ISSN: 2658-6347

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Севастопольский государственный университет»

№ 7
2024

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Издаётся с октября 2018 года

Выходит 1 раз в год

Москва-Севастополь 2024

УДК 621.37+621.317+537.86
ББК 32.84

Главный редактор Савочкин А. А., канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры «Радиоэлектроника и телекоммуникации» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

Научный редактор Афонин И. Л., д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Радиоэлектроника и телекоммуникации» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

Ответственный секретарь Тыщук Ю. Н., доцент кафедры «Радиоэлектроника и телекоммуникации» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

Редакционная коллегия:

Головин В. В., канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры «Радиоэлектроника и телекоммуникации» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет».
Михайлюк Ю. П., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Радиоэлектроника и телекоммуникации» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»;
Редькина Е. А., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Радиоэлектроника и телекоммуникации» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»;

Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций : сб. науч. тр. / под ред. И. Л. Афонина. — Москва-Севастополь : Изд-ва : РНТОРЭС им. А.С. Попова, СевГУ, 2024. — № 7. — 236 с.

Сборник содержит материалы 20-й Юбилейной Международной молодёжной научно-технической конференции *«Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, РТ-2024*», посвящённые теоретическим и практическим вопросам современных радиоэлектроники и телекоммуникаций.
Все материалы сборника проходят рецензирование.

ISSN 2658-6347

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Сопредседатели оргкомитета:

Батура М. П., профессор Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, г. Минск;

Савочкин А. А., профессор Севастопольского государственного университета, г. Севастополь.

Члены организационного комитета:

Абрамов И. И., профессор Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, г. Минск;

Альчаков В. В., доцент Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;

Афонин И. Л., профессор, заведующий кафедрой Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;

Безгин А. А., научный сотрудник НИЛ Морские наблюдательные системы Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;

Белоусов М. Г., начальник сектора АО «Центральное конструкторское бюро «Коралл», г. Севастополь;

Богаткевич Т. А., доцент филиала Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова в городе Севастополе, старший преподаватель Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;

Бритвина В. В., доцент МГТУ «СТАНКИН», доцент ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», г. Москва;

Гибадуллин А. А., доцент Государственного университета управления, г. Москва;

Гордеев Г. Г., директор филиала ФГУП РТРС «Радиотелевизионный передающий центр Республики Крым», г. Симферополь;

Громоздин В. В., канд. техн. наук, заместитель директора Испытательного центра «Омега» — филиала ФГБУ НИИР, г. Севастополь;

Денисов Л. В., канд. техн. наук, заведующий лабораторией ООО «КБ коммутационной аппаратуры», г. Севастополь;

Ермолов П. П., профессор Севастопольского государственного университета, директор ООО «Крымский научно-технологический центр им. проф. А.С. Попова», г. Севастополь;

Зуева А. С., доцент Высшей школы государственного аудита Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, доцент Института законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации, г. Москва;

Иванов В. Э., профессор, заведующий кафедрой Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург;

Ivashina M. V., Ph. D., Senior Antenna Scientist, Chalmers University of Technology, Goteborg;

Калюжный Л. И., канд. техн. наук, генеральный директор ООО «Уранис», г. Севастополь;

Конюхова Г. П., доцент МГТУ «СТАНКИН», г. Москва;

Лабунец В. Г., профессор Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург;

Михайлюк Ю. П., доцент Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;

Неведров М. Г., преподаватель Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;

Нудьга А. А., доцент, директор Физико-технического института ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», г. Симферополь;

Редькина Е. А., доцент Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;

Сердюк И. В., заместитель директора Института радиоэлектроники и интеллектуальных технических систем Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;

Синковская Е. В., директор библиотеки Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;

Посный О. А., канд. техн. наук, главный инженер ОАО «КБ Радиосвязи», г. Севастополь;

Тыщук Ю. Н., доцент Севастопольского государственного университета — учёный секретарь, г. Севастополь;

Федоров Ю. Н., начальник проектного отдела технического департамента группы компаний Декартус, г. Севастополь.

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Председатель программного комитета:

Савочкин А. А., профессор Севастопольского государственного университета, г. Севастополь.

Заместители председателя программного комитета:

Афонин И. Л., профессор, заведующий кафедрой Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;

Михайлюк Ю. П., доцент Севастопольского государственного университета, г. Севастополь.

Члены программного комитета:

Вертегел В. В., доцент, директор Инжинирингового центра Севастопольского государственного университета, г. Севастополь

Головин В. В., профессор Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;

Девицына С. Н., доцент Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;

Дегтярев А. Н., доцент Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;

Кабанов А. А., доцент, директор Института радиоэлектроники и интеллектуальных технических систем Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;

Лащенко И. В., доцент Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;

Начаров Д. В., доцент Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;

Обуховец В. А., профессор Института радиотехнических систем и управления Южного федерального университета, г. Таганрог;

Поляков А. Л., доцент Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;

Проценко М. Б., профессор, директор Испытательного центра «ОМЕГА» — филиала ФГБУ НИИР, г. Севастополь;

Редькина Е. А., доцент Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;

Тыщук Ю. Н., доцент Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;

Щекатурин А. А., доцент Севастопольского государственного университета, г. Севастополь.

СООРГАНИЗАТОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

- Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь;
- ООО «Радиомера», г. Видное Московской области;
- Филиал ФГУП РТРС «Радиотелевизионный передающий центр Республики Крым», г. Симферополь;
- Группа компаний «Декартус», г. Севастополь;
- Севастопольский «Испытательный центр «ОМЕГА» — филиал ФГБУ НИИР, г. Севастополь;
- ООО «Марлин-Юг», г. Севастополь;
- АО «КБ радиосвязи», г. Севастополь;
- МИП «Инжиниринговый центр СевГУ», г. Севастополь;
- Крымский научно-технологический центр им. проф. А.С. Попова, г. Севастополь.

СОДЕРЖАНИЕ

Алфавитный список авторов 15

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Кравченко И. В., Савочкин А. А. Проектирование систем на кристалле на основе архитектуры RISC-V 20
Герасин В. С., Тертышников В. Б. Кабельные радиочастотные сборки: исследование решений Радиомера для эффективной передачи сигналов 21

СЕКЦИЯ 1

РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ, СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА

Макеев И. А., Петров Ю. В. Аналитический обзор методов и алгоритмов обработки информации в РЛС с синтезированной апертурой на БПЛА в условиях случайных ветровых возмущений 26
Петров Ю. В., Прошнов М. И. Пассивная пеленгация БПЛА с помощью SDR приёмника 27
Васильева В. А., Петров Ю. В. Юстировка наземных радиолокационных систем с использованием беспилотного летательного аппарата в качестве эталонной мишени 28
Кузьмин В. А., Поляшева В. В. Моделирование эквивалентных сигналов, отражённых от подвижных протяжённых надводных объектов на выходе РЛС обзорного типа 29
Крылова М. А., Сотникова Н. В., Страхов С. Ю. Электромагнитное моделирование распределенной антенной решетки на основе роя беспилотных летательных аппаратов 30
Концова О. А., Егоров В. В. Система автоматической подстройки азимута антенны для связи с БПЛА 31
Клименко Ю. А., Преображенский А. П. Разработка пассивной системы определения позиционирования беспилотного летательного аппарата 32
Клименко Ю. А., Преображенский А. П. Разработка пассивной системы защиты от БПЛА 33
Ермаков Н. А., Мельников А. В. Сравнительный анализ показателей качества функционирования различных моделей оборудования радиосвязи на судне 34
Палаев С. В., Палаев И. С. Экспериментальные исследования режима «наложение радара» в современной судовой РЛС 35
Титов К. Д., Лазовой Д. Р., Крюков Е. Р., Гусаков Д. А., Корчагин Ю. Э. Экспериментальное исследование эффективности сверхширокополосного канала связи, функционирующего в соответствии со стандартом IEEE 802.15.4 36
Корчагин Ю. Э., Титов К. Д. Нейросетевой алгоритм обнаружения сверхширокополосного квазирадиосигнала с неизвестной модулирующей функцией 37
Корчагин Ю. Э., Титов К. Д. Обнаружение последовательности сверхширокополосных сигналов с неизвестными длительностями и периодом повторения 38
Корчагин Ю. Э., Титов К. Д. Исследование параметров сверхширокополосных сигналов, оптимальных для зондирования объектов с целью получения их радиоизображения 39
Коваленко П. М., Дытынчук А. М., Орлюк Д. О., Поляков А. Л. Анализ путей повышения точности цифрового импульсного измерителя азимута РСБН 40
Коваленко П. М., Дытынчук А. М., Орлюк Д. О., Поляков А. Л. Анализ путей повышение точности дальномерного канала радиотехнической системы ближней навигации 41

Филиппов М. Д., Беленко М. С., Иванюк Т. А. Разработка полосно-пропускающего фильтра диапазона частот 268—298 МГц 42
Филиппов М. Д., Беленко М. С., Иванюк Т. А. Техническая реализация полосно-пропускающего фильтра диапазона частот 268—298 МГц 43
Сорокин Н. А., Боков Г. В. Лидарные системы в навигации судов....44
Дегтярев А. Н., Беленко М. С. Исследование каскадного соединения фильтра Колмогорова-Винера и согласованного фильтра 45
Шадинов С. С., Костин М. С. Формирование векторных радиоизображений методом спектрально-временной развёртки 46
Кропачев Д. А., Табакаев Д. И. Устройство генерирования помех в сотовых сетях связи 47
Шалягин И. М., Куртов Д. Е., Лукьянчиков А. В. Особенности реализации анализатора спектра с использованием модуля RX5808....48
Тарасов В. Ф., Серяк Е. С., Михайлюк Ю. П. Применение численного интегрирования для компьютерного моделирования импульсных преобразователей радиоэлектронных систем....49
Тертышный О. И., Паслён В. В. Частотная зависимость диэлектрической проницаемости в задачах ближней радиолокации....50
Паршин А. А., Боков Г. В. Интегрированные навигационные системы....51
Воронёнков В. Ю., Манько А. С. Исследование особенностей распространения широкополосных сигналов в гидроакустическом канале связи....52
Протько А. А., Манько А. С. Аналитический обзор методов подводного сканирования и обнаружения....53
Полубоярцев В. О., Вертегел В. В. Принципы FMCW-радиолокации....54
Дыкман В. З., Воликов М. С., Быков Е. М, Стародуб М. А., Лунев Е. Г., Безгин А. А. Детектор триптофаноподобной флуоресценции как маркера загрязнённости природных вод сточными водами....55
Миронов П. А. Новое в методах и технике распознавания объектов....56

СЕКЦИЯ 2

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

Тихонов И. А., Котов А. В., Маренков Н. М., Преображенский А. П. Разработка системы мониторинга в группах мессенджера «Telegram» 58
Куркина Л. А., Хакназаров И. В., Маренков Н. М., Преображенский А. П. Разработка рекомендаций по поиску неисправностей в информационно-телекоммуникационных системах 59
Стукалова В. С., Фирсова Е. А., Маренков Н. М., Преображенский А. П. Разработка рекомендаций по инфокоммуникационной системе с повышенной устойчивостью 60
Даниелян Л. А. Организация защищённой системы симплексной связи с кодированием по часам реального времени....61
Корчагин Ю. Э., Титов К. Д., Завалишина О. Н. Статистическое моделирование алгоритма оценки смены вида модуляции последовательности сверхширокополосных квазирадиосигналов 62
Тымченко Н., Маркелов О. А. Оценка времени запаздывания в информационных сетях 63
Маркелова М. А., Климова И. А., Маркелов О. А. Моделирование LTE трафика в симуляторе NS-3....64
Трушкина А. В., Манько А. С. Исследование теоретически предельной дальности действия беспроводной связи стандарта 802.11n 65
Тополов К. М., Савочкин А. А. Разработка портативного HD-передатчика видео с разделённым радиоканалом на мобильной сети 3G/4G....66
Кирданов Я. А. Система спецдоступа в помещения....67

Соколенко В. Е., Дурманов М. А. Распределённая система сбора метеоданных для прогнозирования погодных условий 68
Еськов А. А. Защищённое высокоскоростное объединение сетей предприятия с применением WireGuard 69
Иванюк Т. А., Дегтярёв А. Н. Отношение сигнал-шум на выходе оптимального приёмника для случая полосно-ограниченной помехи....70
Петрушин С. А., Широков И. Б., Редькина Е. А. Разработка и исследование модуля формирования сигналов для передающего тракта по технологии FBMC....71
Гедерим А. А., Редькина Е. А. Разработка лабораторного стенда для исследования особенностей работы BGP 72
Самсоненко А. А., Редькина Е. А. Система сбора данных от пляжных буёв....73
Ажицкий А. Д., Редькина Е. А. Система IP-телефонии для предприятия на основе Asterisk....74
Гаспарян Р. Р., Ночовный А. Д., Савочкин А. А., Симионенко Н. А. Особенности функционирования хэндовера в мобильной системе связи 4G 75
Ложкин Д. С., Гаспарян Р. Р., Савочкин А. А. Разработка мобильной системы сотовой связи экстренного развёртывания....76
Бондаренко В. А., Редькина Е. А. Устройство идентификации пользователей в системе контроля и управления доступом....77
Агеев Д. С., Безгин А. А., Литвиненко С. Р., Стародуб М. А., Лисецкий И. В., Лунев Е. Г., Дурманов М. А. Обзор спутниковых систем связи для передачи данных с морских автономных устройств 78

СЕКЦИЯ 3

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ УСТРОЙСТВА МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Сосновский Ю. В., Чачиев Д. Р. Особенности оценки надёжности встраиваемых программно-аппаратных решений....80
Скляренко А. В., Сметанина Т. И. Управляющие контроллеры средств автоматизации и робототехнических систем на базе платформ Arduino и Raspberry Pi 81
Малишевская Е. А., Сметанина Т. И. Обзор свойств нанотрубок для оптимизации работы программируемых устройств 82
Косарев Н. А., Журавлёв М. М., Мурзин Д. Г. Система охранной сигнализации на базе Arduino с лазерным датчиком....83
Кузнецов В. А., Тарасов В. Ф., Начаров Д. В. Разработка устройства контроля и диагностики несправностей электронных средств....84
Лысенко Н. М, Литовко Е. В. Система проекции данных на лобовое стекло автомобиля....85
Рукосуев Е. Р., Начаров Д. В., Иванов В. А., Михайлюк Ю. П. Алгоритм видеоустройства оценки параметров осадков....86
Кагиров И. Б., Савочкин А. А. Устройство для определения местоположения автомобиля....87
Андрейчук А. М., Широков И. Б. Разработка системы контроля качества воздуха в помещении 88
Шульгин В. В., Слезкин Г. В. Программирование светодиодных индикаторов в программной среде Proteus....89
Норенко Е. В. Разработка мобильного измерительного программно-аппаратного комплекса для виброакустической диагностики быстродействующих клапанов 90
Козьменко О. К., Мурзин Д. Г. Устройство оповещения состояния двери помещения на Telegram....91
Алексеева Е. Е., Панитевский А. В., Ночовный А. Д., Курбонов М. М. Обзор современных систем мониторинга автотранспортных средств 92

Алексеева Е. Е., Панитевский А. В., Тыщук Ю. Н. Разработка умного массажного устройства 93
Алексеева Е. Е., Панитевский А. В., Ночовный А. Д. Разработка структурной схемы системы контроля автотранспорта 94
Щекатурина Д. А., Любарец А. И., Протько А. А., Щекатурин А. А. Гидроакустическая сеть мониторинга 95
Громоткова Л. В., Щекатурина Д. А., Щекатурин А. А. Разработка контроллера теплицы 96

