очевидна: основной тенденцией современной системно-кибернетической области является комплексное изучение сложных и сверхсложных технических систем, таких как спутники связи и спутники-ретрансляторы данных. Это позволяет синтезировать более совершенные системы. Для их создания необходимы постоянно усложняющиеся средства производства. Между тем в последние годы в организации проектирования спутников связи наблюдается отчетливая тенденция к автоматизации процесса проектирования. Эта тенденция характерна не только для обычных технических частей проектной деятельности, но и для интеллектуальных аспектов проектирования [1].

Концепция развития рассматриваемого подкласса фильтров диктуется современными тенденциями и потребностями импульсной связи, радиолокации, цифровой обработки широкополосных сигналов и микроволновой аппаратуры специального назначения. При этом постоянно решаются проблемы снижения массогабаритных показателей и улучшения параметров АЧХ за счет совершенствования конструктивных решений на основе теоретических и экспериментальных исследований. С другой стороны, новые конструктивные решения генерируются задачами расширения функциональных возможностей за счет отхода от традиционных применений микроволновых фильтров. Так оригинален подход к реализации фильтров на объемных интегральных схемах и многослойных структурах [2].

На любом предприятии, занимающемся разработкой и производством спутников связи, необходимо создать коллектив инженеров-конструкторов, способных определить стратегию проектирования и модернизации спутников, выполняющих свои задачи в составе различных систем спутниковой связи, с учетом всех конъюнктурных условий. В основе этой стратегии лежит полиструктурное представление проектируемых космических аппаратов и выбор проектной метаструктуры, причем этот выбор должен осуществляться с учетом всего системного окружения, в том числе и комплекса функциональных селективных устройств.

### *Библиографический список*

1. Анкудинов А.В. Перспективные технологии проектирования спутников связи на ранней стадии жизненного цикла // Всероссийской научно-технической конференции «Перспективные материалы, технологии, конструкции-3». 1997. № 259. С. 62.

2. Анкудинов А.В. Использование математических моделей и методов анализа для определения концептуального проекта спутника связи на

ранней стадии жизненного цикла // Всероссийской научно-технической конференции Решетневские чтения. 1997. С. 174.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ОБНАРУЖЕНИИ ОБЪЕКТОВ НА ВИДЕОЗАПИСИ**

М.И. Пасынков

Научный руководитель – Цуканова Н.И., кандидат технических наук,  
доцент

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

В настоящее время методы машинного обучения используются во многих сферах деятельности, в частности для обнаружения объектов на изображениях или видеозаписях и дальнейшего анализа полученных данных. Однако спорт как область применения таких технологий остается мало изученным.

В ходе студенческой научно-исследовательской работы была поставлена задача изучения вариантов применения машинного обучения в спортивной деятельности. Обзор отечественных и зарубежных источников [1] показал, что наименее изученными в этом отношении остаются командные игровые виды спорта.

Исходя из этого, конечной целью проводимых исследований была выбрана разработка системы для отслеживания перемещений игроков на видеозаписи игры в волейбол.

Для достижения этой цели были разработаны алгоритмы, выполняющие следующие задачи:

- 1) обнаружение игроков на видеозаписи;
- 2) идентификация игроков;
- 3) сбор информации о местонахождении игрока на площадке в каждый момент игрового розыгрыша;
- 4) отображение информации о перемещении игроков во время игрового розыгрыша.

Таким образом, в рамках проводимой научно-исследовательской работы была исследована спортивная деятельность как область применения технологий машинного обучения. Также была разработана система, отслеживающая расположение игроков на площадке в каждый момент игрового розыгрыша. Полученную систему предполагается использовать в целях повышения эффективности тренировки волейбольных команд, а также анализа игровых матчей тренерским составом.

### *Библиографический список*

1. Бурева, В. К. Применение методов искусственного интеллекта в спорте / В. К. Бурева, Е. И. Стоянов // Актуальные вопросы технических наук : материалы III Международной научной конференции (г. Пермь, апрель 2015 г.). — Пермь : Зебра, 2015. — С. 1-12.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ АЛГОРИТМОВ РАЗМЕЩЕНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ МОДУЛЕЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

А.О. Сапрыкина

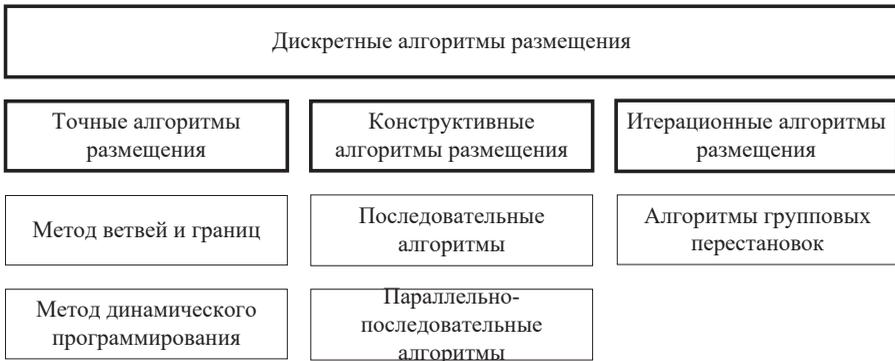
Научный руководитель – Корячко В.П., д-р техн. наук, профессор  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматриваются современные алгоритмы размещения конструктивных модулей электронных средств (ЭС) различных уровней иерархии, приводится их сравнительный анализ.

Одной из наиболее важных задач конструкторского проектирования является задача размещения, в которой осуществляется распределение модулей низших иерархических уровней в монтажном пространстве модулей следующих уровней иерархии, т.е. ставится задача нахождения оптимального пространственного расположения функциональных элементов на коммутационном поле.

В качестве критериев оптимизации, как правило, используются основные характеристики коммутационной схемы соединения элементов или вся конструкция узла в сборе. Так как задача носит многоцелевой характер, то обычно выбирается наиболее важный критерий, по которому проводится оптимизация. Классическим критерием подобного рода является критерий минимума суммарной длины соединений схемы.

Современные алгоритмы размещения конструктивных модулей ЭС можно поделить на две большие группы: дискретные и непрерывно-дискретные алгоритмы размещения. Класс дискретных алгоритмов размещения в свою очередь делится на три подкласса: точные алгоритмы, конструктивные алгоритмы и итерационные алгоритмы размещения (рис. 1). Класс непрерывно-дискретных алгоритмов размещения представлен алгоритмами регулярного поиска и алгоритмами, основанных на силовых моделях. Основной областью применения данного класса алгоритмов являются конструкции, в которых позиции для установки конструктивных элементов заранее не фиксированы.



*Рис. 1. Классификация современных алгоритмов размещения.*

Точные алгоритмы размещения включают алгоритмы, основанные на методе ветвей и границ и методе динамического программирования.

Группа конструктивных алгоритмов размещения используется для первоначального размещения элементов на монтажной плоскости при фиксированном наборе позиций. Отличительной особенностью данной группы алгоритмов является то, что при их использовании создается первоначальный вариант размещения конструктивных элементов.

В группу конструктивных алгоритмов размещения входит две подгруппы: последовательные алгоритмы размещения и параллельно-последовательные. К первым в свою очередь относятся такие алгоритмы, как последовательный алгоритм размещения по связности и матричные алгоритмы. Ко второй подгруппе относятся алгоритм обратного размещения элементов и алгоритмы, использующие методы разбиения.

Все конструктивные алгоритмы размещения используют последовательный или параллельно-последовательный процесс распределения конструктивных элементов в заданные позиции при локальной оптимизации функции-критерия размещения. В подгруппе последовательных алгоритмов размещения используется итерационный процесс распределения элементов в позиции, на каждой итерации размещая только один элемент. В подгруппе параллельно-последовательных алгоритмов на каждой итерации размещается сразу несколько элементов.

Группа итерационных алгоритмов служит для улучшения некоего начального варианта размещения элементов, т.е. когда начальное размещение уже получено ранее либо ручным способом, либо одним из конструктивных алгоритмов размещения. Данная группа алгоритмов осуществляет перераспределение элементов схемы по заданному критерию. К ее недостаткам можно отнести большие затраты машинного времени на производимые расчеты для получения окончательного решения.

Итерационные алгоритмы размещения, как правило, часто включают следующие этапы: оптимизация очередного варианта размещения и его оценка с использованием заданной целевой функции, выбор наилучшего варианта размещения элементов и переход к следующей итерации алгоритма. Алгоритм заканчивает свою работу, как только разность между значениями заданной целевой функции на последних итерациях не превышает некоторого заданного значения.

#### *Библиографический список*

1. Сапрыкин, А.Н. Алгоритмические методы автоматизации конструирования электронных средств: учебное пособие / А.Н. Сапрыкин. – Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2021. – 116 с.
2. Селютин, В.А. Машинное конструирование электронных устройств / В.А. Селютин. – Москва: Советское радио, 1977. – 384 с.
3. Курейчик, В.М. Математическое обеспечение конструкторского и технологического проектирования с применением САПР: учебник / В.М. Курейчик. – Москва: Радио и связь, 1990. – 352 с.

