#### АННОТАЦИИ СТАТЕЙ В ЖУРНАЛЕ «ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» 2021. Т.8. №1.

«Цифровые технологии радиосвязи и телерадиовещания»

# СПОСОБ ПЕРЕХВАТА GSM-СИГНАЛОВ С ПОМОЩЬЮ SDR-ПЛАТФОРМЫ HACKRF ONE $\mathit{Cmp.}~5$

**Николаев Владимир Владимирович,** ассистент базовой кафедры ЦУиСЗИ института Кибернетики, РТУ МИРЭА Москва, Россия, fredfred9033@mail.ru

Михайлов Вячеслав Эдуардович студент МТУСИ, Москва, Россия, vmikhaylov95@yandex.ru

**Ключевые слова**: GSM, SDR, анализ трафика, зашифрованные данные, шифрование, злоумышленник, перехват, радиосигнал.

В статье представлено описание характеристик устройства SDR HackRF One. В первой части статьи проведен анализ функциональных возможностей данного устройства, предложены меры предосторожности при использовании SDR HackRF One. Во второй части рассмотрены различные области применения данного устройства. В третьей части статьи обозначены проблемы стандарта GSM, в частности, алгоритма шифрования A5/1, приведен пример перехвата и расшифровки SMS-сообщения с помощью SDR-платформы HackRF One и специального программного обеспечения, написанного для данного устройства. Целью статьи является рассмотрение современных подходов к анализу радиосигналов при помощи технологии SDR.

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ СЕТЕЙ 5G НА ЧЕЛОВЕКА $\mathit{Cmp}.\ 13$

Сизов Дмитрий Викторович, инженер Сахалинского ОРТПЦ, ФГУП РТРС, г. Углегорск, Россия, deeemon8@mail.ru Панкратов Денис Юрьевич доцент кафедры СиСРТ, к.т.н., МТУСИ, Москва, Россия, dpankr@mail.ru

**Ключевые слова:** сети 5G, ICNIRP, неионизирующие излучения, технология Massive MIMO, Beamforming, безопасность электромагнитных полей, нормы на неионизирующее излучение, санитарные нормы для электромагнитных полей.

В последнее время завершается стандартизация сетей 5G, которые представляют собой дальнейшее развитие и расширение уже действующих сетей четвёртого поколения. В сетях 5G применяется как сантиметровый, так и миллиметровый частотные диапазоны, благодаря чему становится возможным применение антенных решеток с большим числом элементов (технология Massive MIMO). Указанные причины вызывают обеспокоенность научного сообщества и общественности влиянием излучения сетей 5G на человека. В данной статье рассматриваются новые технологии 5G и проблемы оценки биологического воздействия сетей 5G на человека с точки зрения существующих норм на излучение. Приведены нормы на излучение для различных стран, а также рассмотрены нормы на излучение, действующие на территории Российской Федерации. Рассмотрены основные организации, занимающиеся вопросами нормирования излучений электромагнитных полей. В статье рассматриваются и анализируются результаты семинара Международного союза электросвязи (ITU), проходившего в 2020 году и посвященного текущей ситуации по оценке безопасности сетей 5G для человека в мировом сообществе.

## ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЕТИ 5G $\it Cmp.~21$

**Мирошникова Наталия Евгеньевна,** доцент кафедры РТС, к.т.н., МТУСИ, Москва, Россия, n.e.miroshnikova@mtuci.ru

Ермакова Анастасия Всеволодовна магистрант МТУСИ, Москва, Россия, msikisylia@gmail.com Бабенко Ксения Андреевна, магистрант МТУСИ, Москва, Россия, kcbabenko@yandex.ru

**Ключевые слова**: 5G, системы мобильной связи, методы модуляции, интернет вещей, когнитивное радио, динамический доступ к спектру

В статье рассматривается текущее состояние и перспективы развития сетей пятого поколения. Приведено сравнение методов модуляции, являющихся кандидатами в технологии физического уровня сетей 5G, рассматривается перспектива использования концепции когнитивного радио в системах пятого поколения, а также способы решения проблемы доступа в частотному ресурсу.

#### ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ОДНОКОНАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В УСЛОВНЫХ ЦВЕТАХ

Cmp. 29

Власюк Игорь Викторович, доцент кафедры ТиЗВ к.т.н., МТУСИ, Москва, Россия, ru3dlp@yandex.ru Кремлева Элина Александровна инженер кафедры ТиЗВ, МТУСИ, Москва, Россия, krehlina@gmail.com

**Ключевые слова:** одноканальные изображения, цветовая обработка изображения, псевдоцвета, квантование по яркости, преобразование яркости в цвет, динамический диапазон, технология HDR, Tone Mapping.

В работе рассмотрены этапы представления черно-белых изображений в условных цветах для систем прикладного телевидения. Изложены принципы выбора условных цветов и их обхода с учетом необходимости сохранения представления об исходной яркости объекта и оптимизации его визуального контрастирования. Представлены результаты проведенной цветовой обработки изображений, расчет эффективности выбранных алгоритмов и результаты повышения динамического диапазона изображения с помощью технологии HDR.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ В ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОГОАНАЛИЗА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ» Стр. 38

Григорьева Елена Дмитриевна, доцент кафедры ТЭЦ, к.т.н., МТУСИ, Москва, Россия, e.d.grigoreva@mtuci.ru

Шманев Антон Олегович, студент МТУСИ, Москва, Россия, aoshmanev@gmail.com

Казина Елизавета Владимировна, студент МТУСИ, Москва, Россия, lizakazinamtuci@gmail.com Тупиков Илья Владиславович, студент МТУСИ, Москва, Россия, worst.angr@gmail.com Каретина Марина Александровна, студент МТУСИ, Москва, Россия, m-karetina@mail.ru

**Ключевые слова**: виртуальная лабораторная работа, полосковые линии, среда программирования, программное обеспечение Visual C++, проприетарное программное обеспечение.

Современный процесс обучения строится на основе использования передовых технологий разработки телекоммуникационных устройств. Соответственно встаёт вопрос разработки совершенно

новых пособий для студентов, в частности таковыми пособиями являются виртуальные лабораторные работы, позволяющие упростить и ускорить процесс изучения нового материала. Основными плюсами подобного подхода является наглядность и гибкость в применении для исследования различных задач в области электрических цепей. Современный специалист в первую очередь должен чётко понимать и представлять физические основы процессов, протекающих в электронных цепях, так как в силу существования специализированного программного обеспечения ручной расчёт давно потерял свою актуальность. Однако использование специализированного программного обеспечения в процессе обучения студентов затруднено в силу дороговизны подобного проприетарного программного обеспечения. В свою очередь создание пользовательского приложения позволяет избавиться от ручных расчётов и сделать акцент на самой задаче и наглядном представлении её решения в формате графиков. Помимо того, разработка аналогичных программ или усовершенствование уже существующих является простой задачей, так как существует возможность использования ранее созданных DLL-библиотек, содержащих основные универсальные функции, в качестве основы для решения новых задач.

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАМАТЕРИАЛОВ В АНТЕННЫХ СИСТЕМАХ *Стр.* 44

Каравашкина Валентина Николаевна, доцент кафедры «Электроника», к.т.н., МТУСИ, Москва, Россия, v.n.karavashkina@mtuci.ru Машкова Маргарита Антоновна, студент МТУСИ, Москва, Россия, MargaritaMashckova20@yandex.ru Саргсян Александра Давитовна, студент МТУСИ, Москва, Россия, alexa.sargsyan@bk.ru

**Ключевые слова:** метаматериалы, метаструктуры, диэлектрическая проницаемость, магнитная проницаемость, электрически малые антенны, рупорные антенны, широкополосность, минитюаризация.

Представлена краткая историческая справка по развитию метаматериалов. Рассмотрена классификация метаматериалов по степени преломления и электродинамическим свойствам. Приведены примеры использования метаматериалов в радиотехнических устройствах. Описаны способы применения метаматериалов и метаструктур в конструкциях электрически малых и рупорных антенн и излучателей.

#### СИСТЕМЫ ПОДЗЕМНОЙ СВЯЗИ Стр. 51

**Пронина Евгения Дмитриевна,** ассистент кафедры СиСРТ, МТУСИ, Москва, Россия, e.d.pronina@mtuci.ru

Фильков Ярослав Дмитриевич, магистрант МТУСИ, Москва, Россия, jaroslav2468@mail.ru

**Ключевые слова**: системы подземной связи, метрополитен, мобильные операторы, беспроводная связь, оборудование связи в метро.