СЕКЦИЯ 4

АНТЕННЫ, УСТРОЙСТВА МИКРОВОЛНОВОЙ ТЕХНИКИ И РАДИОФОТОНИКА

Скрылев А. А., Нежданов А. В., Бобров А. И., Сидоренко К. В., Волков П. В., Вязанкин О. С. Снижение оптических потерь в фотонных интегральных схемах за счёт применения гребенчатых волноводов 98
Горелов А. А., Егоров В. В. Расчёты геометрической структуры матрицы плазменных тел для оценки диаграммы направленности антенн РЛС в дальней зоне 99
Золотенкова М. К., Матвеев А. М. Система оценки работоспособности бортовой радиолокационной антенны 100
Косак Р. Э., Репенко Т. К., Флейтенг В. А., Орлова В. В., Синанян К. А., Китайский М. С. Разработка широкополосного излучателя сканирующей антенной решётки 101
Флейтенг В. А., Орлова В. В., Косак Р. Э., Репенко Т. К., Синанян К. А., Китайский М. С. Двухполяризационный излучатель линейной антенной решётки 102
Орлова В. В., Флейтенг В. А., Репенко Т. К., Косак Р. Э., Синанян К. А., Китайский М. С. Численное исследование проходного фазовращателя в полосковом исполнении 103
Репенко Т. К., Косак Р. Э., Орлова В. В., Флейтенг В. А. Синанян К. А., Китайский М. С. Совмещённый двухдиапазонный излучатель линейной антенной решётки 104
Палаев С. В., Литовский А. В., Палаев И. С. К вопросу о применении микрополосковой технологии 105
Иванюк Т. А. Анализ зависимости характеристик дискоконусной антенны от конфигурации её элементов 106
Иванюк Т. А., Филиппов М. Д., Тыщук Ю. Н., Беленко М. С. Антенная система для цифрового сканирующего пеленгатора 107
Иванюк Т. А., Филиппов М. Д., Тыщук Ю. Н., Беленко М. С. Разработка многочастотной антенной системы 108
Ткаченко М. О., Борисенок А. В., Николаев А. К., Легашова А. А., Головин В. В. Компактная антенна круговой поляризации для системы управления беспилотными летательными аппаратами 109
Ткаченко М. О., Борисенок А. В., Николаев А. К., Легашова А. А., Головин В. В. Схема питания антенны круговой поляризации для системы управления беспилотными летательными аппаратами 110
Неведров М. Г., Хомочкина Д. С. Широкополосная однонаправленная турникетная антенна 111
Лысенко Н. М., Литовко Е. В., Тыщук Ю. Н. Антенная решётка для систем мобильной связи 5G NR 112
Вальянина Е. С., Бычков А. А. Особенности использования Wi-Fi в помещениях 113
Манько А. С., Головин В. В. Антенная решётка MIMO 4x4 для приложений 5G IoT 114
Швец Н. С., Миронов А. Ф. Причины падения БПЛА и методы их устранения 115
Ходенкова А. О., Редькина Е. А. Сравнительный анализ области применения метода моментов и метода конечных элементов 116
Трушкина А. В., Манько А. С. Микроволновый смеситель X-диапазона с фазовым подавлением зеркального канала 117

Кальков Д. А., Старостенко В. В. Разработка программного кода для отрисовки антенны по её диаграмме направленности 118
Васин Е. Е., Щекатурин А. А., Иськив В. М., Пузырев А. В. Двухзаходная фрактальная антенна 119
Васин Е. Е., Щекатурин А. А., Иськив В. М. Кубическая спиральная антенна 120
Щекатурина Д. А., Щекатурин А. А. Сравнительный анализ спиральных равношаговых конических антенн 121
Любарец А. И., Протько А. А., Щекатурина Д. А., Щекатурин А. А. Анализ двухэлементной антенной решётки из сверхширокополосных элементов 122
Козуб М. С., Новикова Т. В., Громоздин В. В. Модель для анализа плотности потока мощности в промежуточной зоне излучения антенных решёток больших размерностей 123
Козуб М. С., Новикова Т. В., Громоздин В. В. Оценка пригодности модели представления плоской антенной решётки в виде поверхности излучения 124

СЕКЦИЯ 5

ИЗМЕРЕНИЕ И КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛОВ, ЦЕПЕЙ, МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Слижёва А. В., Ковалёв Д. Ю., Ланин В. Л. Сборка электронных модулей с BGA микросхемами 126
Горобец Д., Егоров В. В. Измерение вибраций корпуса промышленных агрегатов 127
Жамойть А. Е., Дмитрачук А. Л., Соловьёв Я. А. Расчёт механических деформаций пикселя неохлаждаемого теплового детектора болометрического типа 128
Гончарова Е. К., Егоров В. В. Метод повышения избирательности малоканального оптического приёмника 129
Косолапова А. О., Золотенкова М. К. Система автоматического обнаружения частоты передатчика БПЛА 130
Корячко М. В., Попов А. Ю., Авдонин Д. Е. К вопросу термической устойчивости межсоединений полупроводниковых приборов 131
Ломоносов С. Е., Иванченко Ю. А. Разработка тестера электронных компонентов 132
Агеев Д. С., Дурманов М. А. Прототип автоматизированной системы сбора данных о состоянии морской воды 133
Узунбаджах С. А., Варагушин П. А., Мазинов А. С. Метод нанесения однородной тонкой плёнки из органических материалов 134
Петренко В. И., Овчаров П. П. Алгоритм тестирования компьютерных блоков питания 135

СЕКЦИЯ 6

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Третьякова Д. О., Васильева А. Р., Сметанина Т. И. Программный модуль преобразования ссылки в QR-код 138

Дорофеев В. С., Грищенко В. А., Золотенкова М. К. Особенности акустической системы приёмо-передачи длинных псевдослучайных последовательностей в целях навигации и позиционирования с субсантиметровой точностью 139

Трушкина А. В., Тыщук Ю. Н. Особенности построения и перспективы развития кохлеарных имплантов....140

Трушкина А. В., Тыщук Ю. Н. Применение алгоритма Герцеля в системах кохлеарных имплантов....141

Салтановский В. А., Дурманов М. А. Сжатие изображений методом декомпозиции бинарных фигур в системе передачи видеопотока....142

Пилюгин А. А., Андреева О. Ю., Мурзин Д. Г. Обзор современного отечественного ПО для конструирования и производства радиоэлектронных средств....143

Воронёнков В. Ю., Лукьянчиков А. В., Помогайко Н. Н. Особенности представления троичной логики 144

Кубрин С. А., Берлад А. П., Зюзин Д. А., Ларин Д. А., Лукьянчиков А. В., Козлов В. Н. Особенности моделирования прибора для подавления пространственной помехи 145

Баймуханов Н. С., Крамарь В. А. Обнаружение объектов на водной поверхности с помощью нейронных сетей и автоматизированной генерации датасетов....146

Овдин А.Е., Саклаков В. М. Методы программирования приложений виртуальной реальности средствами трехмерных игровых движков....147

Андриянов Н. А., Матусков Н. И., Абдуллаев Т. Э., Шориков Н. С., Гаврилов А. А. Улучшение текстового запроса для повышения качества генерации изображения 148

Андриянов Н. А., Лопаткин И. М., Алхажа О., Маликов Д. В., Новик О. С. Обучение генерации нового стиля с использованием мультимодальных данных 149

Башарина А. Д., Лащенко И. В. Разработка принципов контроля параметров развития спортсмена на основе технологий машинного зрения....150

Байздренко А. А., Игнашева Е. П., Ульченко А. В. Лабораторный стенд физического моделирования помеховой обстановки программно-аппаратными способом для ультразвуковых локационных систем....151

СЕКЦИЯ 7

СХЕМОТЕХНИКА И КОМПОНЕНТНАЯ БАЗА ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Коломейцева Н. В., Ермак В. О., Абрамов И. И. Влияние подзатворных диэлектриков на передаточные ВАХ полевых транзисторов на основе двухслойного графена 154

Коломейцева Н. В., Туманов Т. А., Абрамов И. И. Исследование влияния температуры на ВАХ многобарьерных гетероструктур на основе MoS2/WSe2 с вертикальным транспортом 155

Коломейцева Н. В., Ермак В. О., Волынец М. А., Абрамов И. И. Моделирование характеристик гетероструктур на основе GaN/SiC/графен с вертикальным транспортом 156

Мельников А. В., Муратов А. Э., Капнопуло Д. В. КПД усилителя низкой частоты с учётом пик-фактора фонограммы....157

Бурлака В. В., Гулаков С. В., Головин А. Ю. Измеритель параметров полевых транзисторов 158

Бурлака В. В., Гулаков С. В., Головин А. Ю. Источник для дуговой полуавтоматической сварки высокочастотным током....159

Бурлака В. В., Гулаков С. В., Головин А. Ю. Разработка системы беспроводной зарядки VTOL БПЛА....160

Махмудов М. Г., Золотенкова М. К. Устройство формирования зондирующего сигнала бионического протеза....161

Николаева Я. С., Золотенкова М. К. Решение задачи увеличения КПД повышающего преобразователя постоянного напряжения 162

Любарец А. И., Манько А. С. Особенности построения перестраиваемых фильтров на переключаемых конденсаторах....163
Михайлик Г. Р., Овчаров П. П. Высоковольтный источник питания для фотоэлектронных умножителей....164
Беленко М. С., Зеленкевич Д. Ю. Интегральный корректор нуля для АЦП....165
Маленко В. А., Начаров Д. В., Ерисов А. А. Анализ перспектив развития аналоговых микросхем для работы с высокочастотными сигналами....166

СЕКЦИЯ 8

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Косарева Е. М., Лихачевский Д. В. Признаки потенциально опасных лиц как одной из угроз в системах «умного» города....168
Грищенко В. А., Дорофеев В. С., Золотенкова М. К. Мобильная система позиционирования и измерения расстояний акустическим способом с высокой точностью....169
Волкова Е. Д., Головин В. В. Разработка умной светодиодной ленты....170
Кожевников И. А, Карапетьян В. А. Система стабилизации объекта на траектории....171
Параев К. А., Альчаков В. В. Разработка малого телеуправляемого необитаемого подводного аппарата. Подсистема управления верхнего уровня....172
Коршуненко А. А., Грушун А. И. Управление динамикой квадрокоптера....173
Гамов Д. Р. Разработка и исследование системы управления колёсного робота....174
Писарев В. И., Альчаков В. В. Технологии машинного обучения в прогнозировании процессов с сезонной изменчивостью....175
Марцун Д. А. Обзор идеи импульсных нейронных сетей....176
Дручинин И. А., Ляшко А. Д., Крамарь В. А. Метод коррекции времяпролетных датчиков в задаче позиционирования каретки....177
Ляшко А. Д., Калинин И. А. Исследование методов улучшения подводных изображений....178
Муратов М. Л. Разработка и исследование метода диагностики дефектов промышленного оборудования на базе машинного обучения....179
Жиляков П. В. Разработка алгоритма обнаружения и позиционирования цели с использованием нейронных сетей и методов определения облака 3D точек с помощью стереокамеры....180
Катков А. С, Згурский В. С. Обзор применения систем технического зрения и нейронных сетей для морских робототехнических комплексов....181
Филатов Р. А., Маслова М. А. Система поддержки принятия решений и её роль в управлении бизнес-процессами....182
Медведева Т. С., Кустов А. С., Авдеев Б. А. Применение беспроводного симметричного LLC преобразователя для обмена электроэнергией между беспилотными аппаратами....183
Орлова Д. А., Свиридов Р. А., Франчук А. С., Дурманов М. А. Беспилотный летательный аппарат для анализа и забора воды....184

СЕКЦИЯ 9

WEB-ТЕХНОЛОГИИ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Галата В. Р., Андреева О. Ю., Мурзин Д. Г. Создание мобильных приложений на базе фреймворка Qt....186

Граф В. В., Зайцев С. А. Квантовый компьютер 187
Сучок Д. Г., Дурманов М. А. Web-технологии и компьютерная графика при разработке web-проектов 188
Савочкин А. А., Гаспарян Р. Р., Хохлова А. В. Применение web-технологий в лабораторном практикуме по изучению IP-телефонии 189

СЕКЦИЯ 10

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ И ИНФОРМАЦИИ

Чубрик М. В., Швецов Д. А., Афонин И. Л., Максимовская Н. Л. Административный контроль как метод защиты информации 192
Перваков Н. А., Кузнецов Д. С., Афонин И. Л., Максимовская Н. Л. Защита локальных и удалённых компьютерных сетей от типичных атак и угроз данных 193
Драч Е. А., Егоров В. В. Разработка прототипа и методики газосигнализатора 194
Петров С. Н., Булавин К. С., Ворожцов А. О. Физическая защита RFID-меток от несанкционированного считывания 195
Седых Д. Ю., Лунев Д. Ю., Вильсон Н. Г. Форензика как наука о расследовании киберпреступлений 196
Красников К. А., Богаченков С. С., Вильсон Н. Г. Методы борьбы с киберпреступностью в России 197
Дзюба И. Н., Зайцев С. А. Методы защиты Wi-Fi сети от вардрайвинга 198
Неруш А. В., Гелеверя Н. В., Маврин С. А. Разработка модуля криптографической защиты медиаконтента пользователей 199
Девицына С. Н., Монин Н. Д., Тузов Н. А. Обзор методов распознавания и предупреждения атак на основе социальной инженерии в сообщениях 200
Нестеренко А. И., Лукьянчиков А. В. Анализ уязвимости алгоритма ECDSA при повторном использовании значения nonce 201
Борбенцов А. С., Склярук В. Л. Внедрение цифрового рубля 202
Кудашев И. Е., Склярук В. Л. Программно-аппаратный PAM как важный компонент ИБ 203
Каймонов О. С., Каймонова А. О. Обеспечение защиты информации в информационно-телекоммуникационных системах МЧС России 204
Герасёва А. А., Маслова М. А. Совместное воздействие информационной и экономической безопасности при противодействии мошенничеству в банковской сфере 205
Даншин А. В., Девицына С. Н. Безопасность и защита данных в облачных технологиях 206
Маленко В. А., Начаров Д. В., Ерисов А. А. Применение квантовых криптографических методов для защиты информационных систем 207
Толчин М. В., Маслова М. А. Защита информации в веб-приложениях с микросервисной архитектурой 208
Кучеренко В. А., Соболев А. С., Вынгра А. В. Повышение безопасности объектов новых регионов с помощью автономных систем 209
Лебедев В. С. Разработка ПО для исследования методов зашумления речевой информации 210
Белоус А. А., Маслова М. А. Метод статистического анализа локальной сети и выявления аномалий на доверительных интервалах 211
Пилипенко А. С., Маслова М. А. Кибербезопасность в эпоху 5G — новые вызовы и стратегии защиты 212
Трусова А. А., Егорова А. О. Использование протокола P2P при разработке отечественного децентрализованного мессенджера 213

Головинский С. А., Маслова М. А. DDD в разработке приложения: практический подход на примере WebSocket-проекта 214

СЕКЦИЯ 11

ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Дидус В. Т., Шундрин М. И., Афонин И. Л., Поляков А. Л. Ученый-радиоинженер Громоздин Валентин Владимирович (к 60-летию со дня рождения) 216
Дидус В. Т., Шундрин М. И., Афонин И. Л., Поляков А. Л. Калюжный Леонид Игоревич — генеральный директор ООО «УРАНИС» (к 60-летию со дня рождения)....218
Лысенко Н. М., Литовко Е. В. Специальные испытания системы РУС-1 и станции «Редут» на крейсере «Молотов» в Севастополе конца 1939 г. 220
Калюжный Б. К., Вязенцев Я. А., Ермолов П. П. Почётный член Петербургской академии наук Уильям Томсон (к 200-летию со дня рождения)....221
Литвин М. А., Цапик Д. К. Журналу «РАДИО» — 100 лет 222
Кузьменко А. Ю., Кузьменко В. А. История развития носимых устройств мониторинга сердечного ритма....223
Катеринчук В. И., Ермолов П. П. История появления в Таганроге радиостанции «Береговая» 224

ШКОЛА ЮНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

Итоги проведения конкурса исследовательских творческих работ «Школа юного исследователя — 2024»....226
Алексеев М. Ф. Перехват звонков из мошеннических колл-центров как метод противодействия телефонному мошенничеству 227
Сенчук В. С. Разработка модели телеуправляемого необитаемого подводного аппарата 228
Лапшинов Д. Д. Модель беспилотника с неподвижным крылом 228
Борсук М. О. Разработка нейроигры с биологической обратной связью для тренировки навыка концентрации у школьников....229
Дрёмов А. А. Создание умного светильника на базе микроконтроллера Arduino....229
Туманян А. А. Разработка тренажёра по математике для 1 и 2 класса на языке программирования Python 230
Рябчик К. А. Робот-рисовальщик «Малевич» 230
Сорокин Д. И. Изучение применения маломасштабного ветрогенератора вертикального типа в городских условиях....231
Сурначев А. В. Разработка робота, интерпретирующего команды на естественном языке с помощью больших языковых моделей....231
Горбунова М. А. Создание аудио проигрывателя В IDE QT Creator 232
Водолагин А. Е. Платформа управления онлайн-торговлей 232
Чебанов А. И. Сервис настройки и поддержки виртуальных выделенных серверов на базе ОС Linux для работы с Laravel-приложениями....233
Кантимиров Я. Э. Решение практических задач с помощью геометрии....233
Лысыч А. П. Луна как плацдарм для освоения солнечной системы 234
Чувилина А. Д. Проблема засорения космического и околоземного пространства 234
Дрёмов А. А. О делимости чисел специального вида 235
Быкасов М. Е. Система базы данных буёв экологического мониторинга....235