4. Норенков, И.П. Основы автоматизированного проектирования: учеб, для вузов / И.П. Норенков. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002. – 336с.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ АЛГОРИТМОВ КОМПОНОВКИ КОНСТРУКТИВНЫХ МОДУЛЕЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ**

А.О. Сапрыкина, А.Н. Сапрыкин

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

В докладе рассматриваются современные алгоритмы компоновки конструктивных модулей электронных средств (ЭС), приводится их сравнительный анализ. Современные алгоритмы компоновки блоков ЭС можно поделить на две большие группы: точные и приближенные алгоритмы компоновки. Каждая из указанных групп, в свою очередь, делится на несколько подгрупп, представляющих собой подкласс определенных алгоритмов (рис. 1).



*Рис. 1. Классификация современных алгоритмов компоновки.*

И точные и приближенные алгоритмы компоновки конструктивных модулей ЭС в функционально-логическом проектировании цифровых ЭС и в проектировании электрических принципиальных схем аналоговых ЭС используют следующие математические модели: граф коммутационной схемы, гиперграф и взвешенный неориентированный граф.

Представление коммутационной схемы в виде графа используется наиболее часто и характеризуется обобщенностью данных и наглядностью. Такое представление позволяет использовать теорию графов и современные математические методы, и алгоритмы при решении конструкторских задач.

К подгруппе точных алгоритмов компоновки относятся алгоритмы Лаурера, алгоритмы, основанные на методе ветвей и границ и алгоритмы, основанные на методы динамического программирования.

Алгоритмы Лаурера в качестве модели коммутационной схемы используют гиперграф. Смысл этой подгруппы алгоритмов заключается в предоставлении задачи компоновки в виде задачи покрытия, которая может возникнуть при минимизации булевых функций

Подгруппа алгоритмов, основанных на методе ветвей и границ, в качестве модели коммутационной схемы использует гиперграф или взвешенный неориентированный граф. Алгоритмы, входящие в данный подкласс, различаются способом расчета оценки.

Группа приближенных алгоритмов используется в тех случаях, когда сложность задачи сильно возрастает и число переменных увеличивается более 20-30. Приближенные алгоритмы, как правило, показывают неплохие результаты, но математически они обоснованы довольно слабо.

Последовательные алгоритмы работают по итерационному циклу, в котором на каждом этапе формируют очередной блок. На каждой итерации осуществляется заполнение очередного блока элементами, не включенными в предшествующие блоки. В качестве очередного элемента выбирается элемент, максимально связанный с элементами, уже включенными в формируемый блок. Процедура наполнения текущего блока элементами осуществляется до тех пор, пока не будут нарушены заданные ограничения на контактную и модульную емкости формируемого блока. Разные модификации последовательных алгоритмов компоновки отличаются способами отбора включаемого в блок элемента и расчета оценки.

Параллельно-последовательные алгоритмы компоновки включают несколько итерационных циклов работы. На первом из них по заданному критерию выделяются группы элементов (например, сильно связанные между собой), а на втором – полученные ранее группы элементов распределяются параллельно по разным блокам с учетом указанных контактных и модульных ограничений.

Итерационные алгоритмы используются в тех случаях, когда необходимо улучшить некоторый начальный вариант компоновки, который получен либо ручным способом, либо одним из последовательных алгоритмов. Данная подгруппа алгоритмов работают по принципу групповых перестановок элементов, относящихся к разным блокам. Разные модификации алгоритмов данного подкласса могут использовать одинарные, двойные или групповые перестановки элементов коммутационной схемы.

#### *Библиографический список*

1. Сапрыкин, А.Н. Алгоритмические методы автоматизации конструирования электронных средств: учебное пособие / А.Н. Сапрыкин. – Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2021. – 116 с.
2. Селютин, В.А. Машинное конструирование электронных устройств / В.А. Селютин. – Москва: Советское радио, 1977. – 384 с.

3. Курейчик, В.М. Математическое обеспечение конструкторского и технологического проектирования с применением САПР: учебник / В.М. Курейчик. – Москва: Радио и связь, 1990. – 352 с.

4. Норенков, И.П. Основы автоматизированного проектирования: учеб, для вузов / И.П. Норенков. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002. – 336с.

## **ОБЗОР ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ В СФЕРЕ ТЕХНОЛОГИЙ НЕЙРОМОРФНОЙ ИНЖЕНЕРИИ**

М. Н. Сараев

Научный руководитель – Бабаев С. И., к-т техн. наук, доцент кафедры ЭВМ  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматриваются ряд проблемных вопросов по развитию технологий в сфере нейроморфных вычислений и инженерии, которые востребованы в настоящий момент.

Актуальность нейроморфной инженерии обусловлена тем, что с ростом сложности и производительности классических вычислительных систем, основанных на архитектуре фон-Неймана, мы сталкиваемся с рядом проблем. Во-первых, потребление огромного количества электроэнергии (порядка 20-30 МВт) при обучении глубоких нейросетей на процессорах CPU и GPU. Во-вторых, достижение физического предела размера транзисторов при размещении на кристалле, постепенное приближение к размерам техпроцесса близкому к 1 нм.

Дополнительная экономическая актуальность заключается в формировании рынка нейроморфных процессоров и устройств. В дорожной карте "2022 roadmap on neuromorphic computing and engineering" [1] прогнозируется рост доли рынка нейроморфной инженерии с 2025 — 2035 год с \$0,2 миллиардов до \$22 миллиардов. По сути, это формирование нового рынка высокотехнологичных продуктов или, по крайней мере, появление нового сегмента.

Можно выделить следующие приоритетные направления для поиска решения актуальных проблем:

- снижение времени и энергозатрат на обучение нейросетей;
- развитие и внедрение нейроморфных продуктов и NPU;
- введение результатов современных исследований в области нейробиологии при проектировании биореалистичных моделей в области нейроморфной инженерии.

Одним из стандартных подходов при проектировании современных нейросетей является использование моделей взаимодействия нервной ткани, заимствованных из живой природы. Такие модели носят нейроцентричный характер. Они описывают в большей степени нейроны и в меньшей степени их окружение. Это приводит к ограниченности подобных моделей и общему снижению когнитивной архитектуры нейросетей. Одним из предложений решения является использование более всестороннего подхода описания модели нервной ткани, например, в

новой терминологии это может быть: «Активная среда мозга» — морфофункциональная концепция, основанная на топологической организации нервной ткани [2].

Потенциально, даже небольшое и «удачное» дополнение к уже существующим моделям в нейроморфной инженерии, может привести к существенному изменению программной и аппаратной составляющей нейросетей в положительную сторону.

На данный момент сложилась тенденция "гонки" нейроморфных процессоров и чипов по количеству нейроядер (neuromorphic cores), нейронов (artificial neurons) и синапсов (synapses). Отечественный производитель "Мотив нейроморфные технологии" сообщает о выпуске в 2020 году процессора "Алтай", у которого 256 нейроядер, 0,131 млн. нейронов и 67 млн. синапсов, техпроцесс 28 нм [3]. Американская компания Intel в 2021 году анонсировала выпуск процессора "Loihi-2", у которого 128 нейроядер, 1,048576 млн. нейронов и 120 млн. синапсов, техпроцесс 14 нм [4]. Таким образом, по числу искусственных нейронов нейроморфные процессоры по количественному показателю соответствуют Омарам (0,1 млн. нейронов), муравьям (0,25 млн. нейронов), медоносным пчелам (0,96 млн. нейронов) [5].

Потенциальные прогнозы развития нейроморфной инженерии:

- рост вычислительной мощности процессоров в ближайшие 10 лет;
- развитие и внедрение нейроморфных технологий и их интеграция в гетерогенные вычислительные системы;
- снижение стоимости вычислений на нейронных сетях;
- изменение теоретических подходов от нейроцентризма к более общей модели функционирования нервной ткани.

#### Библиографический список

1. Dennis V. Christensen "2022 roadmap on neuromorphic computing and engineering" [Электронный ресурс] // Neuromorph. Comput. Eng. 2, 2022 - 113 с. URL: <https://doi.org/10.1088/2634-4386/ac4a83> (дата обращения: 20.10.2022 г.)
2. Semyanov, Alexey "Astrocytic processes: from tripartite synapses to the active milieu" // et al. Trends in Neurosciences, 2021. URL: DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tins.2021.07.006> (дата обращения: 29.10.2022 г.)
3. Нейроморфный процессор «Алтай». [Электронный ресурс] // Motiv NT. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Point\\_Cloud\\_Library](https://en.wikipedia.org/wiki/Point_Cloud_Library) (дата обращения: 22.10.2022 г.)
4. Loihi 2 - Intel. [Электронный ресурс] // Wikichip. The Free Encyclopedia. URL: <https://motivnt.ru/neurochip-altai/> (дата обращения: 30.10.2022 г.)
5. Список животных по количеству нейронов. [Электронный ресурс] // Wikipedia. The Free Encyclopedia. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_animals\\_by\\_number\\_of\\_neurons](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_animals_by_number_of_neurons) (дата обращения: 27.10.2022 г.)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ DATA MINING ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ О СТРУКТУРАХ БАЗ ДАННЫХ**

Е.Б. Федосова

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

В связи с развитием информационных технологий часто возникает необходимость интегрирования нескольких уже существующих на предприятии баз данных (БД) в одну общую БД с целью создания единой информационной системы. Необходимость такого реинжиниринга обусловлена тем, что, во-первых, данные, накопленные во время эксплуатации старых БД, важны для корректного выполнения текущих задач предприятия (организации). Во-вторых, использование структур старых БД для разработки новой БД позволит сократить затраты, в отличие от проектирования новой БД «с нуля» [1].