Приводятся данные о системах подземной связи (underground communication systems) и актуальности их использования в настоящий период времени. Рассмотрены типичные проблемы передачи беспроводных сигналов через толщи земной породы и возможные технологические решения передачи данных под землёй. Приводится информация о предоставлении услуг связи операторами в метрополитене и специфичные аспекты применения известных технологий при передаче данных.

#### ПЕРЕХВАТ УПРАВЛЕНИЯ МОДЕЛЬЮ КВАДРОКОПТЕРА Стр. 56

Орлов Владимир Георгиевич, главный специалист отдела ОНИРС, к.т.н., МТУСИ, Москва, Россия v.g.orlov@mtuci.ru

Рыбаков Денис Константинович, магистрант МТУСИ, Москва, Россия, empio@bk.ru
Суслин Максим Александрович, магистрант МТУСИ, Москва, Россия, suslik.ma@mail.ru

**Ключевые слова**: атака на радиоканал, SDR, скетч для прослушивания радиоэфира, библиотека rf24 arduino, , беспроводный модуль nrf24l01.

Рассмотрены принципы системы управления беспилотными летательными аппаратами (дронами). Приведены характеристики и обоснован выбор типа и конструкции модульного приёмопередающего устройства для перехвата управления моделью квадрокоптера. Предложен простой алгоритм реализации перехвата радиоуправления квадрокоптером на основе использования платы семейства Arduino и модифицированного программного кода. Рассмотрена процедура анализа перехваченных пакетных данных и определения протокола радиообмена информационными пакетами между пультом дистанционного управления (ПДУ) и дроном. Приведены результаты экспериментальной реализации перехвата сигналов управления моделью квадрокоптера и блокировки функционирования ПДУ путём синтеза и передачи на дрон переформатированных пакетных данных.

#### «Сетевые технологии и системы телекоммуникаций»

# АНАЛИЗ ПРОЦЕДУР ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ОКС7 И КОРРЕКЦИИ МАРШРУТИЗАЦИИ В ИМИТАТОРЕ СЕТИ ПД СПЕЦНАЗНАЧЕНИЯ $\it Cmp.~62$

М.А. Басараб Е.В.Глинская,

заведующий кафедрой ИБ МГТУ им. Н.Э.Баумана, д.ф.-м.н., Москва, Россия,

bmic@mail.ru

Р.А. Бельфер

доцент кафедры ИБ МГТУ им. Н.Э.Баумана, к.т.н., Москва, Россия, a.belfer @ yandex.ru,

ст. преподаватель кафедры ИБ МГТУ им. Н.Э.Баумана, Москва, Россия

glinskaya-iu8@rambler.ru

А.В. Кравцов

начальник отдела НИИЦ ЦНИИ ВВКО,

Москва, Россия

skyak78@gmail.com

В.Г. Орлов

главный специалист отдела ОНИРС, к.т.н., МТУСИ,

Москва, Россия,

v.g.orlov@mtuci.ru

**Ключевые слова**: имитатор сети (network simulator), сеть передачи данных (data transmission network), резервирование (redundancy), надежность (reliability), маршрутизация (routing), коррекция маршрутизации (routing correction), принудительная маршрутизации (forced routing).

Исследования зарубежных и отечественных специалистов выявили причину низкой надежности системы общеканальной сигнализации ОКС№7 сети ISDN по результатам более чем двадцатилетнего периода ее эксплуатации. Этот недостаток не удалось устранить, несмотря на проведенные работы в рамках международной организации по стандартизации ITU-Т. Показано, что одним из влияющих факторов на этот недостаток в системе общеканальной сигнализации ОКС№7 сети ISDN является сложность алгоритмов резервирования и маршрутизации. В статье рассматриваются и предлагаются менее сложные процедуры для реализации этих алгоритмов на примере их использования в имитаторе сети передачи данных специального назначения.