АЛФАВИТНЫЙ СПИСОК АВТОРОВ

А

Абдуллаев Т. Э. 148
Абрамов И. И. 154, 155, 156
Абрамов И. И. 155
Абрамов И. И. 156
Авдеев Б. А. 183
Авдонин Д. Е. 131
Агеев Д. С. 78, 133
Ажицкий А. Д. 74
Алексеев М. Ф. 227
Алексеева Е. Е. 92, 93, 94
Алхажа О. 149
Альчаков В. В. 172, 175
Андреева О. Ю. 143, 186
Андрейчук А. М. 88
Андриянов Н. А. 148, 149
Афонин И. Л. 192, 193, 216, 218

Б

Байздренко А. А. 151
Баймуханов Н. С. 146
Башарина А. Д. 150
Безгин А. А. 55, 78
Беленко М. С. 42, 43, 45, 107, 108, 165
Белоус А. А. 211
Берлад А. П. 145
Бобров А. И. 98
Богаченков С. С. 197
Боков Г. В. 44, 51
Бондаренко В. А. 77
Борбенцов А. С. 202
Борисенок А. В. 109, 110
Борсук М. О. 229
Булавин К. С. 195
Бурлака В. В. 158, 159, 160
Быкасов М. Е. 235
Быков Е. М. 55
Бычков А. А. 113

В

Вальянина Е. С. 113
Варагушин П. А. 134
Васильева А. Р. 138
Васильева В. А. 28
Васин Е. Е. 119, 120
Вертегел В. В. 54
Вильсон Н. Г. 196, 197
Водолагин А. Е. 232
Воликов М. С. 55
Волков П. В. 98
Волкова Е. Д. 170
Волынец М. А. 156
Ворожцов А. О. 195
Воронёнков В. Ю. 52, 144
Вынгра А. В. 209
Вязанкин О. С. 98
Вязенцев Я. А. 221

Г

Гаврилов А. А. 148
Галата В. Р. 186
Гамов Д. Р. 174
Гаспарян Р. Р. 75, 76, 189
Гедерим А. А. 72
Гелеверя Н. В. 199
Герасёва А. А. 205
Герасин В. С. 21
Головин А. Ю. 158, 159, 160
Головин В. В. 109, 110, 114, 170
Головинский С. А. 214
Гончарова Е. К. 129
Горбунова М. А. 232
Горелов А. А. 99
Горобец Д. 127
Граф В. В. 187
Грищенко В. А. 139, 169
Громоздин В. В. 123, 124
Громоткова Л. В. 96
Грушун А. И. 173
Гулаков С. В. 158, 159, 160
Гусаков Д. А. 36

Д

Даниелян Л. А. 61
Даншин А. В. 206
Девицына С. Н. 200, 206
Дегтярев А. Н. 45, 70
Дзюба И. Н. 198
Дидус В. Т. 216, 218
Дмитрачук А. Л. 128
Дорофеев В. С. 139
Дорофеев В. С. 169
Драч Е. А. 194
Дрёмов А. А. 229, 235

Дручинин И. А. 177
Дурманов М. А. 68, 78, 133, 142, 184, 188
Дыкман В. З. 55
Дытынчук А. М. 40, 41

Е

Егоров В. В. 31, 99, 127, 129, 194
Егорова А. О. 213
Ерисов А. А. 166, 207
Ермак В. О. 154, 156
Ермаков Н. А. 34
Ермолов П. П. 221, 224
Еськов А. А. 69

Ж

Жамойть А. Е. 128
Жиляков П. В. 180
Журавлёв М. М. 83

З

Завалишина О. Н. 62
Зайцев С. А. 187, 198
Згурский В. С. 181
Зеленкевич Д. Ю. 165
Золотенкова М. К. 100, 130, 139, 161, 162, 169
Зюзин Д. А. 145

И

Иванов В. А. 86
Иванченко Ю. А. 132
Иванюк Т. А. 42, 43, 70, 105, 107, 108
Игнашева Е. П. 151
Иськив В. М. 119, 120

К

Кагиров И. Б. 87
Каймонов О. С. 204
Каймонова А. О. 204
Калинин И. А. 178
Кальков Д. А. 118
Калюжный Б. К. 221
Кантимиров Я. Э. 233
Капнопуло Д. В. 157
Карапетьян В. А. 171
Катеринчук В. И. 224
Катков А. С. 181
Кирданов Я. А. 67
Китайский М. С. 101, 102, 103, 104
Клименко Ю. А. 32, 33
Климова И. А. 64
Ковалёв Д. Ю. 126
Коваленко П. М. 40, 41
Кожевников И. А. 171
Козлов В. Н. 145
Козуб М. С. 123, 124
Козьменко О. К. 91
Коломейцева Н. В. 154, 155, 156
Концова О. А. 31
Корчагин Ю. Э. 36, 37, 38, 39, 62
Коршуненко А. А. 173
Корячко М. В. 131
Косак Р. Э. 101, 102, 103, 104
Косарев Н. А. 83
Косарева Е. М. 168
Косолапова А. О. 130
Костин М. С. 46
Котов А. В. 58
Кравченко И. В. 20
Крамарь В. А. 146, 177
Красников К. А. 197
Кропачев Д. А. 47
Крылова М. А. 30
Крюков Е. Р. 36
Кубрин С. А. 145
Кудашев И. Е. 203
Кузнецов В. А. 84
Кузнецов Д. С. 193
Кузьменко А. Ю. 223
Кузьменко В. А. 223
Кузьмин В. А. 29
Курбонов М. М. 92
Куркина Л. А. 59
Куртов Д. Е. 48
Кустов А. С. 183
Кучеренко В. А. 209

Л

Лазовой Д. Р. 36
Ланин В. Л. 126
Лапшинов Д. Д. 228
Ларин Д. А. 145
Лащенко И. В. 150
Лебедев В. С. 210
Легашова А. А. 109, 110
Лисецкий И. В. 78
Литвин М. А. 222
Литвиненко С. Р. 78
Литовко Е. В. 85, 112, 220
Литовский А. В. 105
Лихачевский Д. В. 168
Ложкин Д. С. 76
Ломоносов С. Е. 132
Лопаткин И. М. 149
Лукьянчиков А. В. 48, 144, 145, 201

Лунев Д. Ю. 196
Лунев Е. Г. 55, 78
Лысенко Н. М. 85, 112, 220
Лысыч А. П. 234
Любарец А. И. 95, 122, 163
Ляшко А. Д. 177, 178

М

Маврин С. А. 199
Мазинов А. С. 134
Макеев И. А. 26
Максимовская Н. Л. 192, 193
Маленко В. А. 166, 207
Маликов Д. В. 149
Малишевская Е. А. 82
Манько А. С. 52, 53, 65, 114, 117, 163
Маренков Н. М. 58, 59, 60
Маркелов О. А. 63, 64
Маркелова М. А. 64
Марцун Д. А. 176
Маслова М. А. 182, 205, 208, 211, 212, 214
Матвеев А. М. 100
Матусков Н. И. 148
Махмудов М. Г. 161
Медведева Т. С. 183
Мельников А. В. 34, 157
Миронов А. Ф. 115
Миронов П. А. 56
Михайлик Г. Р. 164
Михайлюк Ю. П. 49, 86
Монин Н. Д. 200
Муратов А. Э. 157
Муратов М. Л. 179
Мурзин Д. Г. 83, 91, 143, 186

Н

Начаров Д. В. 84, 86, 166, 207
Неведров М. Г. 111
Нежданов А. В. 98
Неруш А. В. 199
Нестеренко А. И. 201
Николаев А. К. 109, 110
Николаева Я. С. 162
Новик О. С. 149
Новикова Т. В. 123, 124
Норенко Е. В. 90
Ночовный А. Д. 75, 92, 94

О

Овдин А.Е. 147
Овчаров П. П. 135, 164
Орлова В. В. 101, 102, 103, 104
Орлова Д. А. 184
Орлюк Д. О. 40, 41

П

Палаев И. С. 35, 105
Палаев С. В. 35, 105
Панитевский А. В. 92, 93, 94
Параев К. А. 172
Паршин А. А. 51
Паслён В. В. 50
Перваков Н. А. 193
Петренко В. И. 135
Петров С. Н. 195
Петров Ю. В. 26, 27, 28
Петрушин С. А. 71
Пилипенко А. С. 212
Пилюгин А. А. 143
Писарев В. И. 175
Полубоярцев В. О. 54
Поляков А. Л. 40, 41, 216, 218
Поляшева В. В. 29
Помогайко Н. Н. 144
Попов А. Ю. 131
Преображенский А. П. 32, 33, 58, 59, 60
Протько А. А. 53, 95, 122
Прошнов М. И. 27
Пузырев А. В. 119
Редькина Е. А. 71, 72, 73, 74, 77, 116
Репенко Т. К. 101, 102, 103, 104
Рукосуев Е. Р. 86
Рябчик К. А. 230

С

Савочкин А. А. 20, 66, 75, 76, 87, 189
Саклаков В. М. 147
Салтановский В. А. 142
Самсоненко А. А. 73
Свиридов Р. А. 184
Седых Д. Ю. 196
Сенчук В. С. 228
Серяк Е. С. 49
Сидоренко К. В. 98
Симионенко Н. А. 75
Синанян К. А. 101, 102, 103, 104
Скляренко А. В. 81
Склярук В. Л. 202, 203
Скрылев А. А. 98
Слезкин Г. В. 89
Слижёва А. В. 126
Сметанина Т. И. 81, 82, 138
Соболев А. С. 209

Соколенко В. Е. 68
Соловьёв Я. А. 128
Сорокин Д. И. 231
Сорокин Н. А. 44
Сосновский Ю. В. 80
Сотникова Н. В. 30
Стародуб М. А. 55, 78
Старостенко В. В. 118
Страхов С. Ю. 30
Стукалова В. С. 60
Сурначев А. В. 231
Сучок Д. Г. 188

Т

Табакаев Д. И. 47
Тарасов В. Ф. 49, 84
Тертышников В. Б. 21
Тертышный О. И. 50
Титов К. Д. 36, 37, 38, 39, 62
Тихонов И. А. 58
Ткаченко М. О. 109, 110
Толчин М. В. 208
Тополов К. М. 66
Третьякова Д. О. 138
Трусова А. А. 213
Трушкина А. В. 65, 117, 140, 141
Тузов Н. А. 200
Туманов Т. А. 155
Туманян А. А. 230
Тымченко Н. 63
Тыщук Ю. Н. 93, 107, 108, 112, 140, 141

У

Узунбаджах С. А. 134
Ульченко А. В. 151

Ф

Филатов Р. А. 182
Филиппов М. Д. 42, 43, 107, 108
Фирсова Е. А. 60
Флейтенг В. А. 101, 102, 103, 104
Франчук А. С. 184

Х

Хакназаров И. В. 59
Ходенкова А. О. 116
Хомочкина Д. С. 111
Хохлова А. В. 189

Ц

Цапик Д. К. 222

Ч

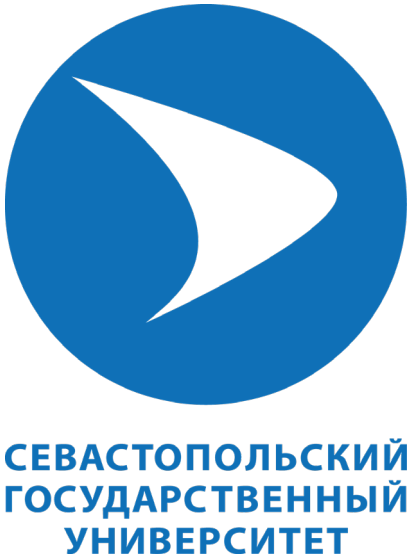
Чачиев Д. Р. 80
Чебанов А. И. 233
Чубрик М. В. 192
Чувилина А. Д. 234

Ш

Шадинов С. С. 46
Шалягин И. М. 48
Швец Н. С. 115
Швецов Д. А. 192
Широков И. Б. 71, 88
Шориков Н. С. 148
Шульгин В. В. 89
Шундрин М. И. 216
Шундрин М. И. 218

Щ

Щекатурин А. А. 95, 96, 119, 120, 121, 122
Щекатурина Д. А. 95, 96, 121, 122



ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

г. Севастополь,
Университетская, 33
+7 (8692) 43-50-02
http://www.sevsu.ru

СевГУ — крупнейшее высшее учебное заведение Севастополя и Крыма. Основан 8 октября 2014 года на основании решения Правительства Российской Федерации.

Университет проводит подготовку кадров высшей квалификации, обучение студентов по квалификационным уровням: бакалавр, специалист, магистр, а также готовит специалистов среднего профессионального образования.

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ НА КРИСТАЛЛЕ НА ОСНОВЕ АРХИТЕКТУРЫ RISC-V

Кравченко И. В., Савочкин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: kravchenkort@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены особенности разработки и реализации смешанных систем на кристалле на основе архитектуры RISC-V. Показаны принципы реализации систем подобного типа в современных условиях.

1. Введение

На сегодняшний день, основные проблемы в сфере микроэлектроники в РФ для сферы IoT в первую очередь связаны с отсутствием на отечественном рынке независимых и доверенных систем на кристалле (СнК) для устройств, оптимизированных для потоковой обработки видео и работы нейросетей с достаточным уровнем производительности. Кроме того, зарубежные контроллеры и процессоры доступны только через серые схемы импорта, и, следовательно, очевидна необходимость развития сферы разработки микроэлектроники в стране для обеспечения технологической независимости и технологического суверенитета страны.

2. Основная часть

В наши дни в стране реализуется несколько проектов, ориентированных на создание и развитие отечественных СнК на основе архитектуры RISC-V с характеристиками, превосходящими отечественные и зарубежные аналоги. Ключевая идея таких проектов — создание команды, получение компетенций и навыков, а также создание и накопление базы знаний для проектирования отечественных СнК различного назначения на основе архитектуры RISC-V с обеспечением требуемых конкурентных преимуществ.

Архитектура RISC-V представляет современный открытый стандарт процессорной архитектуры, который быстро набирает популярность во всем мире и используется для создания микропроцессоров для всех классов устройств. Основные преимущества стандарта: открытость; масштабируемость; гибкость; модульность; энергоэффективность; активное развитие и поддержка от мировых и отечественных лидеров отрасли.

Основными требованиями к устройствам для сферы IoT являются: высокая производительность; поддержка внешней памяти; наличие интерфейса PCIe; аппаратная поддержка современных нейросетей; расширенные возможности по обработке видео (аппаратный видеокодек, интерфейсы для подключения камер и дисплеев); поддержка аппаратной виртуализации и операционных систем FreeRTOS и Linux; широкий набор периферийных интерфейсов и проработанный Software Development Kit (SDK). Пример функционального состава подобной СнК приведен на рис. 1.

В основу подобных СнК может быть положена OpenPiton Research Platform — первая в мире многоядерная масштабируемая платформа с открытым исходным кодом.

Реализация подобных проектов охватывает все направления разработки СнК: аналоговый и цифровой Frontend и Backend дизайны, цифровую и AMS-верификацию.