В связи с этим на практике часто встречается задача сравнения структур нескольких БД для определения общих для нескольких БД атрибутов и стандартных атрибутов с целью оптимизации хранения и устранения избыточности данных. Атрибуты, не относящиеся ни к общим, ни к стандартным атрибутам, являются специализированными, т.е. отражают специфику предметной области.

В настоящее время существуют различные методы сравнительного анализа структур баз данных. Например, метод выявления функциональных зависимостей в БД, разработанный Херардом и Эно [2], алгоритм установления эквивалентности множеств функциональных зависимостей [3], и т.д. Однако использование этих алгоритмов не всегда приносит желаемые результаты в части достоверности получаемой БД; кроме того, все они требуют последующей глубокой экспертной оценки.

С целью повышения (без привлечения экспертов) достоверности БД, полученной путем реинжиниринга, можно использовать методы Data Mining, в частности, такой метод, как классификация [4]. Для использования классификации в реинжиниринге БД авторами разработан следующий метод.

Предположим, имеется  $m$  реляционных баз данных разных подразделений предприятия/организации. На основе этих БД необходимо построить новую базу данных, которая послужит фундаментом для создания и поддержки единой информационной системы предприятия/организации.

Для оптимизации хранения данных и устранения их избыточности выделим множество общих атрибутов (например, ФИО сотрудников, названия подразделений предприятия, названия поставщиков и т.д.), множество стандартных атрибутов (например, СНИЛС, серия/номер паспорта, номер полиса, табельные номера сотрудников) и множество специализированных атрибутов (например, серийные номера техники, номера товарных накладных, данные трудовых договоров с сотрудниками и т.д.).

Для выделения общих для нескольких БД атрибутов необходимо выполнить следующие действия.

1) Выбираем одну из имеющихся  $m$  БД в качестве основной. Основную БД выбираем таким образом, чтобы она содержала наибольшее количество разных атрибутов (или наибольшее количество концептуальных связей с другими БД).

2) Разделяем выбранную основную БД на классы так, чтобы каждый атрибут основной БД представлял собой отдельный класс. Исключение составляют т.н. внешние ключи, по которым осуществляется связь между отношениями БД. В результате разделения основной БД на классы получим множество классов  $N = \{1, 2, \dots, i, \dots, n\}$ . Будем использовать множество активных доменов полученного набора в качестве обучающей выборки.

3) Определяем для каждого  $i$ -ого объекта обучающей выборки характеристики, определяющие принадлежность объектов обучающей выборки соответствующим классам. К таким характеристикам можно отнести, например, тип данных, диапазон, максимальное значение, минимальное значение, количество элементов в домене и т.д. В результате этого действия для каждого объекта из множества  $N$  получаем набор переменных  $X_i = \{x_1, \dots, x_j, \dots, x_m, y\}$ , где  $x_j$  – независимые переменные, на основании которых определяется значение зависимой переменной  $y$  ( $y \in N$ ). Для объектов обучающей выборки значение  $y$  известно.

4) Обозначим множество всех атрибутов оставшихся  $m - 1$  баз данных как  $A = \{a_1, \dots, a_k, \dots, a_s\}$ . Далее классифицируем каждый из атрибутов  $a_k$ , т.е. для каждого  $a_k$  определим значение зависимой переменной  $y$  на основании значений независимых переменных  $x_j$ . Для определения значения  $y$  можно использовать любой алгоритм классификации, например, Naive Bayes, метод опорных векторов (SVM), логистическая регрессия и т.д.

Использование в реинжиниринге БД такого метода Data Mining, как классификация, позволяет производить реинжиниринг БД с высоким уровнем достоверности данных без применения глубокой экспертной оценки. В данной работе представлен метод применения классификации для выявления общих для нескольких БД атрибутов. Это позволит устранить избыточность данных при интеграции нескольких БД в единую информационную систему предприятия, обеспечивив при этом высокий уровень достоверности данных.

#### *Библиографический список*

1. Хомоненко А. Д., Цыганков В. М., Мальцев М. Г. Базы данных: Учебник для высших учебных заведений / Под ред. проф. А. Д. Хомоненко. — 6-е изд., доп. - СПб.: КОРОНА-Век, 2009. - 736 с.
2. Henfard J., Hainaut J.L. Data dependency elicitation in database reverse engineering // Software Maintenance and Reengineering Conference. 2001. pp. 11-19.
3. Баранчиков А.И., Нгуен Н.З. Алгоритм сравнения схем реляционных баз данных на основе анализа семантики предметной области // Вестник РГРТУ. 2019. № 67. – С. 45-49.
4. Witten I.H., Eibe F., Hall M.A. Data mining: practical machine learning tools and techniques. — 3-d ed. – Berlin: Elsevier, 2011. – 665 pp.

## **ПОДГОТОВКА ДАННЫХ И ПОДБОР ГИПЕРПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ЗАДАЧАХ КЛАССИФИКАЦИИ**

Филатов А.В.

Научный руководитель – Демидова Л.А., д-р техн. наук, профессор  
**Российский технологический университет - МИРЭА**

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по подготовке первичного набора данных для обучения с использованием алгоритмов машинного обучения, с дальнейшей настройкой гиперпараметров выбранного алгоритма. Технологии машинного обучения применяются в большом количестве разнообразных сфер и задач, а подготовка набора данных и правильный подбор гиперпараметров обучаемой модели может как существенно ускорить данный процесс, так и повысить эффективность итоговой модели.

Исследование ведётся в рамках решения задачи классификации состояния жёстких дисков. На данный момент на рынке существует ряд программ, который оценивает состояние жёстких дисков на основе ряда параметров. Параметры, использующие для оценки состояния, основаны на технологии SMART (Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology). Данная технология позволяет считывать показатели ряда датчиков, которые фиксируют такие показатели работы жёсткого диска, как количество запусков, время работы, количество повреждённых секторов и т.д.

Первичный набор данных взят с официального сайта компании облачного хранения BackBlaze за 2014-2015 года. Набор данных содержит показатели 45 SMART-датчиков устройств.

На первом этапе подготовки данных проводятся стандартные процедуры с использованием стандартных инструментов языка программирования Python, библиотек Keras и Tensorflow:

- удаление данных, которые не будут использоваться в процессе обучения;
- нормализация показателей SMART-датчиков для улучшения сходимости и эффективности моделей.

На следующем этапе проводится обработка набора данных по средством использования алгоритмов снижения размерности, что позволяет существенно сократить объём имеющихся данных, при этом сохранив информативность имеющихся данных. Существует ряд алгоритмов размерности данных, таких как PCA, t-sne, UMAP и др.

Для решения задачи классификации были выбраны три алгоритма машинного обучения:

- Random Forest (RF) - это алгоритм, который позволяет улучшить классификационные решения отдельных деревьев путем их объединения [1].
- KNN-алгоритм, позволяющий выполнять классификацию данных путем анализа классовой принадлежности объектов-ближайших соседей [2].
- Long Short-Term Memory (LSTM) - это сеть, которая позволяет классифицировать данные с помощью специальной архитектуры

рекуррентной нейронной сети, способной изучать долгосрочные зависимости [3].

На основе этих алгоритмов и их гиперпараметров по умолчанию были обучены модели классификации. Для повышения эффективности работы моделей был произведён подбор наиболее эффективных гиперпараметров моделей посредством использования метода оптимизации гиперпараметров Tree Structured Parzen Estimators (TPE), который реализует применение окна Парзена и алгоритма байесовской оптимизации [4,5].

Для оценки качества классификации используется такой показатель, как Accurasy. Значение показателя Accurasy для задачи бинарной классификации рассчитывается как:

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

где TP (True positive) – число истинно-положительных исходов; TN (True negative) – число истинно-отрицательных исходов; FP (False positive) – число ложноположительных исходов; FN (False negative) – число ложноотрицательных исходов

В результате проведения ряда экспериментов, было выявлено преимущество алгоритма машинного обучения LSTM. Он показывал наиболее высокий результат классификации, среди выбранных алгоритмов машинного обучения, в независимости от используемого алгоритма уменьшения размерности данных.

При этом, среди алгоритмов уменьшения размерности, наиболее эффективно себя показал алгоритм UMAP. Он позволил более чем в три раза уменьшить время обучения модели, а также, минимально, улучшил показатели метрики качества классификации Accurasy.