# АНАЛИЗ МЕТОДОВ РЕЗРВИРОВАНИЯ В ОПТИЧЕСКИХ СЕТЯХ ДАЛЬНЕГО РАДИУСА ДЕЙСТВИЯ

Cmp. 69

**Нетес Виктор Александрович,** профессор кафедры ССиСК, д. т. н., с.н.с, МТУСИ, Москва, Россия, v.a.netest@mtuci.ru **Кудрявцева Александра Владимировна,** магистрант МТУСИ, Москва, Россия, motoko@bk.ru

**Ключевые слова:** Сети LR-PON, надежность, резервирование, AWG, WDM-PON, MASH, коэффициент готовности, Failure Impact, цена восстановления.

Представлен обзор типов и методов резервирования каналов LR-PON. Произведен анализ рентабельности и актуальности резервирования, как метода обеспечения надежности сетей в текущих рыночных условиях. Приведены алгоритмы оценки резервирования сетей на основе параметров надежности, учтены издержки в ходе эксплуатации при проведении аварийно-восстановительных работ.

#### СРЕДСТВА СОЗДАНИЯ ХРАНИЛИЩ ДАННЫХ Стр. 75

**Беленькая Марина Наумовна,** старший преподаватель кафедры СИТИС, МТУСИ, Москва, Россия, mn.belenkaya@mail.ru Некрасов Антон Анатольевич, магистрант МТУСИ, Москва, Россия, aa.nekrasov.w@gmail.com Гаврилов Сергей Олегович, магистрант МТУСИ, Москва, Россия, gavrilov.s1999@gmail.com

**Ключевые слова:** хранилища данных, витрины данных, ETL, проблемы разработки и сопровождения хранилищ данных, архитектуры схем БД, методологии хранилищ данных, выбор СУБД для хранилищ данных, средства управления и администрирования.

Описана роль хранилищ данных в корпоративной информационной системе. Рассмотрены основные сложности, возникающие при разработке и сопровождении хранилищ данных. Описаны схемы данных. Представлены методологии построения хранилищ данных иархитектура хранилищ данных. Дано описание основных модулей хранилища данных. Рассмотрено ПО, используемое при создании и администрировании хранилищ данных.

«Информационные технологии и автоматизация процессов в системах связи»

#### РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СЕГМЕНТАЦИИ ВИДЕОПОТОКА В КВАЗИРЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

Cmp. 81

Городничев Михаил Геннадьевич, доцент кафедры МКиИТ, к.т.н., МТУСИ, Москва, Россия, m.g.gorodnichev@mtuci.ru **Власов Глеб Геннадьевич,** студент МТУСИ, Москва, Россия, gleb2605@bk.ru

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, нейронные сети, компьютерное зрение, сегментация видеопотока.

В статье рассматривается механизм реализации интеллектуальной системы сегментации видеопотока в квазиреальном времени. Описываются процесс первичной обработки собранного набора данных (датасета) и его дальнейший анализ, а также структура свёрточной нейронной сети, используемая для решения данной проблемы.

## ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ РАСПОЗНАВАНИЯ ЕДИНИЦ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

Cmp. 87

Воронова Лилия Ивановна,

заведующий кафедрой ИСУиА, д.ф.-м.н., профессор, МТУСИ, Москва, Россия, voronova.lilia@yandex.ru **Бауэр Елисей Владимирович,** аналитик Центра перспективных разработок и исследований ФГУП НПП «Гамма», Москва, Россия, severjanen@rambler.ru

**Ключевые слова:** БПЛА, YOLO, машинное обучение, искусственный интеллект, система распознавания, бронетехника, анализ данных, алгоритм, модель, авиация, автоматизированное управление войсками.

Бурное развитие в ведущих странах мира информационных технологий неизбежно привело к переосмыслению концепций применения систем распознавания, путей дальнейшего их развития и придания им многоцелевого характера. Системы распознавания на базе БПЛА занимают достойное место в производственных программах систем воздушной разведки военного назначения. Использование БПЛА в военных целях стало одним из важных направлений развития современной авиации и позволяет автоматизировать управление войсками, сократить потерю личного состава в бою за счет оперативной разведывательной информации о текущей обстановке. В этой связи актуальна задача создания мобильных, простых в эксплуатации и дешевых средств ведения воздушной разведки. Основой для распознавания объектов в реальном масштабе времени может быть алгоритм YOLO, предложенный Джозефом Редмоном (Joseph Redmon) и представляющий собой единую нейронную сеть, применяемую сразу ко всему изображению.