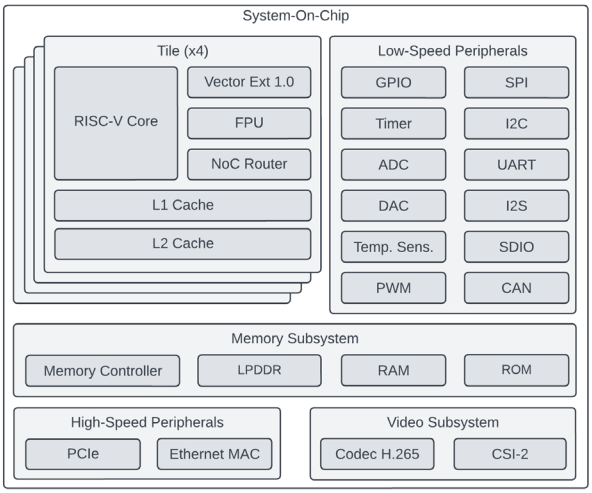


Рис. 1

Задачами аналогового дизайна является разработка физических устройств интерфейсов (например, CSI-2 RX, CAN и т.д.), источников опорного напряжения, датчика температуры, АЦП и ЦАП и пр. Цифровой дизайн охватывает разработку процессорных ядер, контроллера памяти, видеокодеков, контроллеров низкоскоростной и высокоскоростной периферии (например, LPDDR, PCIe, Ethernet, CSI-2 и т.д.).

Основными задачами начального этапа подобных проектов является: выбор техпроцесса и фабрики для производства микросхем, разработка и верификация основных функциональных блоков, системная интеграция, верификаця и тестирование, проработка SDK, подбор и организация команды разработчиков по всем направлениям разработки.

3. Заключение

Применение решений, основанных на открытой процессорной архитектуре RISC-V, при реализации комплексных проектов по разработке смешанных СнК для сферы IoT позволяет ускорить цикл разработки, обеспечить доверенность и независимость систем, построенных на их основе, а также сократить время выхода на рынок готовых изделий, что является особенно актуальным для РФ в условиях введенных внешних ограничений.

4. Список литературы

[1] OpenPiton: An Open Source Hardware Platform For Your Research / J. Balkind [et al] // Communications of the Acm. — 2019. — Vol. 62. — No 12. — P. 79—87. — DOI: 10.1145/3366343

SYSTEMS ON CHIP DESIGN BASED ON THE RISC-V ARCHITECTURE

Kravchenko I. V., Savochkin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The features of development and implementation features of mixed systems on a chip based on the RISC-V architecture are considered. The principles of implementation of systems of this type in modern conditions are shown.

КАБЕЛЬНЫЕ РАДИОЧАСТОТНЫЕ СБОРКИ: ИССЛЕДОВАНИЕ РЕШЕНИЙ РАДИОМЕРА ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛОВ

Герасин В. С., Тертышников В. Б.
Научный руководитель: Тертышников В. Б.
ООО «Радиомера», Россия
E-mail: gerasin@radiomera.ru

Аннотация — Рассмотрены кабельные радиочастотные сборки, поставляемые компанией Радиомера. Проведено исследование технических характеристик и структурных компонентов с акцентом на их применение в современных радиосистемах.

1. Введение

В современных радиоэлектронных изделиях кабельные сборки играют ключевую роль в обеспечении надежной передачи энергии и сигналов высокой частоты. Телекоммуникации, системы радиолокации и навигации, электроника и многие другие области человеческой деятельности зависят от качественной работы используемых радиочастотных компонентов, таких как СВЧ-переходы, кабельные изделия и многие другие. Отдельного внимания заслуживают радиочастотные сборки, работающие в диапазонах СВЧ (сверхвысоких частот, 3…30 ГГц) и КВЧ (крайне высоких частот, 30…300 ГГц). Вот уже долгое время они заслуженно являются неотъемлемой частью жизни тех сфер технической деятельности, где требования к качеству и точности передачи сигнала чрезвычайно высоки.

Целью работы является исследование особенностей и компонентов кабельных сборок, производимых и поставляемых компанией Радиомера, с акцентом на их применении в современных радиосистемах.

2. Основная часть

Кабельные сборки и их компоненты

По определению, кабельная радиочастотная сборка — это готовое изделие, которое состоит из коаксиального кабеля, работающего в диапазоне частот до 110 ГГц, а также соединителей, смонтированных с обеих сторон для подключения к оборудованию. На этапе эксплуатации она должна отвечать повышенным требованиям радиочастотных сборок, в которые входит фазовая стабильность, минимальные потери и многие другие. На рисунке 1 приведён общий вид производства компании Радиомера.



Рис. 1

Кабельные сборки широко используются в системах СВЧ и КВЧ-диапазонов для соединения между собой устройств или их блоков. Для таких изделий ключевое значение имеет соблюдение требований электромагнитной совместимости, в том числе и качественно выполненная термоусадка, которая защищает места стыков кабеля с коннекторами. Кабельные сборки можно производить любой длины, до нескольких десятков метров, однако важно учитывать, что большие размеры кабеля оказывают значительное влияние на электрические характеристики сборки.

Параметры радиочастотного изделия равноценно зависят как от кабеля, так и от коннекторов. Получается, что для реализации полноценной сборки нужно учитывать характеристики всех компонентов, чтобы избежать непредвиденных потерь, сокращения срока службы оборудования и непреднамеренных денежных переплат.

Сами по себе коннекторы — это присоединительные элементы, которые нужны для связи коаксиального кабеля со сторонними оборудованием или другой кабельной сборкой. По своей структуре составляют круглый волновод, заполненный диэлектриком, который помимо прочего содержит два соосных контакта: внутренний и внешний. Изготавливаются из латуни, нержавеющей стали или бронзы, которые в дальнейшем могут покрываться слоем серебра или золота. По форме внутреннего контакта соединители между собой делятся на вилку и розетку. На рисунке 2 изображён демонстрационный вариант одного из соединителей SMA типа.



Рис. 2

Коннекторы радиочастотных сборок могут быть разделены на два основных типа: метрические и дюймовые.

Метрические соединители имели большую популярность во времена СССР. В современном мире они практически не применяются, однако иногда и на них находится спрос. Такие соединители имеют размеры, выраженные в миллиметрах, и маркируются как "MM" или "metric". К ним относятся следующие типы соединителей: I, II, III, IV, V, VII, VIII, IX. Характеристики некоторых из оговоренных типов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Типы соединения	Сечение волновода D/d, мм	Волн. сопр. Z_0, Ом	Верхняя граница рабочего диапазона, ГГц
I	2,4/1,04	50	50,0
III	7,0/3,04	50	18,0
VII	–/2,3	75	3,0
IX	3,5/1,52	50	26,5

На сегодняшний день в соединителях по всему миру в соответствии со стандартом ANSI B1.1 — 1982 первостепенно используется дюймовая резьба.

Такие размеры выражаются в дюймах и имеют маркировку "inch". К таким соединителям относятся типы: N, BNC, SMA, 3,5 мм, 7-16, TNC, SC, SMB. Характеристики некоторых из описанных типов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Типы соединения	Сечение волновода D/d, мм	Волн. сопр. Z_0, Ом	Верхняя граница рабочего диапазона, ГГц
N	7,0/3,04	50	18,0
BNC	6,5/–	50	3,0
SMA	3,5/1,52	50	26,5
7-16	16,1/7,0	50	7,0

Неуказанные диаметры в обеих таблицах высчитываются по формуле ниже, поскольку строго зависят от ε, диэлектрической постоянной:

$$Z_0 = \frac{60}{\sqrt{\varepsilon}} \ln \frac{D}{d},$$

где Z_0 — волновое сопротивление;

ε — диэлектрическая постоянная используемого диэлектрика.

Присоединительные размеры соединителей соответствуют ГОСТ РВ 51914-2002, ГОСТ 20265-83 и MIL-STD-348B.

В готовой радиочастотной сборке кабель является не менее важным компонентом и отвечает за передачу высокочастотного сигнала. По своей структуре кабели разнятся своим строением, но есть элементы, изображённые на рисунке 3, которые являются его неотъемлемой частью:

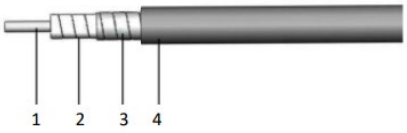


Рис. 3

1) Центральный проводник — это основной элемент кабеля, по которому передаются электромагнитные колебания. От него зависят удельное сопротивление, качество передаваемого сигнала и дальность передачи. Состоит из меди или омеднённой стали;

2) Изоляция — это защитный слой, который оберегает внутренний проводник от внешних факторов, таких как влага, ультрафиолет и перепады температур. Также обеспечивает соосность проводников. Изготавливается из полиэтилена, фторопласта или вспененного полиэтилена;

3) Наружный проводник (экран) выполняет функцию защиты внутреннего проводника от внешних статических и магнитных полей, обеспечивая помехоустойчивость кабеля и выполняя функцию заземления. Может быть выполнен из многожильной оплётки, сплошного материала или их комбинации для максимальной эффективности экранирования. Изготавливается, как и центральный проводник, из меди и омеднённой стали, поскольку их функции и характеристики совпадают;

4) Внешняя оболочка — это защитный слой, выполненный из прочных материалов, таких как ПВХ (поливинилхлорид), полиэтилен или фторопласт. Предназначен для изоляции и защиты кабеля от внешних физических, температурных и химических воздействий.

Помимо обязательных компонентов под особые условия эксплуатации и требования заказчика допустимо внедрение дополнительных слоёв в виде второго диэлектрика, оплётки, спирали, защиты от скручивания, но они будут выполнять опциональную функцию.

Также стоит отметить, что тенденции развития кабельных сборок стремительно движутся к расширению частотного диапазона и возможностям использовать максимальную длину кабеля. В связи с этим были разработаны фазостабильные кабельные сборки, которые обеспечивают стабильность вносимого фазового сдвига. Такие изделия изготавливаются по последним технологиям с использованием в качестве диэлектрика фторопласта низкой плотности LD-PTFE, обладающего высокой стабильностью фазы в пределах рабочих температур.

В качестве примера приведены параметры одного из фазостабильных кабелей. Эта модель относится к серии RM2. Со всеми её характеристиками можно ознакомиться в таблицах 3, 4, 5.

Таблица 3

Конструкция слоёв	Материал	Диаметр, мм
Центральный проводник	Посеребрённая медь	1,02
Диэлектрик	Фторопласт низкой плотности LD-PTFE	2,8
Внешний контакт	Посеребрённая медная лента	3,0
Внешняя оплётка	Посеребрённая медная оплётка	3,35
Внешний изолятор	фторэтиленпропилен	3,7

Таблица 4

Затухание (при 25 ºС); Мощность (при 40 ºС, КСВН = 1:1)					
f, ГГц	0,3	6	16	26,5	40
Затухание, дб/100м	17,3	80,1	134,3	176,1	220,5
Средняя мощность, Вт	940	203	121	93	74

Таблица 5

Характеристика	Значение
Сопротивление, Ом	50
Скорость распространения, %	82
Экранирование, Дб	>90
Предельная частота, ГГц	40
Выдерживаемое напряжение, В	900
Радиус изгиба (однократный), мм	18
Радиус изгиба (многократный), мм	36
Вес, г/м	33
Температурный диапазон, °С	-65…+165

Отдельного внимание заслуживают усиленные конструкции кабельных сборок, которые называются армированными. Технология выступает как самостоятельный слой и состоит из оплётки из нержавеющей стали, диэлектрической, а также наружной оболочек. Такое дополнение к конструкции сборки не только выполняет защитную функцию от механических повреждений, но и обеспечивает стабильность качества передачи сигнала и надёжность в процессе эксплуатации в нестандартных условиях окружающей среды. Несмотря на все положительные свойства армирования, главный его недостаток заключается в

жёсткости кабеля, исключающей любые изгибы, что в ходе эксплуатации может иметь критическое значение.

Технические характеристики кабельных сборок

Как и любое другое высокотехнологичное изделие, кабельные сборки зависят от качественного и эффективного взаимодействия между их внутренними составляющими. Каждый слой имеет свои назначение, функцию, расположение и оказывает значительное влияние на параметры всего изделия. Именно поэтому для обеспечения надежной передачи высокочастотных сигналов в кабельной сборке ключевым этапом является проектирование изделия с учётом всех структурных составляющих, которые влияют на него и формируют общие технические характеристики. Изделия классифицируются по множеству различных параметров, но есть базовый и универсальный набор, на который заказчики обращают внимание чаще остальных.

Одним из важнейших параметров кабельных сборок является максимальная рабочая частота, измеряемая в ГГц. Она выделяет верхнюю границу диапазона рабочих частот, до которой заявленные электрические характеристики удовлетворяют требованиям технических условий. Данный параметр зависит как от предельной частоты кабеля и соединителя, так и от неоднородностей в коаксиальном кабеле, приводящих к появлениям нежелательных волн высших порядков. Главные достоинства высоких предельных частот заключаются в том, что в кабельных сборках, поддерживающих высокие рабочие частоты, происходят расширение полосы пропускания канала связи и появляются возможности создавать изделия минимальных размеров. Кабельные сборки Радиомера проектируются для работы на частотах до 110 ГГц, что в полной мере отвечает спросу заказчиков. Верхнее граничное значение рассчитывается по следующей формуле:

$$f_{\text{кр}} \approx \frac{190{,}85}{\sqrt{\varepsilon}} \times (D + d),$$

где D — внутренний диаметр внешнего проводника;
d — внешний диаметр внутреннего проводника;
ε — диэлектрическая проницаемость изоляции.

Следующий эксплуатационный параметр, на который также важно обращать внимание — это однократный и многократный радиус изгиба кабеля, измеряемый в мм. Он обозначает минимальные значения, при которых кабель может быть согнут без повреждений и изменений всех прочих характеристик. Радиус изгиба кабельной сборки влияет на ее гибкость и долговечность. Данный параметр зависит от пластичности материала цепей передачи сигнала, размера изделия, а также жёсткости элементов кабельного сердечника. Измеряется экспериментально. Кабельные сборки проектируются для работы с разными радиусами изгиба, от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров, в зависимости от конкретных требований заказчика. Меньший радиус изгиба позволяет использовать кабельную сборку в компактных пространствах, а больший радиус изгиба хоть и обеспечивает небольшую гибкость, зато предоставляет устойчивость к механическим нагрузкам.

Ключевым условием пригодности для окружающей среды применения является диапазон рабочих температур кабельной сборки, измеряемый в °C. Этот параметр выделяет температурные пределы, в которых кабельная сборка должна гарантированно работать без перебоев. Этот фактор особо важен в местах и сферах человеческой деятельности, где существует риск опасности для обычных проводов, где безопасность имеет первостепенное значение. Диапазон рабочих температур зависит от теплостойкости изоляции кабеля, материала оболочки и конструкции соединителя. Широкий диапазон рабочих температур позволяет изделию работать надёжно в любых климатических условиях. Именно поэтому кабельные сборки Радиомера разрабатываются для работы в широком диапазоне температур, от -65°C до 200°C, что позволяет использовать их как в промышленных и коммерческих, авиационных и космических сферах деятельности.

Диаметры кабеля по оболочке и соединителей, измеряемые в мм, характеризуют наружные размеры всей кабельной сборки. Данный показатель зависит от номинального сечения жилы, а также всех прочих слоев, содержащихся в этом изделии. Кабельные сборки Радиомера изготавливаются для работы с диапазоном диаметров от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров. Выбор осуществляется из требований заказчика и тех условий, в которых изделие будет применяться. Меньший диаметр позволяет использовать кабельную сборку в компактных пространствах, а больший диаметр обеспечивает механическую прочность и долговечность.

Ключевое место среди технических характеристик занимает волновое сопротивление. Оно измеряется в Омах и представляет собой сопротивление, которое встречает электромагнитная волна в момент распространения по кабелю. Первостепенно данный параметр влияет на соотношение тока и напряжения в кабеле. Нарушение этого согласования ведет как к отражению сигнала, так и появлению потерь. Обычно кабельные сборки проектируются для работы с волновым сопротивлением 50 Ом, реже 75 Ом. Такие значения являются стандартным сопротивлением для большинства высокочастотных систем.