Итоговая модель LSTM проводит бинарную классификацию состояния жёстких дисков с точностью 85%, что соответствует удовлетворительному результату классификации.

#### *Библиографический список*

1. L. Breiman, "Random Forests" Machine Learning, 2001, 45, pp. 5-32.
2. N. Altman, "An Introduction to Kernel and Nearest-Neighbor Nonparametric Regression.", The American Statistician, 1992, 46, pp.175-185.
3. S. Hochreiter, J. Schmidhuber, "Long short-term memory" Neural Computation journal, vol. 9, no. 8, 1997, pp. 1735-1780.
4. Bergstra, James et al., "Making a Science of Model Search: Hyperparameter Optimization in Hundreds of Dimensions for Vision Architectures", ICML (2013).
5. L.A. Demidova, A.V. Filatov, "Optimization of hyperparameters with constraints on time and memory for the classification model of the hard drives states", unpublished.

## ПРЕДСКАЗАНИЕ ОСТАТОЧНОГО СРОКА ПОЛЕЗНОЙ СЛУЖБЫ ДИСКОВЫХ НАКОПИТЕЛЕЙ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

И.А. Фурсов

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

На сегодняшний день почти все данные обрабатываются и хранятся на жестких и твердотельных накопителях центров обработки данных (ЦОД). В течение срока эксплуатации таких накопителей нежелательно, чтобы вышел из строя даже один из них, так как на нём могут храниться данные, потеря которых обычно сулит серьезными проблемами.

Чтобы минимизировать потерю данных из-за сбоя дисковых накопителей и обеспечить их своевременную замену, в них встроена система самоконтроля, анализа и отчетности (Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology, SMART), которая представляет собой набор SMART-датчиков, каждый из которых следит за определенным параметром накопителя, например, температурой, числом «битых» секторов и т.д. Данные представляют собой измерения значений каждого датчика в диске за один день, и в конечном счете о данных можно говорить, как о многомерном временном ряде. Пример показаний представлен на рисунке 1 [1].

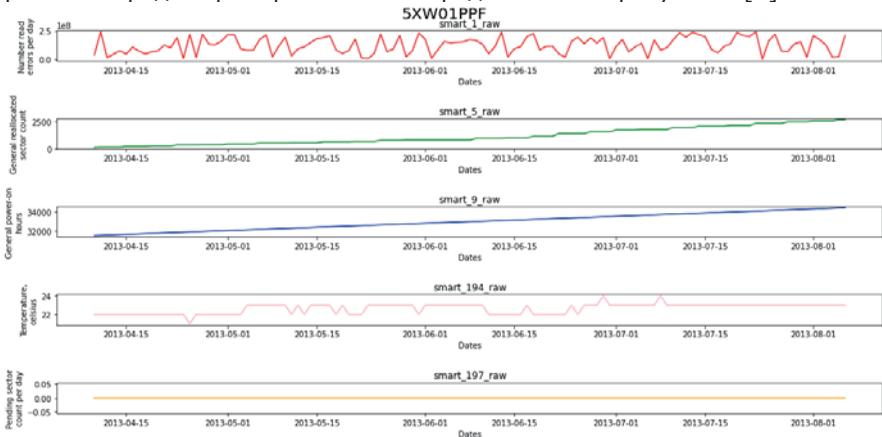


Рисунок 5. Показания SMART-датчиков диска 5XW01PPF за 3.5 месяца

В процессе работы одного диска накапливается огромный массив данных, который умножается на количество дисков. Человеку затруднительно анализировать такой объем данных, поэтому эксперты стали использовать разные методы машинного обучения, которым в свою очередь требуется много времени, чтобы обучиться на собранных данных. Для того, чтобы снизить скорость обучения, при этом не потеряв в качестве прогнозируемого остаточного срока полезной службы, применяют несколько алгоритмических инструментов, таких как [2]:

- стандартизация значений каждого датчика;

- генерация новых признаков, например, на основе статистических метрик (среднее значение, количество пиков, минимум, максимум и т.д.);
- отбор признаков по определенному критерию, например, энтропийными методами;
- применение машин экстремального обучения, которые способны быстро обучаться.

Применение таких инструментов позволило получить модель, способную предсказать остаточный срок полезной службы дискового накопителя с погрешностью в 2.5 дня, при этом время обучения модели на наборе данных, содержащем сведения о функционировании 8000 дисков за 8 месяцев с дискретизацией временного ряда в 1 день, составило всего 10 секунд. Программная реализация алгоритмов обработки данных и обучения модели проводилась в интерактивной среде Google Collab.

#### *Библиографический список*

1. Aussel, N., Jaulin, S., Gandon, G., Petetin, Y., Fazli, E., Chabridon, (2017). S. Predictive models of hard drive failures based on operational data, 16th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA), 619–625
2. Demidova L. A., Fursov I. A. (2021). Aspects of Feature Engineering in the Problem of Predicting the Service Life of Hard Drives, 3rd International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA), 1188-1191

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

Н.В. Шаповалов

Научный руководитель - Крошила С. В., доцент кафедры ВПМ, к. т. н  
**Рязанский государственный радиотехнический университет  
 имени В.Ф. Уткин**

Генерация изображений при помощи ИИ — одна из самых новых возможностей искусственного интеллекта, поражающая людей. Способность создания потрясающих изображений на основании текстовых описаний похожа на магию, компьютер стал ближе к тому, как творит искусство человек. Выпуск Stable Diffusion [1] стал важной вехой в этом развитии, поскольку высокопроизводительная модель оказалась доступной широкой публике (производительная с точки зрения качества изображения, скорости и относительно низких требований к ресурсам и памяти).

Stable Diffusion — это система, состоящая из множества компонентов и моделей. Это не единая монолитная модель. Изучая внутренности, можно заметить, что в модели есть компонент понимания текста, преобразующий текстовую информацию в цифровой вид, который передаёт заложенный в текст смысл. Генератор изображений выполняет два этапа: создание информации изображения и декодер изображений.

Компонент создания информации изображения выполняется в несколько шагов (step). Этап создания информации изображения действует полностью в пространстве информации изображения или в скрытом пространстве. Это свойство ускоряет работу по сравнению с предыдущими моделями диффузии, работавшими в пространстве пикселей. Этот компонент состоит из нейросети UNet и алгоритма планирования. Слово «диффузия» (diffusion) описывает происходящее в этом компоненте. Это пошаговая обработка информации, приводящая в конечном итоге к генерации высококачественного изображения (при помощи следующего компонента — декодера изображений).

Декодер изображений рисует картину на основе информации, которую он получил на этапе создания информации. Он выполняется только один раз в конце процесса и создаёт готовое пиксельное изображение. В состав декодера включены 3 основополагающих компонента: ClipText для кодирования текста, UNet + Scheduler для постепенной обработки/диффузии информации в пространстве и декодер, рисующий готовое изображение при помощи массива обработанной информации.

Скрытая диффузия [2] может уменьшить объем памяти и вычислить сложность, применяя процесс диффузии в более низком измерении, скрытый пространство вместо использования фактического пиксельного пространства. Это ключевое различие между стандартными моделями диффузии и скрытой диффузии при скрытой диффузии модель обучена генерировать скрытые (сжатые) изображения.

#### *Библиографический список*

1. Stable Diffusion [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://stability.ai/blog/stable-diffusion-public-release>
2. HuggingFace [Электронный ресурс] / Режим доступа: [https://huggingface.co/blog/stable\\_diffusion](https://huggingface.co/blog/stable_diffusion)

## **АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ТУРИСТИЧЕСКОГО АГЕНТСТВА**

М.С. Попов

Научный руководитель – Дмитриева Т.А., кандидат техн. наук, доцент  
**Рязанский государственный радиотехнический университет**

**имени В.Ф. Уткина**

Работа в туристических агентствах является достаточно трудоёмкой и ресурсоёмкой, для неё необходимы квалифицированные специалисты, поскольку приходится работать с большими объёмами информации, которые необходимо качественно и корректно обрабатывать.

Учитывая вышесказанное, можно выявить две задачи по усовершенствованию работы туристического агентства:

- обучение сотрудников туристического агентства;
- сбор и обработка заявок клиентов туристического агентства.

Решение этих проблем имеет важное значение, поскольку если ими пренебречь, то общее время работы над однотипными задачами увеличится. Поэтому задача оптимизации работы туристического агентства является актуальной и практически значимой.

Для решения данных задач необходимо разработать программное обеспечение, в котором будет разделы с обучением для сотрудников туристического агентства и сбором заявок клиента на тур. В разделе с обучением первичных навыков для сотрудника туристической компании будет возможность повторить уже пройденное или получить новые знания, непосредственно по той туристической тематике, которая будет необходима при подборе тура, так как у клиента туристического агентства на поздних этапах оформления тура могут возникнуть вопросы, требующие углубленных знаний, к которым сотрудник должен быть готов. В роли учителя, оценивающего ответы сотрудника, можно использовать искусственный интеллект, реализованный в виде нейронных сетей. Такой подход позволит более гибко оценить знания сотрудника.