#### АНАЛИЗ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА АВТОТРАНСПОРТА Стр. 94

**Маликова Елена Егоровна,** доцент кафедры ССиСК, к.т.н., МТУСИ, Москва, Россия, emalikova@gmail.com **Арсеньева Диана Горановна,** магистрант МТУСИ, Москва, Россия, ars.dian@yandex.ru

**Ключевые слова:** система мониторинга автотранспорта, метод анализа иерархий, бортовой терминал, датчики, трекер, сети подвижной сотовой связи.

В настоящее время для мониторинга автотранспорта, а также для повышения безопасности дорожного движения, используются интеллектуальные системы мониторинга. В работе приводится описание различных систем мониторинга автотранспорта, отмечены особенности аппаратных и программных частей этих систем. Рассмотрен метод анализа иерархий, позволяющий пользователям определить критерии, которыми должна обладать система мониторинга. Приведены результаты сравнительного анализа, с использованием метода анализа иерархий, основанном на функциях системы мониторинга автотранспорта, позволившие определить приоритетные системы мониторинга для компаний городской курьерской доставки.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА С<br/>RAMM ДЛЯ ОЦЕНКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ РИСКОВ <br/> $\it Cmp.~103$

Докучаев Владимир Анатольевич, профессор, заведующий кафедрой СИТиС, д.т.н., МТУСИ, Москва, Россия, v.a.dokuchaev@mtuci.ru

Волкова Любовь Васильевна, магистрант МТУСИ, Москва, Россия, lvv.14@mail.ru Макарова Дарья Викторовна, магистрант МТУСИ, Москва, Россия, d4riya.makarova@yandex.ru

Ключевые слова: риск, управление рисками, защита информации, информационная безопасность,

СКАММ, информационные системы, уязвимости, методы управления рисками.

В статье рассматривается возможность применения метода CRAMM для управления информационными рисками в организациях. Актуальность данной проблемы вызвана всё увеличивающимися случаями утечки конфиденциальной информации в организациях различных видов собственности. В материале приведены основные этапы по оценке рисков при использовании метода CRAMM, показаны сложности формализации результатов анализа, в частности при оценке потенциальных рисков при создании и эксплуатации программно-конфигурируемых сетей центров обработки данных. В материале приводятся особенности метода CRAMM, рассматриваются его преимущества и недостатки. Показано, что данный метод может быть использован при анализе различных бизнес и (или) технологических процессов, требующих оценки рисков и выбора контрмер. Процесс управления информационными рисками позволяет значительно повысить эффективность и рациональность всех бизнес и (или) технологических процессов в организации, и незаменим при выработке политики информационной безопасности и обеспечении непрерывности ведения бизнеса.

#### РАЗРАБОТКА МАКЕТА УМНОЙ ТЕПЛИЦЫ Стр. 110

Вовик Андрей Геннадьевич, ассистент каф. ИСУиА, МТУСИ, Москва, Россия, andreyvovik@gmail.com Харламова Ирина Сергеевна, студент МТУСИ, Москва, Россия, kharlam905@mail.ru Савин Вадим Евгеньевич, студент МТУСИ, Москва, Россия, vadsavin@mail.ru Покутняя Людмила Святославовна, студент МТУСИ, Москва, Россия, poctnyaya@yandex.ru

**Ключевые слова**: IoT, ESP8266, Arduino, умная теплица, автоматический полив, удаленный контроль.

В статье описывается процесс проектирования и реализация умной теплицы с возможностью дистанционного мониторинга и управления на базе микроконтроллера Arduino. Показания с датчиков умной теплицы отправляются на MQTT сервер по технологии беспроводной связи на основе стандарта IEEE 802.11. Разработаны алгоритмы для обмена данными между сервером, Arduino и другими устройствами в сети Интернет, а также алгоритм автоматического полива растений с возможностью удалённого контроля влажности почвы и других параметров. Разработан протокол для управления подписками ESP на MQTT сервере по последовательному соединению.