Прямые потери, измеряемые в дБ/м, являются одними из важнейших параметров. Данная характеристика определяется как ослабление сигнала при прохождении по радиочастотной сборке. Таких потерь не избежать, они всегда приводятся в документации. Важно отметить, что они происходят как в кабеле, так и в соединителях. Зависят от длины кабеля, его сечения и передаваемой по нему мощности. При этом данный показатель влияет на конечные показатели эффективности прохождения сигнала и уровень шума в линии. Рассчитывается по следующей формуле:

$$TA = \left(a \times \sqrt{f} + b \times f\right) \times l + 0{,}07 \times \sqrt{f},$$

где a и b — коэффициенты для расчёта потерь в кабеле из описания;
l — длина сборки в метрах;
f — частота в ГГц.

Самой популярной характеристикой любого радиотехнического оборудования является КСВН (коэффициент стоячей волны по напряжению). По своему определению этот коэффициент представляет собой отношение максимального напряжения к минимальному. Необходим для того, чтобы характеризовать степень согласования нагрузки с линией передачи. В кабельных сборках зависит как от соеди-

нителя, так и от кабеля. Обычно допустимые значения КСВН находятся в диапазоне от 1,1 до 2,0. На данный параметр влияют множество факторов, но первостепенное значение оказывают целостность кабельной сборки, отсутствие переходных соединителей, конструкция соединителей и способ его установки. На рисунке 4 изображён график КСВН фазостабильной кабельной сборки Radiomera R40.

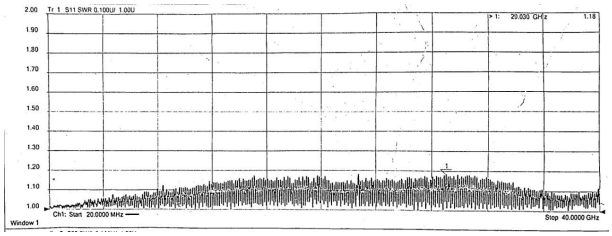


Рис. 4

Общие сведения о кабельных сборках Радиомера

Радиомера [1] — ведущая компания в области радиотехники, специализирующаяся на поставке контрольно-измерительного оборудования, автоматизированных рабочих мест поверителей, СВЧ компонентов, решений для радиоэлектронной промышленности. Радиомера установила себя как надежного партнера для компаний, работающих в секторе радиоэлектроники. Помимо этой деятельности, совместно с Южным Федеральным Университетом компания развивает проекты по разработке и производству радиоэлектронных устройств, в том числе усилителей мощности и кабельных сборок. Данное промышленное направление только набирает обороты, но в его деятельности уже прослеживаются большие перспективы.

Компания предлагает широкий спектр кабельных сборок на основе следующих кабелей [1].

Серия RM1: Фазостабильные кабели, адаптированные к механическим воздействиям (изгибу и скручиванию). Эти кабели спроектированы для обеспечения стабильной фазовой передачи сигнала в высокочастотных приложениях, с низкими потерями, высокой мощностью передачи и эффективным экранированием.

Серия RM2: Фазостабильные кабели с минимальными потерями, адаптированные к высоким температурам. Эти кабели предлагают превосходную производительность, с меньшими потерями, лучшей фазовой стабильностью и более высокой температурной устойчивостью, чем аналогичные кабели других производителей.

Серия RM3: Фазостабильные кабели для лабораторных измерений без «тефлонового колена», с минимальным КСВН, пористым диэлектриком и максимальным количеством изгибов. Эти кабели спроектированы для обеспечения стабильной фазовой передачи сигнала в лабораторных измерениях, с низкими потерями, высокой фазовой стабильностью и минимальной температурной зависимости.

Серия RM4: Гибкие фазостабильные кабели, бюджетная модификация. Эти кабели предлагают бюджетное решение для высокочастотных приложений, с низкими потерями, высокой надежностью и гибкостью.

Серия RM5: Фазостабильные супергибкие кабели с максимальным многократным радиусом изгиба. Эти кабели идеально подходят для мобильных и портативных систем связи, либо для внутренних приложений, где конструкция устройства сильно ограничивает прокладку кабеля.

Лабораторные фазостабильные измерительные кабельные сборки (VNA): Спроектированы для лабораторных измерений и других высокоточных приложений, требующих высокой фазовой стабильности и низких потерь.

Индивидуальные Кабельные Сборки: Радиомера также предлагает индивидуальные кабельные сборки, спроектированные для удовлетворения конкретных требований клиентов. Эти изделия могут быть адаптированы для удовлетворения конкретных электрических, механических и экологических запросов.

Кабельные сборки Радиомера находят широкое применение в различных сферах человеческой деятельности. Например, в телекоммуникациях они используются для обеспечения надежных и высокоскоростных соединений между устройствами.

Также кабельные сборки Радиомера активно применяются в системах передачи РЧ и микроволн, антенных системах, радарных и навигационных системах, системах спутниковой связи.

В аэрокосмической и оборонной промышленности кабельные сборки Радиомера используются в системах летательных аппаратов и космических кораблей, системах связи. В свою очередь в промышленной автоматизации они отвечают за соединения и управления устройствами в производственных системах, системах управления процессами, робототехнических и автоматизированных системах, промышленных сетях.

Высококачественные кабельные сборки спроектированы для удовлетворения любых, даже самых специфических требований каждой отрасли.

3. Заключение

Кабельные радиочастотные сборки играют решающую роль в обеспечении надёжной передачи сигналов в различных областях современной жизни. Компания Радиомера является одним из ведущих поставщиков высококачественных кабельных сборок, которые удовлетворяют самым высоким стандартам надёжности, долговечности и производительности.

Кабельные сборки этого бренда зарекомендовали себя в различных областях деятельности, что делает их хорошим решением современных радиотехнических задач.

4. Список литературы

[1] Radiomera [Электронный ресурс] / Radiomera Cable Assembly. — Режим доступа: https://radiomera.ru/precizionnye-kabelnye-sborki-pod-individualnyj-zakaz/

CABLE RADIO FREQUENCY ASSEMBLY: RESEARCH RADIOMERA SOLUTIONS FOR EFFICIENT SIGNAL TRANSMISSION

Gerasin V. S., Tertyshnikov V. B.
Scientific adviser: Tertyshnikov V. B.
Radiomera LLC, Russia

Abstract — RF cable assemblies supplied by Radiomera are reviewed. A study of technical characteristics and structural components was carried out with an emphasis on their application in modern radio systems.

Филиал ФГУП РТРС «Радиотелевизионный передающий центр республики Крым»

Крым, г. Симферополь, ул. Батурина, 13
Тел. 8-800-220-20-02

Обеспечение населения многоканальным вещанием с гарантированным предоставлением обязательных телерадиоканалов заданного качества, повышение эффективности функционирования телерадиовещания. Предоставление услуг на базе действующей вещательной сети и вывод на рынок ряда новых услуг, основанных на существующей и вновь создаваемой технико-технологической инфраструктуре.

Секция 1

РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ, СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В РЛС С СИНТЕЗИРОВАННОЙ АПЕРТУРОЙ НА БПЛА В УСЛОВИЯХ СЛУЧАЙНЫХ ВЕТРОВЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ

Макеев И. А., Петров Ю. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Петров Ю. В.
Балтийский государственный технический университет «Военмех» им. Д. Ф. Устинова, Россия
E-mail: makeev2402@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены основные методы и алгоритмы обработки информации активной радиолокации в радиолокационных станциях с синтезированной апертурой (РСА). Примерами методов выступают обработки в частотной, временной и смешанной областях, а также адаптивная обработка. В работе также представлены преимущества и недостатки каждого метода и проведен сравнительный анализ.

1. Введение

Из-за расширяющейся сферы применения легких беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), повышаются требования к качеству получаемой с их помощью информации. Однако из-за своих массогабаритных особенностей такие беспилотники сильно подвержены влиянию траекторных нестабильностей и ограничению на количество и качество полезной нагрузки. Одним из направлений повышения качества информации является разработка новых оптимальных способов обработки информации радиограмм на основе последних достижений в области теории анализа и синтеза радиотехнических систем.

2. Основная часть

На данный момент существует множество методов и алгоритмов обработки информации в радиолокаторах с синтезированной апертурой (РСА), каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Основными из которых являются.

1. Обработка в частотной области [1]:

— преимущества — быстрота и эффективность обработки;

— недостатки — не подходит для обработки сигналов с большой полосой пропускания и есть возможность появления артефактов изображения, таких как спектральные утечки.

2. Обработка во временной области [2]:

— преимущества — более гибкая обработка и возможность учитывать нестационарность сигнала;

— недостатки — сложная обработка, требующая больших вычислительных ресурсов.

3. Обработка в смешанной области [2]:

— преимущества – улучшается производительность по сравнению с обработкой в одной области и позволяет использовать преимущества обеих областей обработки;

— недостатки — сложная реализация и необходимость итеративного процесса.

4. Адаптивная обработка [3]:

— преимущества – улучшенные результаты обработки и высокая помехоустойчивость;

— недостатки — высокая вычислительная сложность и длительное время обработки.

Каждый из рассмотренных методов применяется в зависимости от характеристик сигнала, требуемого разрешения изображения, доступных вычислительных ресурсов и ограничений по времени обработки.

3. Заключение

Для РСА на БПЛА важно учитывать способность алгоритма компенсировать движение БПЛА, чтобы обеспечить высокое качество изображения. Адаптивные алгоритмы часто являются предпочтительным выбором, так как они могут обеспечить необходимую гибкость и точность для коррекции траекторных нестабильностей в реальном времени. Однако, в зависимости от конкретных требований и условий работы, может потребоваться комбинация различных подходов.

Дальнейшее развитие методов обработки направлено на разработку алгоритмов, основанных на методах машинного обучения и искусственного интеллекта, которые могут адаптироваться к изменяющимся условиям среды и помехам.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (НИР «Разработка и исследование методов управления группами автономных беспилотных летательных аппаратов на основе перспективных систем информационного обеспечения и взаимодействия между отдельными аппаратами в группе», FZWF-2024-0002).

4. Список литературы

[1] Воробьев, А. А. Широкополосный анализ и обработка сигналов в частотной области / А. А Воробьев, А. А Лебедев, Е.А. Негрозов // Технологии информационного общества. — Спецвыпуск T-Comm, 2009. — С. 134—135.

[2] Клочко, В. К. УДК 621.371 Частотно-временная обработка радиосигналов / В. К. Клочко, Б. Х. Ву // Труды Всерос. открытой науч. конф. «Современные проблемы дистанционного зондирования, радиолокации, распространения и дифракции волн», Муром, 2023. — С. 322— 327.

[3] Джиган, В. И. Адаптивная обработка сигналов: основы и некоторые предложения / В. И. Джиган // Труды Молодеж. школы-конф. «Проблемы дистанционного зондирования, распространения и дифракции радиоволн», Муром, 2021. — С. 5—21.

ANALYTICAL REVIEW OF METHODS AND ALGORITHMS FOR INFORMATION PROCESSING IN SYNTHETIC APERTURE RADAR ON UAVS UNDER CONDITIONS OF RANDOM WIND DISTURBANCES

Makeev I. A., Petrov Iu. V.
Scientific adviser: Petrov Iu. V.
Baltic State Technical University "VOENMEH" named after D. F. Ustinov, Russia

Abstract — The main methods and algorithms for processing active radar information in synthesized aperture radars are considered. Examples of methods are frequency, time, and mixed domain processing, as well as adaptive processing. In the paper, the advantages and disadvantages of each method are also presented, and a comparative analysis is provided.

ПАССИВНАЯ ПЕЛЕНГАЦИЯ БПЛА С ПОМОЩЬЮ SDR ПРИЁМНИКА

Петров Ю. В., Прошнов М. И.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Петров Ю. В.
Балтийский государственный технический университет «Военмех» им. Д. Ф. Устинова, Россия
E-mail: proshnov_mi@voenmeh.ru

Аннотация — В данном докладе представлен метод пассивной пеленгации беспилотных летательных аппаратов (БпЛА) с использованием программно-определяемого радиоприёмника (SDR) и применением метода MUSIC.

1. Введение

В последние годы беспилотные летательные аппараты (БпЛА) стали неотъемлемой частью многих сфер человеческой деятельности, таких как сельское хозяйство, экология, охрана правопорядка и многие другие. Однако, с увеличением числа БпЛА в воздушном пространстве возникают и новые проблемы, связанные с их обнаружением и идентификацией. Традиционные методы радиолокации часто требуют сложного и дорогостоящего оборудования, что делает их не всегда доступными. В этой связи пассивные методы обнаружения, основанные на использовании программно-определяемых радиоприёмников, приобретают всё большее значение. Пассивная пеленгация позволяет не только обнаруживать БпЛА, но и определять их направление и местоположение без активного излучения, что является важным в условиях ограниченных ресурсов и для повышения скрытности.

2. Основная часть

Программно-определяемый радиоприёмник представляет собой аппаратно-программный комплекс, в котором большинство функций обработки радиосигналов выполняются программно, что обеспечивает высокую гибкость и адаптивность. В данной работе использовался SDR-приёмник, способный работать в широком диапазоне частот и обеспечивать высокую разрешающую способность по времени и частоте.

Алгоритм пеленгации основан на анализе радиочастотных сигналов, испускаемых БпЛА. БпЛА обычно используют различные радиочастотные каналы для управления и передачи данных, что позволяет использовать эти сигналы для их обнаружения и определения направления на источник излучения.

Основные этапы алгоритма включают:

— сбор радиочастотных данных с помощью SDR-приёмника.

— предобработка сигналов для выделения полезных компонент и подавления шумов.

— вычисление направлений прихода сигналов с использованием методов корреляционного анализа и метода MUSIC (Multiple Signal Classification).

— определение направления на БпЛА

Принцип алгоритма MUSIC заключается в следующем.

Пусть *M* антенн (приёмников) принимают *L* сигналов. Сигналы, приходящие с различных направлений, суммируются на каждом приёмнике с различными фазовыми сдвигами, которые зависят от направления прихода сигнала и расстояний между антеннами. Сигнал, принимаемый *i*-й антенной, можно представить в виде следующего выражения

$$X = A * S + N,$$

где *X* — матрица наблюдаемых сигналов;

A =[a(θ_1) a(θ_2) … a(θ_d)] – матрица сканирующих векторов, a_i=exp(-j*u*m_i), m=0,1…(M-1), M-количество антенн, d — количество источников ЭМ волн, θ-угол направления прихода ЭМ волны;

S — матрица сигналов источников

N — матрица аддитивных шумов.

Строится ковариационная матрица наблюдаемых сигналов,

$$\mathrm{R} = X * X^{\mathrm{H}},$$

где $X^H(t)$ — эрмитово сопряжённая матрица *X*.

Далее вычисляются собственные вектора ковариационной матрицы *R*.

После этого строится MUSIC спектр для определения направлений прихода сигналов,

$$P_{MUS}(e^{j\omega}) = \frac{1}{\sum_{i=d+1}^{M} |a^H u_i|^2},$$

где a=[$e^{j0\omega}$ $e^{j1\ \omega}$…$e^{j(M-1)\ \omega}$]^T – вектор экспонент для частоты ω;

u_i – *i*-ый собственный вектор ковариационной матрицы *R*.

Направления прихода сигналов соответствуют пикам в MUSIC спектре. Чем выше пик, тем более вероятно наличие сигнала в данном направлении.

3. Заключение

В данной статье представлено использование метода MUSIC для пассивной пеленгации БпЛА с использованием SDR-приёмника. Предложенный метод позволяет с высокой точностью определять направление и местоположение БпЛА, при малых затратах на оборудование и расчёт прихода направления, что делает его перспективным для применения в различных практических задачах, таких как охрана объектов, мониторинг воздушного пространства и обеспечение безопасности.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (НИР «Разработка и исследование методов управления группами автономных беспилотных летательных аппаратов на основе перспективных систем информационного обеспечения и взаимодействия между отдельными аппаратами в группе», FZWF-2024-0002).

PASSIVE DIRECTION FINDING OF UAVS USING SDR RECEIVER

Petrov U. V., Proshnov M. I.
Scientific adviser: Petrov U. V.
Baltic State Technical University "VOENMEKH" named after D.F. Ustinov, Russia

Abstract — In this paper, a study of a passive direction finding method for unmanned aerial vehicles (UAVs) using a software-defined radio (SDR) receiver, using the MUSIC method, is presented.