Раздел, в котором будет реализован сбор заявок, необходим с целью классифицировать, типовым образом обработать заявку и впоследствии передать её сотруднику туристического агентства. Решение задачи по сбору заявок позволит значительным образом оптимизировать работу туристического агентства на ранних этапах оформления тура, поскольку эту работу будет выполнять искусственный интеллект. На вход будет подаваться типовая информация о желаемых турах, которую искусственный интеллект будет обрабатывать удобным для дальнейшей работы образом и передавать её сотруднику туристического агентства.

На данный момент программного нет программного обеспечения способного решить задачи туристического агентства, указанные выше. Существуют аналоги, решающие только отдельные задачи. Для обучения можно использовать следующие обучающие платформы: html academy [1], Яндекс Практикум [2], Skill Factory [3]. Их недостатки заключаются в том том, что обучение платное, а на некоторых платформах и вовсе может отсутствовать вся необходимая информация для обучения сотрудника. Для сбора заявок можно использовать различные Telegram боты [4] или сбор заявок ВКонтакте [5]. Здесь проблема состоит в том, что эти аналоги не

удовлетворяют требованиям туристического агентства, поскольку сбор заявок происходит без их обработки.

Туристическая фирма ООО «ТурСистемы», г. Касимов заинтересована в решении вышеупомянутых задач.

Объектом в рамках этого научного исследования является туристическое агентство.

Предметом исследования является оптимизация работы туристического агентства за счёт решения вышеупомянутых задач.

Цель научно-исследовательской работы: повышение эффективности работы туристического агентства.

Задачи разработки программного обеспечения.

1. Анализ предметной области туристического агентства.
2. Разработка архитектуры программного обеспечения для туристического агентства.
3. Реализация программного обеспечения для туристического агентства.
4. Тестирование программного обеспечения для туристического агентства.
5. Составление документации программного обеспечения для туристического агентства.

Была обоснована актуальность данной работы и приведена ее практическая значимость. Сделан вывод о том, что необходимо разработать программное обеспечение для туристического агентства, способное обучить сотрудников и обработать заявки клиентов туристической компании. В дальнейшем планируется разработать архитектуру, исследовать и разработать методы и подходы для решения задач туристического агентства, провести тестирование и документирование программного обеспечения.

#### *Библиографический список.*

1. Html academy [Электронный ресурс]. URL – <https://htmlacademy.ru/study> (дата обращения 21.10.2022).
2. Яндекс Практикум <https://practicum.yandex.ru/> (дата обращения 23.10.2022).
3. Skillfactory <https://skillfactory.ru/> (дата обращения 23.10.2022).
4. Telegram боты <https://kwork.ru/script-programming/16994819/bot-sbora-zayavok-otzyvov-rassylka-soobshcheniy-v-telegramme> (дата обращения 25.10.2022).
5. Сбор заявок ВКонтакте <https://vk.com/@business-sbor-zayavok> (дата обращения 27.10.2022).

## **НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Е.В. Шарипкин

Научный руководитель – Фурер О.В., к. филолог.н., доцент  
**Поволжский государственный университет телекоммуникаций и  
информатики**

В современном мире информационные технологии активно используются для проведения научных исследований в фундаментальных областях, предоставляя учёным широкий набор инструментов для решения теоретических и прикладных задач, таких как разработка методов информационного моделирования сложных природных процессов и явлений.

Для разрешения многих научно-исследовательских задач необходима огромная вычислительная мощность. Весьма эффективным примером восполнения нехватки мощности является платформа BOINC. Проект BOINC — некоммерческое межплатформенное программное обеспечение для проведения распределённых вычислений.

Распределённые вычисления — это метод решения сложных задач с использованием множества ПК, объединённых в одну сеть под техническим названием «GRID».

Грид-вычисления - вид распределённых вычислений, в которых компьютеры объединены в кластеры и соединены сетью, мало связанных и удалённых компьютеров, работающих как единое целое для выполнения вычислительных заданий.

После распространения и развития интернета получила популярность идея так называемых «добровольческих вычислений» для осуществления распределённых вычислений, то есть использовались компьютеры обычных пользователей-добровольцев, объединённых через Интернет, так как большинство ПК обывателей почти всё время слабо загружены и имеют переизбыток ресурсов. Таким образом, потребность учёных в вычислительной мощности, добровольческие начала пользователей интернета и техническое решение BOINC привели к появлению на свет научных проектов, которые объединяют и используют мощности сотни тысяч компьютеров, расположенных по всему миру для решения научно-исследовательских задач.

Ярким примером информационного моделирования сложных природных процессов и явлений представляет собой LHC@home. LHC@home был образован организацией CERN для расчётов, необходимых для постройки и введения в эксплуатацию Большого адронного коллайдера. Вычисления стартовали на платформе BOINC во второй половине 2004г. Изначально количество участников сети не превышало тысячи человек, но к середине 2010 года в проекте участвовало порядка ста тысяч человек со всего мира. В процессе расчётов, проводимых пользователями на своих персональных компьютерах, осуществлялось моделирование поведения пучка заряженных частиц при разных параметрах воздействия больших магнитов, которые управляли пучками. То есть, происходит моделирование тяжело воспроизводимого в реальности процесса. Задачей этого моделирования является исследование поведения частиц при процессах,

происходящих в формировании звезды. Задачи первой версии LHC@home были выполнены, но и в 2022 году существуют ответвления LHC@home2, целью которого является воспроизведение поведения пучков протонов, а именно, проект "ATLAS", который имитирует столкновения разных частиц на специальном детекторе ATLAS, работающем в большом адронном коллайдере.

Другим примером использования распределённых вычислений в научно-исследовательской работе является Folding@home, который посвящен моделированию пространственной структуры крупных и сложных белков и белковых комплексов. Задача проекта заключается в том, что, активизируя процессы "свёртывания" и "развёртывания" белка, могут быть описаны причины развития болезней из-за дефектных белков, приводящих к таким болезням как Альцгеймер, Паркинсон, диабет, склероз, а также различные онкологии. В 2020 году Folding@home подключился к исследованию коронавируса. Таким образом, проект Folding@Home на тот момент являлся мощнейшим суперкомпьютером мира, суммарная производительность которого на 26 апреля 2020г была в полтора раза больше производительности 500 мощнейших суперкомпьютеров всего мира.

Вычислительные мощности Folding@Home использовались для изучения работы белка, участвующего в подавлении коронавирусом иммунной системы, а также рецептора, из-за которого коронавирус мог проникнуть в организм. Огромный массив данных, полученных в результате вычислений сети Folding@Home, отправлялся в лаборатории по всему миру для анализа и изучения болезни, а позже эти данные были использованы для создания вакцин.

Современные информационные технологии позволяют решать сложные задачи, вносить свой вклад в развитие науки, сделав этот мир более понятным и безопасным.

## СОДЕРЖАНИЕ

## ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

<b>Е.В. Васильев, С.И. Гусев, С.В. Колесников.</b> БОРТОВАЯ НАУЧНАЯ АППАРАТУРА МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ «ЦИОЛКОВСКИЙ-РЯЗАНЬ» В ЗАДАЧЕ ИЗМЕРЕНИЯ РЕАЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ НАЗЕМНЫХ РАДИОАСТРОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ	3
<b>А.М. Гостин, В.Г. Псоянц, И.С. Холопов.</b> ЦИФРОВЫЕ СЕРВИСЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ РГРТУ	5
<b>В.А. Ушенкин.</b> ОБРАБОТКА ДАННЫХ РАДИОЛОКАЦИОННОГО НАБЛЮДЕНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА	10

## Секция 1

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

<b>П.А. Агафонов.</b> ПРОЕКТИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРЫ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ФАЙЛОВОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОБЛАЧНЫХ ХРАНИЛИЩ ДАННЫХ	15
<b>А.В. Алыпов.</b> ОБ ИДЕНТИФИКАЦИИ ФУНКЦИЙ ИНВЕСТИЦИЙ И СБЕРЕЖЕНИЙ В ЭКОНОМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЕЛОВОГО ЦИКЛА КАЛДОРА – ЧАНГА – СМИТА	17
<b>С.В. Алямовский.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕАЛИЗАЦИИ ЗАДАЧ НА РАСПОЗНАВАНИЕ ОБРАЗОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЯЗЫКАХ ПРОГРАММИРОВАНИЯ	18
<b>А. С. Артемов.</b> ОЦЕНКА СТОИМОСТИ НЕДВИЖИМОСТИ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	19
<b>Д.С. Баулин.</b> ОБЗОР ОСОБЕННОСТЕЙ СИГНАЛОВ РАЗЛИЧНЫХ СТАНДАРТОВ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ	21
<b>А.В. Беляев.</b> РЕАЛИЗАЦИЯ СХОДСТВА (РАССТОЯНИЯ) ДЖАРО – ВИНКЛЕРА НА ПЛАТФОРМЕ «1С: ПРЕДПРИЯТИЕ»	23
<b>Е.В. Бобылева.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ CRM СИСТЕМ ДЛЯ СТУДИИ ТАНЦЕВ	25
<b>И.А. Буланова.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ СЕМАНТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА	27
<b>И.А. Буланова, О.Г. Швечкова.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕГАНОГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ	28
<b>А.Д. Валько.</b> АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПЛАНИРОВАНИЯ ТРУДОВЫХ ОТПУСКОВ СОТРУДНИКОВ КОМПАНИИ	29
<b>Б. А. Гладышев.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА МЕТОДА ОПОРНЫХ ВЕКТОРОВ	31
<b>Давыдов А.И., Овечкин Г.В.</b> РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ПОКУПАТЕЛЕЙ ТОВАРОВ	32
<b>Д.С. Даньков.</b> ТЕПЛОВЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ	34
<b>С.Ю. Заикин.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЧЕЛОВЕКА ПО ГОЛОСУ	36
<b>М.И. Иваев.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ	36