#### ОБЗОР ПРОТОКОЛОВ СВЯЗИ ДЛЯ «УМНОГО ДОМА» Стр. 116

**Шевелёв Сергей Владимирович,** доцент кафедры СИТиС, к.т.н., МТУСИ, Москва, Россия, shevelev-s@yandex.ru

**Федченков Дмитрий Сергеевич,** магистрант МТУСИ, Москва, Россия, dimafed7@mail.ru

**Ключевые слова:** протоколы связи, интернет вещей, проводные протоколы, беспроводные протоколы, автоматизация дома.

В статье описаны стандарты протоколов связи «Умного дома». Исследование проводилось на основе известных стандартов связи умного дома (таких как 1-Wire, ZigBee, Wi-Fi и т.д.) Также проведено сравнение протоколов по таким параметрам как радиус действия, максимальная скорость передачи данных, сложность установки оборудования и т.д. В результате сравнения выявлена применимость протоколов связи для решения конкретной задачи.

# ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ "УМНЫЙ ДОМ" НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ZIGBEE ДЛЯ МАЛОМОБИЛЬНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ

Cmp. 123

Степанов Михаил Сергеевич, доцент кафедры ССиСК, к.т.н., МТУСИ, Москва, Россия, тінstер@yandex.ru Шишкин Дмитрий Витальевич, магистрант МТУСИ, Москва, Россия, draknem@gmail.com Поскотин Леонид Сергеевич, магистрант МТУСИ, Москва, Россия, svp\_vpl@yahoo.com
Тургут Тимур, магистрант МТУСИ, Москва, Россия, hinhardian@gmail.com

**Ключевые слова:** Internet of Things, ZigBee, Умный дом, mesh-cemu, пожилые люди

Статья посвящена разработке системы "Умный дом" для маломобильных групп населения с использованием технологии ZigBee. Заданы основные и дополнительные требования, которые должны учитываться в данной системе. Приведено краткое описание последней версии протокола ZigBee 3.0. Представлены требования к оборудованию: серверу, видеокамерам, элементам сети ZigBee и устройствам измерения показателей здоровья. Даны рекомендации по реализации некоторых основных и опциональных требований к системе "Умный дом" для пожилого человека.

# АНАЛИЗ АРХИТЕКТУРЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И АЛГОРИТМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ БЕСПИЛОТНОГО НАДВОДНОГО АППАРАТА $\mathit{Cmp.}\ 129$

**Саксонов Евгений Александрович,** профессор кафедры МКиИТ, д.т.н., МТУСИ, Москва, Россия, saksmiem@mail.ru Сорокин Александр Юрьевич, магистрант МТУСИ, Москва, Россия, sorokin.alexandr.2018@yandex.ru

**Ключевые слова**: система управления, управление надводным аппаратом, беспилотные надводные аппараты, управление беспилотным аппаратом, архитектура системы управления.

В данной статье приведён обзор развития беспилотных технологий на сегодняшний день. Обоснована их актуальность, показаны сфера применения и вектор дальнейшего развития. Представлен анализ архитектуры системы управления автономного надводного аппарата, предназначенного для использования на пространствах акваторий. Рассмотрены модули системы управления автономного надводного аппарата: блок управления, система навигации, система движения и система связи. Представлен общий алгоритм проектирования беспилотного надводного аппарата.

#### «Экономика и менеджмент в инфокоммуникациях»

# ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОТТОКА КЛИЕНТОВ (CHURN PREDICTION) С ОЦЕНКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧЕННОЙ МОДЕЛИ И ИНТЕГРАЦИЕЙ ПРОГНОЗА В ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

Cmp. 135

Скородумова Елена Александровна, доцент кафедры ТВиПМ, к.ф.-м.н., МТУСИ, Москва, Россия, eas@mtuci.ru **Рубенчик Марк Ильич,** студент МТУСИ, Москва, Россия, <u>markrubenchik@gmail.com</u>

**Ключевые слова:** vameмamuческое прогнозирование, экономический прогноз, нейронные сети, линейная модель, оптимизация, исследование датасета, гиперпараметры.

Цель исследования — анализ стандартных предиктивных алгоритмов в рамках востребованной задачи в современных сферах, таких как телекоммуникации, маркетинг и банковская сфера. В расчетах используется датасет компании Orange, на базе которого будет проведено базовое статистическое исследование для выбора метрик, алгоритмов и методов оптимизации. Для получения информации об

эффективности			используется	тестовая	выборка,	по	которой	определяется
наиболее приемлемая модель.								