ЮСТИРОВКА НАЗЕМНЫХ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА В КАЧЕСТВЕ ЭТАЛОННОЙ МИШЕНИ

Васильева В. А., Петров Ю. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Петров Ю. В.
Балтийский государственный технический университет «Военмех» им. Д. Ф. Устинова, Россия
E-mail: liza.vasileva2011@yandex.ru

Аннотация — В работе описывается методика юстировки наземных радиолокационных систем (РЛС), позволяющая с использованием беспилотного летательного аппарата (БПЛА) определять величины поправок для юстируемой РЛС по трём параметрам: дальность, угол места и азимут.

1. Введение

Из-за появления новых средств поражения наблюдается повышение требований к точности определения параметров траектории целей радиолокационными станциями. В связи с этим ставится задача разработки методики юстировки наземных РЛС ближнего радиуса действия.

2. Основная часть

Разработанная методика заключается в определении и оценке разностей между параметрами опытной траектории БПЛА, полученными юстируемым средством, и соответствующими параметрами эталонной траектории этого же БПЛА. Рассматриваемыми параметрами являются дальность, азимут и угол места, которые полностью описывают движение наблюдаемого объекта в трёхмерном пространстве.

Данная методика предполагает наличие высокоточных координат РЛС и параметров движения БПЛА, которые определяются с помощью сигналов глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС).

Основные положения методики юстировки:

— в качестве объекта используется БПЛА с установленным на нем бортовым навигационным приёмником ГНСС;

— на юстируемой РЛС также находится навигационный приёмник ГНСС;

— РЛС измеряет координаты БПЛА;

— на РЛС поступают координаты БПЛА с бортового приёмника;

— по формулам 1—3 (представлены далее) вычисляют корректировки для юстируемой РЛС по дальности, азимуту и углу места.

На рис. 1 схематично показано расположение юстируемой РЛС и БПЛА, информация от которого используется для юстировки.

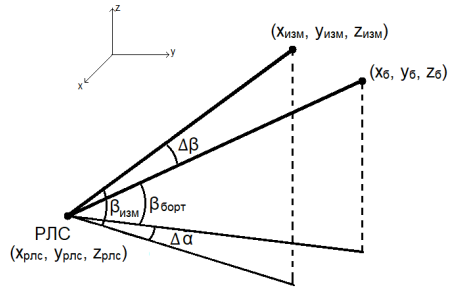


Рис. 1

На рисунке и в расчётных формулах используются следующие обозначения:

— координаты РЛС — $x_{рлс}$, $y_{рлс}$, $z_{рлс}$;

— координаты БПЛА, измеренные РЛС — $x_{изм}$, $y_{изм}$, $z_{изм}$;

— бортовые координаты БПЛА (эталонные) — $x_б$, $y_б$, $z_б$.

Поправка по азимуту юстируемой РЛС определяется по формуле [1]

$$\Delta\alpha = arctg\frac{y_{изм}-y_{рлс}}{x_{изм}-x_{рлс}} - arctg\frac{y_б-y_{рлс}}{x_б-x_{рлс}}. \quad (1)$$

Поправка по углу места юстируемой РЛС определяется по формуле:

$$\Delta\beta = arctg\frac{z_{изм}-z_{рлс}}{d_{изм}} - arctg\frac{z_б-z_{рлс}}{d_б}, \quad (2)$$

где $d_{изм}$ и $d_б$ — горизонтальные дальности от РЛС до местонахождения БПЛА по данным, измеренным РЛС, и от РЛС до местонахождения БПЛА по бортовым данным.

Поправка по дальности определяется по формуле

$$\Delta d = \sqrt{(x_б - x_{рлс})^2 + (y_б - y_{рлс})^2 + (z_б - z_{рлс})^2} - \sqrt{(x_{изм} - x_{рлс})^2 + (y_{изм} - y_{рлс})^2 + (z_{изм} - z_{рлс})^2} \quad (3)$$

3. Заключение

Таким образом, разработана методика юстировки наземных радиолокационных систем, позволяющая с использованием беспилотного летательного аппарата определять величины поправок для юстируемой РЛС по трём координатам.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (НИР «Разработка и исследование методов управления группами автономных беспилотных летательных аппаратов на основе перспективных систем информационного обеспечения и взаимодействия между отдельными аппаратами в группе», FZWF-2024-0002).

4. Список литературы

[1] Пат. № 2527939 Российская Федерация, МПК G01S 7/40 (2006.01). Способ юстировки радиолокационных станций / Савватеев В. С., Сухов В. В.: заявитель ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей». — № 2012148571 ; заявл. 15.11.2012 ; опубл. 10.09.2014. — 6 с.

ALIGNMENT OF GROUND-BASED RADAR SYSTEMS USING UNMANNED AERIAL VEHICLE AS REFERENCE TARGETS

Vasileva V. A., Petrov IU. V.
Scientific adviser: Petrov IU. V.
Baltic State Technical University "VOENMEH" named after D.F. Ustinov, Russia

Abstract — In the paper, a technique for adjusting ground-based radar systems is described. The technique allows using an unmanned aerial vehicle to determine the correction values for the adjusted radar according to three parameters: range, angle of location and azimuth.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ СИГНАЛОВ, ОТРАЖЁННЫХ ОТ ПОДВИЖНЫХ ПРОТЯЖЁННЫХ НАДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ВЫХОДЕ РЛС ОБЗОРНОГО ТИПА

Кузьмин В. А., Поляшева В. В.
Черноморское высшее военно-морское орденов Нахимова и Красной Звезды училище имени П. С. Нахимова, Россия
E-mail: kuz_va56@mail.ru

Аннотация — На основе математического моделирования получены формульные зависимости, позволяющие моделировать эквивалентные сигналы в виде последовательности пачек импульсов с различной длительностью, которые соответствуют энергетике реальных сигналов, отражённых от подвижных протяжённых надводных объектов (ПНО) на выходе РЛС обзорного типа с числом импульсов в принятом сигнале от 10 до 50.

1. Введение

При решении задач моделирования сигналов, отражённых от подвижных ПНО, необходимо учитывать изменчивость их длительности [1], обусловленную изменением координатных параметров дальности, курса и пеленга на траектории движения.

Решение задачи формирования сигналов, которые учитывают изменение их длительности на интервале наблюдения, будет способствовать решению задач моделирования сигналов, отражённых от подвижных ПНО в реалном масштабе времени.

2. Основная часть

В качестве модели сигналов, отражённых от протяжённых надводных объектов на выходе РЛС обзорного типа, представим в виде последовательности пачек импульсов (U_{nj}, j=1..L — количество пачек принятых сигналов за время наблюдения), которые имеют эквивалентную (симметричную) изменяющуюся во времени экспоненциальную огибающую [2]:

$$U_{nj} = \sum_{j=1}^{L} \sum_{i=1}^{N_j} U_{mj} \exp\left\{ - k_{ej} \left(\frac{i - (N_j + 1)/2}{N_j} \right)^2 \right\}, \quad (1)$$

где i=1..N_j — количество принятых импульсов в j-ой пачке за время наблюдения $t_н = T_u \cdot N_j$, T_u — период следования зондирующих импульсов; U_{mj} — максимальное значение амплитуды огибающей в **j**-ой пачке ; k_{ej} — коэффициент экспоненты огибающей j-ой пачки.

Для формирования эквивалентной огибающей (1) с заданными параметрами (учитывающую форму огибающей) используем коэффициент пропорциональности k_z [2]:

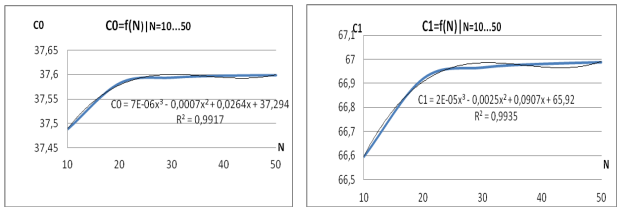
$$k_z = \frac{\sum_{i=1}^{N} U_{i-н}}{N}, \quad (2)$$

где $U_{i-н} = \frac{U_i}{U_m}$ — нормированные значения амплитуд импульсов в пачке.

По результатам математического моделирования выражения (1) вычислены значения k_z согласно выражению (2) в интервале изменений ke=0,01…35, получены графики зависимости $k_e=f(k_z)|k_z$=0,54…0,99 для N=10…50, ΔN=10, апроксимированные полимиальными [3] функциями второго порядка (k_e=0,01..10) и $k_e=f(k_z)|k_z$=0,29…0,54 для N=10…50, ΔN=10 аппроксимированные степенными функциями (k_e=10..35).

Результаты вычисленных значений коэффициентов C0, C1, C2 для полученных полимиальных функций и значения коэффициентов C0, p для степенных функций от числа импульсов в пачке (N) показаны соответственно на рис. 1 и рис. 2.

а) б)



в)

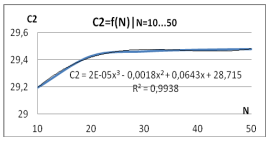


Рис. 1

а) б)

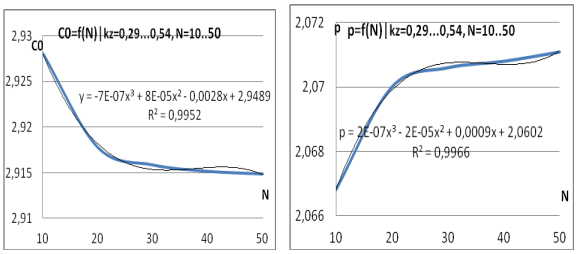


Рис. 2

3. Заключение

Полученные результаты формульной зависимости коэффициентов для полимиальных и степенных функций позволяют моделировать сигналы, отражённые от подвижных ПНО, в диапазоне изменений числа импульсов в принятой пачке от 10 до 50 соответствующих по энергетики реальным сигналам с достаточно небольшими ошибками.

4. Список литературы

[1] Винокурова, В. И. Морская радиолокация. — Под ред. В. И. Винокурова. — Л. : Судостроение, 1986. — 256 с.
[2] Андросова, Ю. В. Модель эквивалентной огибающей сигналов, отражённых от протяжённых надводных объектов на выходе РЛС обзорного типа / Ю. В. Андросова, В. А. Кузьмин // Современные проблемы радиоэлектроники и телекомуникаций «РТ-2022», СевГУ, 2022. — С. 48.
[3] Кендалл, М. Дж. Многомерный статистический анализ и временные ряды / М. Дж. Кендалл, А. Стюарт. — М. : Наука, 1976. — 736 с.

SIMULATION OF EQUIVALENT SIGNALS REFLECTED FROM MOBILE EXTENDED SURFACE OBJECTS AT THE RADAR OUTLET OVERVIEW TYPE

Kuzmin V. A., Polyasheva V. V.
Black Sea Higher Naval School named after P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — Based on the mathematical modeling, formulas to simulate equivalent signals in the form of pulse packets with different durations were obtained for the output of a survey-type radar with the pulses' number of received signal from 10 up to 50.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ НА ОСНОВЕ РОЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Крылова М. А., Сотникова Н. В., Страхов С. Ю.
Балтийский государственный технический университет «Военмех» им. Д. Ф. Устинова, Россия
E-mail: krylova_ma@voenmeh.ru

Аннотация — Рассматривается применение системы электромагнитного анализа для исследования характеристик распределенной антенной решетки, сформированной роем беспилотных летательных аппаратов.

1. Введение

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) приводят к революционным изменениям в аэрокосмическом секторе, предоставляя доступные и относительно недорогие воздушные платформы для выполнения различных задач в масштабах, которые не всегда возможно выполнить с помощью традиционных решений.

Микро-БПЛА представляют собой универсальную основу для реализации антенных систем с фазированной решеткой, позволяющую распределять несколько антенных элементов в пространстве с высокой скоростью, мобильностью и гибкостью. Размещение отдельных антенных устройств на одиночных дронах и использование группы (роя) таких летательных аппаратов для формирования антенной решетки потенциально может стать прорывной технологией.

2. Основная часть

Распределенная фазированная решетка на основе роя БПЛА представляет собой комбинацию группы летающих микро-БПЛА, каждый из которых оснащен одним небольшим антенным элементом. Предлагается использовать планарные излучатели, обладающие небольшим весом и малой стоимостью изготовления.

Для прогнозирования диаграммы направленности такой сложной распределенной антенной структуры предлагается использовать программное обеспечение для электромагнитного анализа. В рамках выполнения НИР разработана методика моделирования антенных решеток (АР), основанная на решении систем дифференциальных и/или интегральных уравнений для определения физических величин и характеристик в исследуемых структурах.

Ключевой особенностью организации АР на основе БПЛА является то, что расстояние между центрами летательных аппаратов должно выбираться так, чтобы минимизировать вероятность столкновения аппаратов в полёте. Но также важно учитывать взаимодействие антенных ячеек друг на друга и появление нежелательных боковых лепестков в диаграмме направленности, возникающее из-за интерференции от периодически расположенных источников излучения [1].

Чтобы избежать больших расстояний между излучателями предлагается располагать БПЛА на различных уровнях относительно друг друга. Фрагмент антенной решетки показан на рис. 1; на нём расстояние между элементами d_0, БПЛА смещены на расстояние Δz в направлении z.

В ходе анализа антенной структуры, образованной группой из тридцати девяти БПЛА, выяснено, что благодаря возможности перестроения роя (оптимизации формы АР) возможно получать диаграммы направленности (ДН), обладающие одним лепестком (рисунок 2, слева) даже с условием того, что расстояние между отдельными излучателями больше длины волны. Также можно добиться ДН с двумя лепестками (рисунок 2, справа) для организации канала узконаправленной ретрансляции связи.

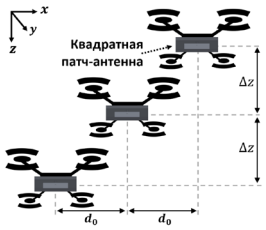


Рис. 1

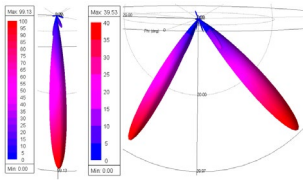


Рис. 2

3. Заключение

Определение основных характеристик АР в результате моделирования по разработанной методике существенно сокращает экономические и временные затраты, по сравнению с традиционными «бумажными» методами проектирования АР. Моделирование доказало возможность применения роя БПЛА для создания активной антенной решетки для решения определенного круга задач.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (НИР «Разработка и исследование методов управления группами автономных беспилотных летательных аппаратов на основе перспективных систем информационного обеспечения и взаимодействия между отдельными аппаратами в группе», FZWF-2024-0002).

4. Список литературы

[1] Антенные решетки : учеб. пособие / В. В. Смирнов, А. А. Сорокин, С. Ю. Страхов, Н. В. Сотникова ; под ред. В. В. Смирнова. — СПб. : Балтийский гос. технич. ун-т (БНТУ) им. Д. Ф. Устинова «Военмех», 2014. — 81 с.

ELECTROMAGNETIC MODELING OF A DISTRIBUTED ANTENNA ARRAY BASED ON A SWARM OF UNMANNED AERIAL VEHICLES

Krylova M. A., Sotnikova N. V., Strakhov S. Yu.
Baltic State Technical University "VOENMEH" named after D.F. Ustinov, Russia

Abstract — The application of an electromagnetic analysis system to study the characteristics of a distributed antenna array formed by a swarm of unmanned aerial vehicles is considered.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОДСТРОЙКИ АЗИМУТА АНТЕННЫ ДЛЯ СВЯЗИ С БПЛА

Концова О. А., Егоров В. В.
Научный руководитель: Егоров В. В.
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Россия
E-mail: di4ka2000@gmail.com

Аннотация — В работе рассмотрены основные частоты для связи с беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) и объяснена концепция создания следящего устройства.

1. Введение

В современном мире для связи с БПЛА используются широконаправленные антенны в диапазоне частот от 900 МГц до 5,8 ГГц для обеспечения непрерывного приёма сигнала с любого направления. При этом в широкую диаграмму направленности (ДН) приёмной антенны попадают мешающие сигналы (естественного или искусственного происхождения), которые могут нарушить приём.

Для снижения влияния этого фактора целесообразно делать ДН антенны меньшей ширины, однако при этом возрастает риск потери БПЛА в случае его выхода за пределы ДН.

В работе предлагается создание следящей системы, поворачивающей антенну в направлении БПЛА по азимуту и обеспечивающей постоянное нахождение БПЛА в узком луче ДН антенны.