## В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

- Кабочкин А.Н.** ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АГРЕГАТОРОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЦЕНОВОЙ ПОЛИТИКИ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНОВ. 38
- А.А. Камордин, А.В. Крошилин.** МЕТОДОЛОГИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕЧЕТКИХ КОГНИТИВНЫХ КАРТ 39
- Н.С. Карпеев.** О ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МАКРОЭКОНОМИКИ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ САМУЭЛЬСОНА – ХИКСА 40
- Ж.Ж. Кибамба.** АВТОМАТИЗАЦИЯ ЧАСТНЫХ ДЕНЕЖНЫХ ПЕРЕВОДОВ 41
- В.С. Королева.** О МОДИФИКАЦИЯХ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РЫНОЧНОГО РАВНОВЕСИЯ 43
- Крошилин А.В., Очкина М.Е.** ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ АЛГОРИТМА АНАЛИЗА ДАННЫХ МЕДИЦИНСКОГО УЧРЕЖДЕНИЯ 44
- А.В. Крошилин, Е.Н. Филатова.** ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УЧАСТНИКОВ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ПРОГРАММЫ СОРЕВНОВАНИЙ 46
- К.И. Кузнецова.** АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ ИЗДЕЛИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОГРЕВА И АНАЛИЗА ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТИ В КОМПАНИИ «НПО РИЗУР». 48
- М.И. Лобова.** К ВОПРОСУ ИННОВАЦИОННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ 49
- Ю.А. Меркулов, М.В. Ленков.** СУЩЕСТВУЮЩИЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМОЙ ГУСТОНАСЕЛЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ 51
- Д.В. Низовцов, Д.В. Басак.** АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ И МЕХАНИЗМОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ЗАСЕЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ В ОБЩЕЖИТИЕ 53
- Н.В. Новицкая.** АВТОМАТИЗАЦИЯ В КАДРОВОМ ПЛАНИРОВАНИИ 55
- Н.В. Новицкая.** ВОЗМОЖНОСТИ ERP-СИСТЕМ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ 57
- Ольчев С.** РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АГРЕГАТОРА ДЛЯ ПОИСКА ФИЛЬМОВ 59
- Н.В. Павлович.** БОЛЬШИЕ МАССИВЫ ДАННЫХ В БАНКОВСКОЙ СФЕРЕ: ПРОБЛЕМЫ ХРАНЕНИЯ И ОБРАБОТКИ 61
- А.А. Петунин.** ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ МАШИНОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПОИСКА ДОСУГА ЧЕЛОВЕКУ 63
- С.А. Попель.** ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СТОИМОСТИ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНА С ДИСКРЕТНЫМ ВРЕМЕНЕМ 65
- А.В. Почтарев.** ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ВЫЧИСЛЕНИЯ ГЛОБАЛЬНОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИМИТАЦИИ РЕАЛИСТИЧНОГО СВЕТА В КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ 67
- М.В. Пурькова.** РОЛЬ ERP-СИСТЕМ В УПРАВЛЕНИИ ЦЕПОЧКАМИ ПОСТАВОК 69
- А. Р. Романов, О. Г. Швечкова.** ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ С БОЛЬШИМИ ОБЪЕМАМИ ДАННЫХ В ГОСТИНИЧНОМ БИЗНЕСЕ 71
- О.Д. Саморукова, С.В. Крошилина.** РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИСПОЛНЕНИЯ БЮДЖЕТА ПРЕДПРИЯТИЙ 72

<b>А.О. Сапрыкина.</b> АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ПОРТФОЛИО ОБУЧАЮЩИХСЯ НА ПРОЦЕСС ТРУДОУСТРОЙСТВА	74
<b>А.П. Серов.</b> АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТЫ КОМПАНИИ СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ	76
<b>И.А. Силантьева.</b> ПОСТРОЕНИЕ НЕАВТОНОМНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РЫНКА ТРУДА	77
<b>Ф.В. Слобожанин.</b> ВАЖНОСТЬ ПРАВИЛЬНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ПРЕДПРИЯТИЯ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ВОСПРИЯТИЕ ИНФОРМАЦИИ ЧЕЛОВЕКОМ.	79
<b>А.А. Столбова.</b> АВТОМАТИЗАЦИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ МЕРОПРИЯТИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ПРОГРАММ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ И МЕССЕНДЖЕРОВ	81
<b>А.О. Торжкова.</b> ВЫБОР МЕТОДА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОДАЖ	82
<b>М.Н. Ужегова.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КРИТЕРИЕВ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВАКЦИНАЦИИ	84
<b>М.В. Шилкина.</b> АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ВЫРАБОТКИ И ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РАБОЧИХ НА АО «ЕЛАТОМСКИЙ ПРИБОРНЫЙ ЗАВОД».	85
<b>Е.С. Щенёв, А.Н. Пылькин, О. А. Бодров.</b> ПРОГРАММНОЕ И МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ДИСТАНЦИОННОГО УЧЕБНОГО КУРСА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ	87
<b>Ю.Б. Щенёва, А.Н. Пылькин.</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ НА ОСНОВЕ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО АНАЛИЗА	89
<b>Д.В. Юдин.</b> МОДЕЛЬ ПЛАНИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ ПРОИЗВОДСТВА	91
<b>Р.В. Ярмов.</b> ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ АНАЛИЗА ВИДЕОПОТОКА	92

## Секция 2

### МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

<b>А. Г. Агафонов.</b> ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ КРИТЕРИЯ СОГЛАСИЯ ПИРСОНА ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ	95
<b>Н.О. Анашкин.</b> ПОИСК ПРИБЛИЖЕННОГО РЕШЕНИЯ ДВУХТОЧЕЧНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ПАРАМЕТРОМ ПРИ ПОМОЩИ КОМПЬЮТЕРНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ	96
<b>О.В. Баева.</b> ПЕРИОДИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЛОТКИ-ВОЛЬТЕРРЫ В СИСТЕМЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	98
<b>Е.В. Борисова.</b> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БАЗОВЫХ ПРОЦЕССОВ В КВАНТОВОЙ КРИПТОГРАФИИ	99
<b>А.А. Гудков, В.В. Тишкина, С.В. Крошилина.</b> ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕМОВ ВЫПУСКА ПРОДУКЦИИ, НОСЯЩЕЙ СЛУЧАЙНЫЙ ХАРАКТЕР	101
<b>Ю.Д. Гудков.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ БАРЬЕРНЫХ СТРУКТУР В СИСТЕМЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ АЛГЕБРЫ MAPLE	103
<b>М.С. Дворник.</b> ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КОТИРОВОК АКЦИЙ НА ФИНАНСОВЫХ РЫНКАХ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ	105

## СЕТЕЙ

<b>Е.А. Жирков.</b> АНАЛИЗ ЛАЗЕРНЫХ ОТРАЖЕНИЙ ПРИ ГОРИЗОНТАЛЬНОМ ЗОНДИРОВАНИИ АТМОСФЕРЫ	107
<b>Д.К. Зацепин.</b> ВЕРОЯТНОСТНЫЙ ПОДХОД К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ МНОГОМЕРНЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ С ПОМОЩЬЮ ГЕНЕРАТИВНО-СОСТАВАТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ	108
<b>Н.Ю. Кулавина, М.В. Лызлова, Г.А. Шашкина.</b> ПРИМЕНЕНИЕ T-FLEX CAD 2D ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ТРЕУГОЛЬНОЙ ДИАГРАММЫ	110
<b>Н.Ю. Кулавина, М.В. Лызлова, Г.А. Шашкина.</b> РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ЭКСТРАКЦИИ В T-FLEX CAD 2D	113
<b>А.Д. Ларькин.</b> СПЕЦИФИКА ДАННЫХ О РАСПРОСТРАНЕНИИ COVID-19 НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	115
<b>Д.К. Симонов.</b> ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЯ	116
<b>В.А. Шевчугова.</b> РЕГРЕССИОННАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ ВАЛОВОГО РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОДУКТА	118

## Секция 3

## ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

<b>С.О. Алексенко, К.В. Грибко.</b> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕДУР КОДИРОВАНИЯ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ РАДИОСИГНАЛОВ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ	121
<b>Л.В. Аронов.</b> ПОДВОДНЫЙ БЕСПРОВОДНОЙ ДВУХЦВЕТНЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ КАНАЛ СВЯЗИ	123
<b>А.Ю. Борисенко.</b> ОПЕРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТРАФИКОМ В ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ ПАКЕТНОЙ КОММУТАЦИИ	124
<b>Буй Куок Вьонг.</b> ВЛИЯНИЕ ФАЗОВОЙ АДАПТАЦИИ НА СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УЗКОПОЛОСНОЙ ПОМЕХИ В АНТЕННОЙ РЕШЕТКЕ	126
<b>А.С. Бурькин.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ СХЕМ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ	129
<b>Р.С. Горюшкин.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ АДАПТИВНОГО ГРЕБЕНЧАТОГО БИХ-ФИЛЬТРА В ЗАДАЧЕ ПРЯМОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ УЗКОПОЛОСНЫХ СИСТЕМ	130
<b>М. В. Грачев.</b> АНАЛИЗ ОТНОШЕНИЯ СИГНАЛ-ПОМЕХА-ШУМ НА ВЫХОДЕ МНОГОКАНАЛЬНОГО СЕНСОРА IoT С ВЗАИМНЫМ ВЛИЯНИЕМ КАНАЛОВ И ОПТИМИЗАЦИЕЙ НАГРУЗОЧНЫХ ИМПЕДАНСОВ	131
<b>К.В. Грибко, С.О. Алексенко.</b> ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОМЕТОДНОЙ ОЦЕНКИ СХОДСТВА ВИДЕО ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВИДЕОИНФОРМАЦИИ	134
<b>С.В. Григорьев.</b> МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОЕ УСТРОЙСТВО СИСТЕМЫ ЭКСТРЕННОГО ЭКСПРЕСС ПОИСКА ОБЪЕКТОВ В ТРУДНОДОСТУПНЫХ РАЙОНАХ	135
<b>А. С. Гусев.</b> ПРЕДНАМЕРЕННЫЕ И НЕПРЕДНАМЕРЕННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА РАДИОКАНАЛ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ИНФОРМАЦИИ С ВОЕННОГО КОМПЛЕКСА	137
<b>В.Т. Дмитриев, Н. В. Цуркан.</b> РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА	138

СОГЛАСОВАНИЯ ПЕРВИЧНОГО И ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО КОДЕКА ПРИ  
ДЕЙСТВИИ ПОМЕХ В КАНАЛЕ СВЯЗИ

- Дружков М.Ю.** МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ ОГРАНИЧЕНИЯ УСЛУГ СВЯЗИ 139
- В.А. Ерофеев.** РАЗРАБОТКА МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ КОНФИГУРАЦИИ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ БАЗОВОЙ СТАНЦИИ СОТОВОЙ РАДИОСВЯЗИ 141
- Исса Махмуд.** ФОРМИРОВАНИЕ ЛУЧА С ПОМОЩЬЮ ПАССИВНЫХ РЕТРАНСЛЯТОРОВ 143
- И.С. Калинин.** ЛИНЗОВЫЕ АНТЕННЫ ДЛЯ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ 145
- И.С. Калинин.** ОБЛУЧАТЕЛИ ЛИНЗОВЫХ АНТЕНН ДЛЯ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ 146
- Д.В. Карцев, В.П. Лищицин.** АВТОГЕНЕРАТОР С ЛИНИЕЙ ЗАДЕРЖКИ НА ПОВЕРХНОСТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛНАХ 147
- М.С. Кононенко.** РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ДВУХТАКТНОГО УСИЛИТЕЛЯ МОЩНОСТИ ДЛЯ ПЕРЕДАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА 149
- Д. А. Косарев.** ОБРАБОТКА МНОГОЛУЧЕВЫХ СИГНАЛОВ ПРИ ДЕЙСТВИИ ПРОСТРАНСТВЕННО-КОРРЕЛИРОВАННЫХ ПОМЕХ 151
- В.И. Кудряшов.** ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАЛМАНОВСКОЙ ФИЛЬТРАЦИИ КАНАЛЬНЫХ КОЭФИЦИЕНТОВ МИМО КАНАЛА СВЯЗИ С ПОДВИЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ 153
- А.А. Кудряшова.** ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ И КОЛЬЦЕВЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ SPOOFING ПОМЕХ 155
- В.Д. Кузнецова.** ОБЗОР ТЕХНОЛОГИИ МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЯ С ОРТОГОНАЛЬНЫМ ЧАСТОТНЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ СИГНАЛОВ 156
- Е. А. Мартынов.** ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ КОНТЕЙНЕРИЗАЦИИ ДЛЯ СБОРКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ 158
- Е.Д. Мелешков, В.П. Лищицин.** СОСТАВНЫЕ АКТИВНЫЕ ПРИБОРЫ В МОЩНЫХ АВТОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТРОЙСТВАХ 160
- А.В. Метликина.** ОПТИМАЛЬНЫЙ ВЫБОР АНТЕННЫ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ВИДЕОДАННЫХ С БОРТА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА В СЛОЖНОЙ ПОМЕХОВОЙ ОБСТАНОВКЕ 161
- Е.О. Михайлина.** МНОГОЛУЧЕВЫЕ АНТЕННЫ НА ОСНОВЕ ЛИНЗЫ ЛЮНЕБЕРГА 163
- В.Д. Нгуен.** ВЛИЯНИЕ АМПЛИТУДЫ МЕШАЮЩИХ ОТРАЖЕНИЙ НА ТОЧНОСТЬ ОЦЕНКИ РАССТОЯНИЯ ЧМ ДАЛЬНОМЕРОМ 164
- В. Н. Т. Нгуен.** СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВИДОВ МОДУЛЯЦИИ НА ВЕРОЯТНОСТЬ ОШИБКИ ПРИЕМА СИГНАЛОВ В АЛАМОУТИ МИМО СИСТЕМАХ ПРИ НАЛИЧИИ ПОМЕХ 166
- П.Б. Никишкин.** ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СУБПОЛОСНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПРИ НАЛИЧИИ ЧАСТОТНО-СЕЛЕКТИВНЫХ ИСКАЖЕНИЙ 168
- Н.В. Николаев.** РАЗРАБОТКА МОДИФИКАЦИИ НИЗКОСКОРОСТНОГО АЛГОРИТМА КОДИРОВАНИЯ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ С ПЕРЕМЕННОЙ 170

СКОРОСТЬЮ ПЕРЕДАЧИ

- А.Ю. Паршина.** РАСЧЕТ КАНАЛЬНОЙ МАТРИЦЫ С УЧЕТОМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАССЕИВАТЕЛЕЙ НА СФЕРЕ В МНОГОАНТЕННЫХ СИСТЕМАХ 172
- И.А. Поспелов, Е.В. Васильев.** ОЦЕНКА НЕЛИНЕЙНОСТИ ДЕТЕКТОРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АКТИВНЫХ АМПЛИТУДНЫХ ДЕТЕКТОРОВ 173
- А.О. Рубачев.** ОПТИЧЕСКИЕ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ ИК ДИАПАЗОНА ДЛЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ 175
- Свинникова Т.С.** РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ АНАЛИЗА СПЕКТРА РАДИОСИГНАЛОВ 176
- Д.О. Селиванов.** ВЛИЯНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОЛОЖЕНИЯ АНТЕНН МИМО СИСТЕМЫ НА ПРОПУСКНУЮ СПОСОБНОСТЬ 177
- М.Н. Сунцов.** СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ШУМОВЫХ СВОЙСТВ РАДИОЧАСТОТНОГО И РАДИОФОТОННОГО ТРАКТОВ 180
- Успенский А.И.** ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОЛИЧЕСТВА ПРИЁМНЫХ АНТЕНН НА ПРОПУСКНУЮ СПОСОБНОСТЬ МИМО БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ 183
- В.А. Чан.** АДАПТИВНЫЙ АЛГОРИТМ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА КУСОЧНО-СТАЦИОНАРНЫХ РАДИОСИГНАЛОВ СИСТЕМ СВЯЗИ 184
- В. А. Шмаков.** РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МУЛЬТИСКОРОСТНОГО РЕЧЕВОГО КОДЕКА ДЛЯ АДАПТИВНОЙ ПЕРЕДАЧИ РЕЧИ ПО СЕТЯМ IP 185