2. Основная часть

Для решения поставленной задачи целесообразно отталкиваться от концепции моноимпульсной радиолокации, иллюстрируемой рис. 1.

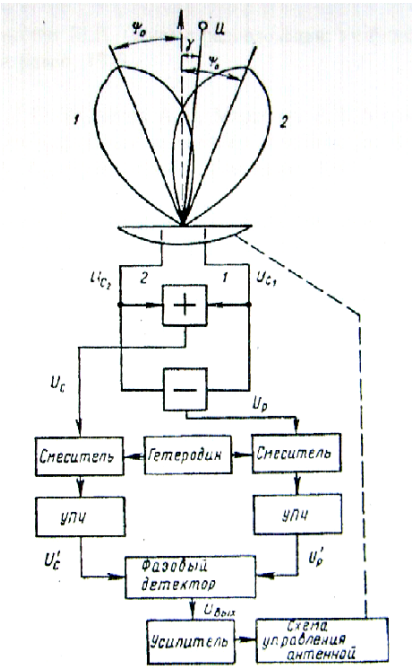


Рис. 1

При таком подходе на поворотной по азимуту стойке устанавливаются две идентичные антенны, сигнал с которых проходит по разностному и суммарному каналам.

Применительно к данной задаче ввиду широкой полосы возможных частот БПЛА обеспечение разностного сигнала с точностью до фазы несущей частоты не представляется возможным, поэтому функцию разностного канала можно заменить системой оценки мощности принимаемого сигнала на нужной частоте по каждой антенне.

При отклонении луча прихода сигнала от равносигнального направления баланс в точке приёма от двух антенн будет нарушаться, что даёт системе информацию о том, в какую сторону необходимо поворачивать антенну для достижения равенства мощностей сигнала на каждой антенне. Сигнал суммарного канала при этом может применяться как раз для приёма информации непосредственно с борта БПЛА уже на достаточно узкую ДН антенны.

На базе СКБ-4 МАИ реализован стенд, состоящий из передатчика, имитирующего сигнал БПЛА, и приёмника, выполненного по супергетеродинной схеме и имеющего возможность двухканального приёма с двух антенн. Эксперименты показали, что при работе в условиях малых переотражений данная система осуществляет поворот антенны в сторону передатчика с высокой точностью.

3. Заключение

Эксперименты показали значительное влияние отраженного сигнала на точность работы системы. Данная проблема может быть решена путём применения спиральных антенн, обеспечивающих круговую поляризацию и позволяющую исключить чётные переотражения сигнала. Работы будут продолжены в данном направлении.

4. Список литературы

[1] Бондарев, А. Н. Обзор беспилотных летательных аппаратов общего пользования и регулирования воздушного движения БПЛА в разных странах / А. Н. Бондарев, Р. В. Киричек // Информационные технологии и телекоммуникации. — 2016. — Т. 4. — № 4. — С. 13—23.

[2] Король, Д. Г. Антенна для малого быстро развертываемого переносного комплекса управления беспилотным летательным аппаратом / Д. Г. Король // Труды МАИ. – 2023. – № 197. — С. 28—34.

[3] Генералов, А. Г. К вопросу о построении остронаправленной перенацеливаемой бортовой антенны космических аппаратов // Вопросы электромеханики. Труды ВНИИЭМ. — 2018. — Т. 164. — № 3. — С. 26—31.

SYSTEM FOR AUTOMATIC ADJUSTMENT OF THE AZIMUTH OF ANTENNA FOR COMMUNICATION WITH THE UAV

Kontsova O. A., Egorov V. V.
Scientific adviser: Egorov V. V.
Moscow Aviation Institute (national research university), Russia

Abstract — In the paper, the main frequencies for communication with unmanned aerial vehicles (UAVs) is considered. And the concept of creating a tracking device is explained.

РАЗРАБОТКА ПАССИВНОЙ СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Клименко Ю. А., Преображенский А. П.
Воронежский институт высоких технологий, Россия
E-mail: klm71165@mail.ru

Аннотация — В статье представлена разработка пассивной системы позиционирования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) на основе применения комплекса акустического контроля воздушного пространства для определения их наличия, а также расчета высоты, скорости и направления полета. Приведена схема размещения средств комплекса акустического контроля.

1. Введение

Пассивные акустические средства обнаружения летательных аппаратов стали впервые применяться более 100 лет назад, ещё на заре развития современной авиации. Главной проблемой применения данных средств всегда являлось наличие высокого уровня звуковых помех, которая в настоящее время может успешно решаться с помощью применения методов цифровой обработки акустических сигналов.

2. Основная часть

При работе данных средств может использоваться широкий спектр звуковых волн от инфразвука до ультразвуковых колебаний.

Можно предположить, что дальность акустического обнаружения летательных аппаратов будет весьма небольшой, всего несколько километров, а в неблагоприятных условиях и того меньше. Но ориентировочная дальность действия, например, малых БПЛА не превышает 2—5 км [1].

С помощью акустических средств обнаружения можно определять такие параметры полёта БПЛА, как азимут и угол места, дальность расположения, радиальную скорость и т.д. [2].

А применение двухканальной структуры построения акустических антенн позволит использовать методы обратного синтеза апертуры для повышения разрешения по азимуту и триангуляции для точного измерения расстояния до БПЛА.

В состав комплекса пассивной системы определения позиционирования БПЛА входит система акустического обнаружения БПЛА (рис. 1)

Система акустического обнаружения БПЛА (САО БПЛА) состоит из датчиков акустического контроля воздушного пространства (ДАК ВП), предназначена для выявления движения БПЛА методом выявления звуковых сигнатур в окружающем воздушном пространстве, а также определения параметров БПЛА:

— обработка информации о звуковом состоянии воздушного пространства;

— выявление факта пересечения БПЛА заданной области;

— проведение идентификации БПЛА путём выявления звуковых сигнатур летательного объекта для определения его типа;

— определение расчёта параметров и прогнозирования направления, высоты, скорости полета БПЛА;

— определение и расчёт параметров и прогнозирование направления (маршрута) движения БПЛА;

— определение и расчёт параметров и прогнозирование высоты полета БПЛА;

— определение и расчёт параметров и прогнозирование скорости полета БПЛА;

— определение и расчёт массы груза, перевозимого БПЛА.



Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, предложенная разработка комплекса пассивной системы определения позиционирования позволяет выявлять БПЛА и позволяет определять с высокой точностью тип летательного аппарата, высоты, направления (маршрута) и скорости его движения полета, а также производить расчет массы груза, перевозимого БПЛА.

4. Список литературы

[1] Довгаль, В. А. Анализ безопасности роя дронов, противостоящего атакам злоумышленников / В. А. Довгаль, Д. В. Довгаль // Дистанционные образовательные технологии: сб. трудов V междунар. науч.-практич. конф., отв. ред. В. Н. Таран. — Симферополь, 2020. — С. 372—377.

[2] Chen, X. Review of Unmanned Aerial Vehicle Swarm Communication Architectures and Routing Protocols / X. Chen, J. Tang, S. Lao // Applied Sciences. — 2020. — Vol. 10. — Iss. 10. — 3661 p.

DESIGN OF A PASSIVE SYSTEM FOR DETERMINING POSITION OF UNMANNED AERIAL VEHICLE

Klimenko Yu. A., Preobrazhensky A. P.
Voronezh Institute of High Technologies, Russia

Abstract — In the paper, the design of a passive system for determining the positioning of unmanned aerial vehicles is presented. The system is based on the use of an airspace acoustic monitoring complex to determine their presence, as well as calculate the altitude, speed and direction of flight. A diagram of the placement of the acoustic monitoring complex is provided.

РАЗРАБОТКА ПАССИВНОЙ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ОТ БПЛА

Клименко Ю. А., Преображенский А. П.
Воронежский институт высоких технологий, Россия
E-mail: klm71165@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен вопрос разработки и создания системы пассивной защиты от БПЛА для защиты объектов различной инфраструктуры. Приведено описание самой системы, а также составляющих ее элементов. Приведены схемы структуры и возможные формы конфигурации при применении.

1. Введение

Данная разработка сделана на основе использования опыта в период Великой Отечественной Войны 1941—1945 г.г. по борьбе с самолетами бомбардировочной авиации нацистской Германии в битве за Москву. Применение аэростатов значительно затруднило маневренность самолетов и при этом повысило эффективность зенитной артиллерии, что в конечном итоге резко снизило результативность бомбардировок. В связи с большими потерями авиационной техники противник был вынужден отказаться от массированных авиационных налетов на Москву.

2. Основная часть

В настоящее время защита от БПЛА не имеет едино выстроенной комплексной системы защиты [1]. Данная система пассивной защиты предназначена для надежного прикрытия объектов различной инфраструктуры важных объектов (склады, мосты, электростанции и др.).

Размещаются элементы системы на различных дистанциях от объектов (примерно от 1 до 10 км) и высотах (от 1 м до 2—3 км). Данная система имеет регулируемую конфигурацию защитных зон [2].

Система состоит из следующих основных элементов (рис. 1):

— воздушных аэростатов, которые представляют собой надувные элементы различной формы, наполняемые легким инертным газом, и предназначены для подъема тросов с защитными сетями на заданную высоту;

— тросов крепления сетей, которые предназначены для надежной фиксации аэростатов и защитных сетей;

— защитных сетей, которые представляют собой плетеную конструкцию из прочных синтетических нитей с ячейками размером, примерно, 500×500мм, и предназначены для улавливания, обездвиживания и фиксации путем механического воздействия на элементы БПЛА;

— подъёмных механизмов, предназначенных для фиксации и удерживания тросов крепления, а также регулирования высоты подъема элементов системы на заданную высоту;

— устройство интеллектуального управления (УИУ) предназначено для организации размещения элементов системы в воздушном пространстве, обеспечения их взаимодействия в автоматическом или ручном режиме. УИУ обеспечивает различные виды позиционирование элементов системы. По команде оператора системы может производится реконфигурация расположения элементов как по форме, так и по высоте.

Схема системы пассивной защиты от БПЛА представлена на рис. 1.

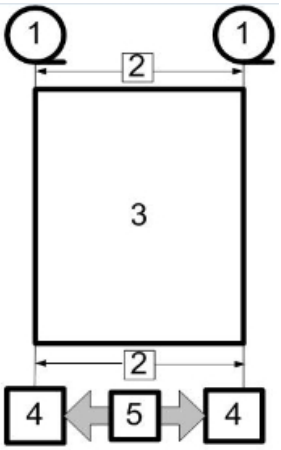


Рис. 1

Схема вариантов конфигурации системы ПЗ приведена на рис. 2 (а, б, в, г.)

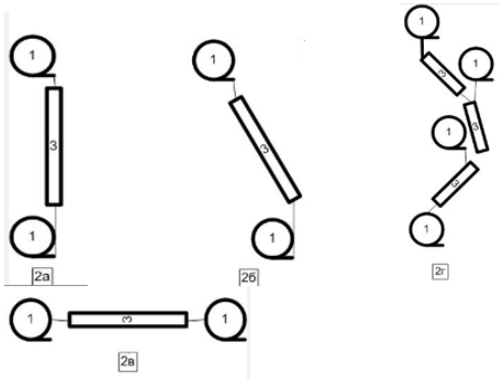


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, разработана система пассивной защиты от БПЛА, приведен состав основных элементов и приведено их краткое описание назначения и способов применения.

4. Список литературы

[1] Довгаль, В. А. Анализ безопасности роя дронов, противостоящего атакам злоумышленников / В. А. Довгаль, Д. В. Довгаль // Дистанционные образовательные технологии: сб. трудов V междунар. науч.-практич. конф., отв. ред. В. Н. Таран. — Симферополь, 2020. — С. 372—377.

[2] Chen, X. Review of Unmanned Aerial Vehicle Swarm Communication Architectures and Routing Protocols / X. Chen, J. Tang, S. Lao // Applied Sciences. — 2020. — Vol. 10. — Iss. 10. — 3661 p.

DESIGN OF A PASSIVE ANTI-UAV DEFENSE SYSTEM

Klimenko Yu. A., Preobrazhensky A. P.
Voronezh Institute of High Technologies, Russia

Abstract — The issue of design and creation of a passive protection system for preserving military and civil infrastructure facilities is considered. A description of the system itself and its constituent elements is given. Schemes of the structure and possible configuration forms during application are given.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МОДЕЛЕЙ ОБОРУДОВАНИЯ РАДИОСВЯЗИ НА СУДНЕ

Ермаков Н. А., Мельников А. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Мельников А. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: neoermakov@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены основные современные средства радиосвязи в ОВЧ диапазоне на судне. Проведен сравнительный анализ качества функционирования конкретных моделей радиоустановок на основе критерия эффективности.

1. Введение

Прогресс в развитии информационного обмена в мореплавании приводит к росту появления различных моделей судовых радиоэлектронных средств (РЭС). Качество их функционирования определяется по большей части уровнем действующих помех, которые не учитываются при определении эффективности работы РЭС на этапе проектирования [1].

Цель исследования заключается в расчете качества функционирования конкретных моделей РЭС с учетом побочного излучения и уровня шума, а также в проведении сравнительного анализа полученных критериев эффективности.

2. Основная часть

В качестве показателя эффективности функционирования системы связи с помощью радиотелефонии может быть использовано соотношение мощности основного излучения Ри к суммарной мощности шума Рш и побочного излучения Рп, т.е. q = Рпс / (Рш + Рп). Данная формула применима и к судовым средствам радиосвязи ОВЧ. Расчётные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Модель оборудования	Мощность основного излучения, Вт	Мощность шума, мВт	Мощность побочного излучения, мкВт
JRC JHS-800S	25	2,5	< 3,125
Samyung STR-6000A	25	2,5	2,5
Sailor 6248	21	0,53	2
Furuno FM8900S	25	0,46	2

Значения побочного и основного излучений получены из руководств пользователя судового радиокоммуникационного оборудования. Для расчета мощности шума каждой модели использовалась формула отношения сигнал-шум [2]. Полученные значения критериев эффективности каждой модели внесены в таблицу 2.

Таблица 2.

Модель оборудования	Показатель эффективности
JRC JHS-800S	9987
Samyung STR-6000A	9990
Sailor 6248	39473
Furuno FM8900S	54112

Как видно из данных таблицы 2, показатели эффективности станций ОВЧ сильно различаются по мере изменения значений мощности шума. Несмотря на то, что в реальных условиях данные показатели при достаточно малом различии не будут сильно влиять на эффективность работы, разница в итоговых расчетах доказывает необходимость больше уделять внимание мощности шума и побочному излучению на этапе проектирования судовой РЭС.

Для функционирования системы связи наличие помех эквивалентно ухудшению *q* на ту долю, на которую её уменьшает знаменатель (*Рш+Рп*), т.е. наличие помехи эквивалентно изменению параметров приемника по шумам в указанное количество раз.

Обеспечение требуемого качества функционирования в целом должно основываться на поддержании характеристик отдельных средств в заданных пределах, а также устранении нежелательного взаимодействия между отдельными средствами как элементами комплекса. Для РЭС такое влияние проявляется в виде взаимных системных электромагнитных помехах.

3. Заключение

Произведены расчеты качества функционирования различных моделей судовых радиостанций ОВЧ на основе критерия эффективности. Обнаружено, что наличие помехи эквивалентно изменению параметров приемника по шумам. Рекомендовано проводить более тщательную подготовку РЭС на этапе проектирования в отношении учета влияния мощности шума и побочного излучения на конечные показатели эффективности рабочих моделей радиостанций.

4. Список литературы

[1] Ефанов, В. И. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем : учеб. пособие / В. И. Ефанов, А. А. Тихомиров. — Т. 2012. — 227 с.
[2] Отношение сигнал/шум [Электронный ресурс] / Википедия. — Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Отношение_сигнал/шум (дата обращения: 09.08.2024).