#### Секция 4

#### ЦИФРОВОЙ УНИВЕРСИТЕТ

- А.А. Анастасьев.** ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМА МАЙЕРСА ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СПИСКОВ В ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯХ 187
- Д.В. Аникеев, Е.М. Федотов.** ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАЗРАБОТКЕ ЧАТ-БОТА ПРИ ОБУЧЕНИИ SQL 188
- В.М. Архипкин, А.Т. Коротаев.** ВЫБОР ОФИСНЫХ ПАКЕТОВ ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ 190
- Д.Р. Бабаев.** ПРИМЕНЕНИЕ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ASTRA LINUX SPECIAL EDITION» ДЛЯ ЗАЩИТЫ АВТОМАЗИРОВАННЫХ РАБОЧИХ МЕСТ СКОРОСТЬЮ ПЕРЕДАЧИ 192
- С.В. Давыдочкина.** ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ 193
- А.В. Ермачихин.** ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСОВ GPU ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ В СРЕДЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ LABVIEW 195
- В.В. Ермилов.** АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СОЗДАНИЯ ОТЧЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ 197
- Д.А. Ефремов.** ТЕХНОЛОГИЯ WIREGUARD: ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ VPN ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ. 198
- Е.И. Лукашкина, Д.А. Попов, М.О. Пыченков, Д.А. Кусакин, А.С. Ершова.** ЭКОСИСТЕМА ИНФОРМАЦИОННЫХ СЕРВИСОВ И СЕРВИСА БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ 200
- Е.А. Соколов, А.Т. Коротаев.** ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ 201

<b>Е.А. Козлов, А.А. Стешенко.</b> ОБЗОР САПР SOLID WORKS И КОМПАС-3D В ЗАДАЧАХ КОНСТРУИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ	202
<b>А.В. Крошилин, В.А. Костина.</b> АВТОМАТИЗАЦИЯ ДОКУМЕНТООБОРОТА НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОГО СОВЕТА	204
<b>А.Н. Крюков.</b> ТРУДНОСТИ ПЕРЕХОДА НА ОТЕЧЕСТВЕННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	205
<b>А.Н. Крюков.</b> ОСОБЕННОСТИ ОФОРМЛЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ В LIBREOFFICE	207
<b>С.А. Ларинский.</b> СРЕДСТВО ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ «SECRET NET STUDIO» И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ЗАЩИТЫ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ РАБОЧИХ МЕСТ	209
<b>А.С. Лобакина.</b> ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ ТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ	210
<b>М.С. Маскина.</b> О СПОСОБЕ РАЗВИТИЯ СИНТЕТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ	212
<b>Е.А. Никитина, М.С. Лапшов.</b> РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОЙ РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ, ИЗУЧАЮЩИХ ДИСЦИПЛИНУ «СТАТИСТИКА»	214
<b>И.В. Селин.</b> ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ	216
<b>К.А. Сидоров.</b> АЛГОРИТМ МИНИМИЗАЦИИ ПЕРЕДАВАЕМОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ СИНХРОНИЗАЦИИ ХРАНИЛИЩ ДАННЫХ – RSYNC	218
<b>Т.С. Скворцова.</b> ЭЛЕКТРОННОЕ ПОРТФОЛИО ОБУЧАЮЩЕГОСЯ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ КУЛЬТУРЫ БУДУЩИХ СОТРУДНИКОВ УИС	220
<b>С.В. Федосов.</b> МОНТАЖ ЛАБОРАТОРНОГО МАКЕТА СБОРЩИКА ЭНЕРГИИ	222
<b>С.В. Федосов.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО МАКЕТА СБОРЩИКА ЭНЕРГИИ	224
<b>Д.В. Федяев.</b> РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОГО МАКЕТА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДЕФЕКТОСКОПА	226
<b>Е.В. Шелехина.</b> УЛУЧШЕНИЕ ОЦИФРОВКИ С ПОМОЩЬЮ ПЕРЕДИСКРЕТИЗАЦИИ И УСРЕДНЕНИЯ	227
<b>В.Д. Шкилёва.</b> РАЗРАБОТКА РАЗДЕЛА ВИРТУАЛЬНОГО МУЗЕЯ «НИЖЕГОРОДСКИЙ КРУЖОК ЛЮБИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ И АСТРОНОМИИ»	228

## Секция 5

### ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЕКТИРОВАНИИ

<b>А.О. Амосов, С. Г. Грушкин, С.Н. Бурцева, В. Ю. Костин, В. А. Юрасов, А. М. Усова, Н.А. Федулова.</b> ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ФИТНЕС-ПРИЛОЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ INSERTIONV3	231
<b>Д.В. Боброва.</b> ПОНЯТИЕ КОНЕЧНОГО АВТОМАТА КАК ЭЛЕМЕНТА ПРОЦЕССОРА	232
<b>Д.А. Венчиков, М.А. Шейх Мустафа, Д.С. Венчикова, А.С. Степченков, Дорин А.А.</b> РАЗРАБОТКА ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ СОВМЕСТНЫХ ПЕОЗДОК ПО ГОРОДУ И ОПТИМИЗАЦИИ ТРАФИКА	233

<b>А.П. Ворошилов.</b> ПРОБЛЕМЫ И ПРЕИМУЩЕСТВА ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	235
<b>М.С. Дьяков, С.В. Скворцов.</b> МНОГОПОТОЧНЫЙ ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ CUDA	236
<b>А.В. Елисеев.</b> ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИБЛИОТЕКИ REACT.JS ВО FRONT-END РАЗРАБОТКЕ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ	239
<b>Е.И. Епишина.</b> АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ ПАТОЛОГИЙ ОРГАНОВ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО АНАЛИЗА РЕНТГЕНОГРАММ	240
<b>М.А. Иванчикова.</b> ЗАДАЧА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СЕТЕВОГО ТРАФИКА В МУЛЬТИПРОВАЙДЕРНЫХ ОБЛАЧНЫХ ИНФРАСТРУКТУРАХ	243
<b>М.А. Иванчикова, Д.С. Венчикова.</b> ВЫБОР МЕТОДА МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ВЫБОРА АБИТУРИЕНТАМИ НАПРАВЛЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ	244
<b>М. А. Исаева, М. А. Исаева.</b> ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ДЕРЕВА РЕШЕНИЙ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ	246
<b>Т.А. Калинин.</b> РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ СРАВНЕНИЯ АЛГОРИТМОВ ПОСТРОЕНИЯ ОРТОГОНАЛЬНЫХ ДЕРЕВЬЕВ ШТЕЙНЕРА	248
<b>М.А. Комарова, И.А. Коротких, А.В. Кожемяко, Д.Д. Комаров.</b> РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ДООПРЕДЕЛЕНИЯ ИДЕНТИФИКАТОРА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА ПО НЕЧЕТКИМ ИСХОДНЫМ ДАННЫМ	249
<b>В.И. Костюк.</b> НЕЙРО-СЕТЕВОЙ СИНТЕЗ КОНТУРА СТАБИЛИЗАЦИИ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА	251
<b>М.С. Кошелева.</b> ОБЗОР ПЛИС CYCLONE IV. ГЛАВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ПЕРЕД МИКРОКОНТРОЛЛЕРАМИ	253
<b>М.С. Кошелева.</b> ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ. ВОЗМОЖНЫЕ ЗАДАЧИ И СПОСОБЫ ИХ РЕШЕНИЯ	255
<b>М.С. Кошелева, А.Н. Сапрыкин.</b> MODELSIM. ГЛАВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПЛАТФОРМЫ HDL - ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ	258
<b>Кругман А.Г., Меримкин Г.Ю.</b> РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УМНЫМ ДОМОМ, МИКРОКОНТРОЛЛЕР ESP32, РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ	260
<b>Т.Д. Лыу.</b> АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕЛЕКТИВНЫХ УСТРОЙСТВ СИСТЕМ КОСМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ	262
<b>М.И. Пасынков.</b> ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ОБНАРУЖЕНИИ ОБЪЕКТОВ НА ВИДЕОЗАПИСИ	263
<b>А.О. Сапрыкина.</b> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ АЛГОРИТМОВ РАЗМЕЩЕНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ МОДУЛЕЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ	264
<b>А.О. Сапрыкина, А.Н. Сапрыкин.</b> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ АЛГОРИТМОВ КОМПОНОВКИ КОНСТРУКТИВНЫХ МОДУЛЕЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ	266
<b>М. Н. Сараев.</b> ОБЗОР ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ В СФЕРЕ ТЕХНОЛОГИЙ НЕЙРОМОРФНОЙ ИНЖЕНЕРИИ	268
<b>Е.Б. Федосова.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ DATA MINING ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ О СТРУКТУРАХ БАЗ ДАННЫХ	270

<b>Филатов А.В.</b> ПОДГОТОВКА ДАННЫХ И ПОДБОР ГИПЕРПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ЗАДАЧАХ КЛАССИФИКАЦИИ	272
<b>И.А. Фурсов.</b> ПРЕДСКАЗАНИЕ ОСТАТОЧНОГО СРОКА ПОЛЕЗНОЙ СЛУЖБЫ ДИСКОВЫХ НАКОПИТЕЛЕЙ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	274
<b>Н.В. Шаповалов.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	275
<b>М.С. Попов.</b> АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ТУРИСТИЧЕСКОГО АГЕНТСТВА	277
<b>Е.В. Шарипкин.</b> НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ	279

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**

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

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

**Материалы конференции**

Том 1

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. 18,375.  
Тираж 150 экз. Заказ № 5700.

Издательство ИП Коняхин (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

ISBN 978-5-907568-46-4