COMPARATIVE ANALYSIS OF QUALITY INDICATORS OF VARIOUS MODELS OF RADIO COMMUNICATION EQUIPMENT ON A SHIP

Ermakov N. A., Melnikov A. V.
Scientific adviser: Melnikov A. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The main modern means of radio communication in the VHF range on board a vessel are considered. A comparative analysis of the quality of operation of specific models of radio installations is carried out based on the efficiency criterion.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЖИМА «НАЛОЖЕНИЕ РАДАРА» В СОВРЕМЕННОЙ СУДОВОЙ РЛС

Палаев С. В., Палаев И. С.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Палаев С. В.
Черноморское высшее военно-морское орденов Нахимова и Красной Звезды училище имени П. С. Нахимова, Россия
E-mail: spalaiev@yahoo.com

Аннотация — Проведено исследование режима наложения изображений в современной судовой РЛС с помощью навигационного тренажера.

1. Введение

При изменении условий плавания не может оставаться неизменным и режим использования судовой радиолокационной станции (РЛС) как основного источника радиолокационной информации [1]. При этом одним из путей повышения безопасности мореплавания является широкое внедрение автоматических систем, таких как АИС, ЭКНИС, РЛС и комплексирование (сопряжение) информации.

2. Основная часть

Режим «радарный оверлей» в современной судовой РЛС — это наложение на электронную карту дисплея ЭКНИС радиолокационного изображения с навигационной РЛС, а также целей от АИС (рис.1).



Рис. 1

Для достижения цели работы разработан комплект задач — различных тактических ситуаций с разными районами плавания, которые затем проигрывались на навигационном тренажере. При этом, фиксировалась информация на дисплее ЭКНИС и ИКО РЛС и, как бы по слоям и в целом.

Так, на рис. 2 показана электронная карта на дисплее ЭКНИС.



Рис. 2

На рис. 3 показана электронная карта с АИС-целью на дисплее ЭКНИС.



Рис. 3

На рис. 4 показан режим «радарный оверлей» на электронной карте дисплея ЭКНИС.

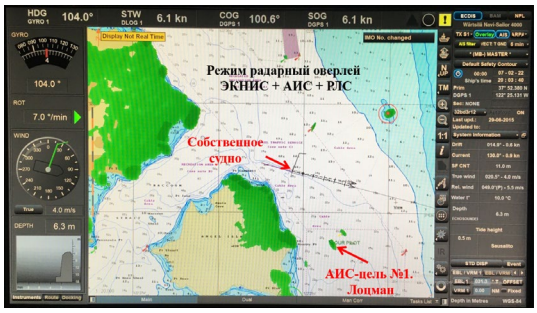


Рис. 4

Достоинствами режима наложения изображения, исходя из практических испытаний, являются:

— дублирование РЛС на фоне электронной карты;

— оперативность наблюдения за обстановкой на одном дисплее ЭКНИС;

— лёгкость восприятия интегрированной информации от разных источников (РЛС, АИС, ЭКНИС);

— возможность оперативного контроля работоспособности АИС и РЛС.

3. Заключение

Наличие функции наложения в современных судовых РЛС является крайне важным и полезным дополнением, т.к. позволяет значительно облегчить работу на ходовом мостике.

4. Список литературы

[1] Песков, Ю. А. Практическое пособие по использованию САРП / Ю. А. Песков. — М. : Транспорт, 1995. — 224 с.

EXPERIMENTAL STUDIES OF RADAR OVERLAY MODE IN THE MODERN SHIP'S RADAR

Palaev S. V., Palaev I. S.
Black Sea Higher Naval School named after P. S. Nakhimov; Russia

Abstract — The study of the image overlay mode in a modern ship's radar with the help of a navigation simulator has been carried out.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНОГО КАНАЛА СВЯЗИ, ФУНКЦИОНИРУЮЩЕГО В СООТВЕТСТВИИ СО СТАНДАРТОМ IEEE 802.15.4

Титов К. Д., Лазовой Д. Р., Крюков Е. Р., Гусаков Д. А., Корчагин Ю. Э.
Научный руководитель: д-р физ.-мат. наук, доц. Корчагин Ю. Э.
Воронежский государственный университет, Россия
E-mail: titovkd@gmail.com

Аннотация — Проведено экспериментальное исследование эффективности сверхширокополосного канала связи, функционирующего в соответствии со стандартом IEEE 802.15.4. Выполнен анализ влияния параметров приемопередатчиков на вероятности ошибок при функционировании в реальном канале связи с дальностью в 2,5 км.

1. Введение

В настоящее время во многих приложениях радиосвязи и позиционирования (локального местоопределения) используются приемопередающие модули, построенные на базе чипов Qorvo DW1000 [1], функционирующие в соответствии со стандартом IEEE 802.15.4 [2]. При этом предельная дальность связи, заявляемая производителем, составляет не более 300 метров. В интересах ее увеличения можно использовать согласованные по полосе частот усилители и направленные антенны, однако в литературе отсутствуют соответствующие результаты оценки предельно достижимых дальностей связи. Таким образом, в интересах обоснования достижимых характеристик современными сверхширокополосными (СШП) модулями, актуальной задачей является оценка эффективности функционирования СШП канала связи в зависимости от его параметров.

2. Основная часть

Экспериментальные исследования проводились при дистанции связи 2,5 км при наличии прямой видимости между передатчиком и приемником. К выходу передатчика подключался усилитель, обеспечивающий усиление передаваемого сигнала на 30 дБ. Затем подключалась одна из нескольких типов передающих направленных антенн: рупорная антенна П6-23А (коэффициент усиления 20 дБи), рупорная антенна с диэлектрическим заполнением (коэффициент усиления 10 дБи) или логопериодическая антенна (коэффициент усиления 5 дБи). На приемной стороне использовались различные типы всенаправленных антенн, а также аналогичная логопериодическая антенна.

На вход передатчика подавалось 1000 пакетов данных, сформированных в соответствии со стандартом IEEE 802.15.4, при этом каждый пакет данных содержал в себе 1020 бит полезной информации. В ходе исследования изменялись следующие параметры канала, регламентированные стандартом:

— частотный канал: 1 (3494,4 МГц), 2 (3993,6 МГц), 3 (4492,8 МГц);

— скорость передачи данных: 110, 850, 6800 кбит/с;

— частота повторения импульсов: 16, 64 МГц;

— длина преамбулы: 64, 1024, 2048, 4096 бит.

На приемной части измерялись вероятности пакетных и битовых ошибок в каждом из режимов функционирования, а также для каждой пары антенн. Результаты проведенных исследований показывают, что лучшую эффективность показывают пара в виде стационарной передающей направленной рупорной антенны и приемной всенаправленной антенны. При такой конфигурации минимизируется влияние пространственного положения приемника на характеристики канала передачи. В случае стационарного размещения приемника и передатчика возможно использование двух рупорных антенн, что существенно повышает бюджет радиоканала, но данная конфигурация неприменима для мобильных абонентов.

Наилучшие показатели эффективности канала достигаются при скорости передачи данных 110 кбит/с, частоте повторения импульсов 64 МГц и длине преамбулы 4096 бит. Смена частотного канала практически не влияет вероятности ошибок при условии его согласования с диапазонами рабочих частот усилителя и антенны. С ростом скорости передачи и уменьшении частоты повторения импульсов и длины преамбулы вероятности пакетной и битовой ошибок увеличиваются вплоть до невозможности установления канала связи.

3. Заключение

При функционировании радиолинии с двумя рупорными антеннами на дальности в 2,5 км обеспечивается скорость передачи данных до 6,8 Мбит/с при вероятности пакетной ошибки до 2×10^{-3}. При использовании всенаправленной антенны на приемной стороне вероятность пакетной ошибки 10^{-1} достигается только при скорости передачи данных 110 кбит/с. Таким образом, проведенный анализ позволяет определить направления развития СШП приемопередающих модулей и подтверждает достижимые на текущем этапе характеристики канала связи.

4. Благодарности

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-21-00452, https://rscf.ru/project/23-21-00452/.

5. Список литературы

[1] DW1000 3.5 - 6.5 GHz UWB Transceiver IC with 1 Antenna Port [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.qorvo.com/products/p/DW1000.

[2] IEEE Standard for Low-Rate Wireless Networks — Amendment 1: Enhanced Ultra-Wideband (UWB) Physical Layers (PHYs) and Associated Ranging Techniques, 2020. — 173 p.

EXPERIMENTAL STUDY OF EFFECTIVENESS OF ULTRA-WIDEBAND COMMUNICATION CHANNEL OPERATING IN ACCORDANCE WITH THE IEEE 802.15.4 STANDARD

Titov K. D., Lazovoy D. R., Kryukov E. R.,
Gusakov D. A., Korchagin Yu. E.
Scientific adviser: Korchagin Yu. E.
Voronezh State University, Russia

Abstract — An experimental study of the effectiveness of an ultra-wideband communication channel operating in accordance with the IEEE 802.15.4 standard has been conducted. The analysis of the influence of the parameters of the transceivers on the probability of errors when operating in a real communication channel with a range of 2.5 km is performed.

НЕЙРОСЕТЕВОЙ АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНОГО КВАЗИРАДИОСИГНАЛА С НЕИЗВЕСТНОЙ МОДУЛИРУЮЩЕЙ ФУНКЦИЕЙ

Корчагин Ю. Э., Титов К. Д.
Научный руководитель: д-р физ.-мат. наук, доц. Корчагин Ю. Э.
Воронежский государственный университет, Россия
E-mail: korchagin@phys.vsu.ru

Аннотация — Выполнены синтез и статистическое моделирование нейросетевого алгоритма обнаружения сверхширокополосного квазирадиосигнала с неизвестными амплитудой, начальной фазой и модулирующей функцией. Предложены квазиправдоподобный и нейросетевой способы преодоления априорного незнания модулирующей функции.

1. Введение

Задача обнаружения сигнала с неизвестными параметрами является классической и безусловно актуальна в практических приложениях статистической радиофизики, теории связи, радио- и гидролокации, радиоэлектронной борьбы. Синтез и анализ оптимальных алгоритмов обнаружения в условиях априорной параметрической неопределённости выполнен для различных видов сигналов и шумов [1,2]. В частности, исследованы обнаружители сверхширокополосных (СШП) квазирадиосигналов (КРС) с неизвестными амплитудой, начальной фазой, длительностью. Однако зачастую условия генерации и распространения СШП КРС приводят к необходимости приёма таких сигналов при неизвестной модулирующей функции. В данной работе исследованы несколько подходов к решению задачи обнаружения СШП КРС с неизвестными амплитудой, начальной фазой и модулирующей функцией.

2. Основная часть

Предполагалось, что доступна наблюдению реализация аддитивной смеси полезного СШП КРС

$$s(t,a,\varphi)=\begin{cases} af(t)\cos(\omega t-\varphi), & 0\le t\le\tau \\ 0, & t<0,\ t>\tau \end{cases} \qquad (1)$$

и гауссовского белого шума, где a,φ,τ — амплитуда, начальная фаза и длительность; $f(t)$ — нормированная к 1 модулирующая функция $\max f(t)=1$. Соотношение длительности сигнала τ и частоты гармонического заполнения не позволяют считать сигнал (1) узкополосным, то есть условие $\tau\omega/2\pi > 1$ не выполняется.

Максимально правдоподобный (МП) алгоритм обнаружения СШП КРС при известной модулирующей функции исследован в [3]. Если функция $f(t)$ априори неизвестна, вместо неё при формировании решающей статистики можно использовать некоторую ожидаемую функцию $g(t)$, которая играет роль опорного сигнала в алгоритме обнаружения. Тем самым получим квазиправдоподобный (КП) алгоритм, который обладает наилучшей эффективностью функционирования лишь при совпадении $g(t)=f(t)$. В остальных случаях КП обнаружитель существенно проигрывает МП алгоритму обнаружения.

Снизить вероятности ошибок обнаружения можно, подобрав надлежащим образом опорный сигнал $g(t)$. В работе предложено два способа улучшения эффективности обнаружения. Первый заключается в представлении опорного сигнала в виде ряда ортогональных функций с последующей максимизацией решающей статистики по неизвестным параметрам, входящим в этот ряд. Этот способ оказывается весьма трудоёмким при программной реализации алгоритма обнаружения. Второй способ основан на применении нейросети с предварительным её обучением на некотором объёме реализаций, наблюдаемых данных.

Для формирования опорного сигнала была выбрана сеть радиально-базисных функций, которая позволяет выполнить аппроксимацию дискретных отсчётов опорного сигнала $g(t)$ на основе суммы радиально симметричных функций, параметры которых подбираются в процессе обучения. Было выполнено обучение и статистическое моделирование работы нейросети, найдены зависимости вероятностей ошибок от отношения сигнал/шум.

3. Заключение

Нейросетевой алгоритм обнаружения, обученный на совокупности реализаций смеси сигнала и шума, превосходит в эффективности функционирования КП алгоритм, синтезированный для ожидаемой модулирующей функции. Оба способа преодоления априорного незнания модулирующей функции показывают примерно одинаковую эффективность. При этом КП алгоритм требует максимизации решающей статистики в ходе принятия решения, а нейросетевой обнаружитель — предварительного обучения.

4. Благодарности

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-21-00452, https://rscf.ru/project/23-21-00452/.

5. Список литературы

[1] Тихонов, В. И. Оптимальный приём сигналов / В. И. Тихонов. — М. : Радио и связь, 1983. — 320 с.
[2] Теория обнаружения сигналов / П.С. Акимов [и др.] ; под ред. П. А. Бакута. — М. : Радио и связь, 1984. — 440 с.
[3] Трифонов, А. П. Обнаружение сверхширокополосного квазирадиосигнала на фоне белого шума / А. П. Трифонов, П. Е. Руднев // Изв. вузов. Радиофизика, 2009. — Т. 52. — № 9. — С. 749 — 760.

NEURAL NETWORK ALGORITHM OF DETECTION OF UWB QUASI-RADIO SIGNAL WITH UNKNOWN MODULATING FUNCTION

Korchagin Yu. E., Titov K. D.
Scientific adviser: Korchagin Yu. E.
Voronezh State University, Russia

Abstract — The synthesis and statistical modeling of a neural network algorithm were performed for detecting an UWB quasi-radio signal with unknown amplitude, initial phase and modulating function. The quasi-likelihood and neural network methods of overcoming a priori uncertainty of the modulating function were proposed.

ОБНАРУЖЕНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ С НЕИЗВЕСТНЫМИ ДЛИТЕЛЬНОСТЯМИ И ПЕРИОДОМ ПОВТОРЕНИЯ

Корчагин Ю. Э., Титов К. Д.
Научный руководитель: д-р физ.-мат. наук, доц. Корчагин Ю. Э.
Воронежский государственный университет, Россия
E-mail: titovkd@gmail.com

Аннотация — Синтезирован алгоритм обнаружения последовательности сверхширокополосных квазирадиосигналов с неизвестными длительностями и периодом повторения на фоне гауссовского белого шума. Найдены характеристики обнаружения последовательности сверхширокополосных квазирадиосигналов.

1. Введение

Сверхширокополосные (СШП) сигналы находят широкое применение в радиолокационной и телекоммуникационной технике. Среди множества СШП сигналов выделяют отдельный класс — СШП квазирадиосигналы (КРС), структура которых подобна узкополосным радиосигналам, но условие относительной узкополосности для них не выполняется [1].

В работе [1] рассмотрена задача обнаружения последовательности СШП КРС с неизвестной длительностью. В силу особенностей процесса распространения сигнала в беспроводном канале, а также из-за возможной неточности модели на приёмной стороне может также оказаться неизвестным период повторения сигналов в последовательности. Таким образом, необходимо исследовать алгоритмы обнаружения последовательности СШП КРС на фоне гауссовского белого шума при наличии априорной неопределенности относительно двух информативных параметров — длительности каждого импульса в последовательности и периода их повторения.

2. Основная часть

В работе рассмотрен квазиправдоподобный (КП) алгоритм обнаружения последовательности СШП КРС с неизвестными амплитудой, начальной фазой, длительностью и периодом повторения, наблюдаемой на фоне гауссовского белого шума.

Для синтеза КП алгоритма обнаружения последовательности СШП КРС с неизвестными параметрами использовался метод максимального правдоподобия [2]. В работе рассматривался случай, когда неизвестные параметры независимо друг от друга меняются от импульса к импульсу, т.е. некогерентная последовательность СШП КРС. Предполагалось, что вместо неизвестных амплитуды и начальной фазы использовались их ожидаемые значения. Располагая принятой реализацией, представляющей аддитивную смесь полезного сигнала и шума, обнаружитель формирует логарифм функционала отношения правдоподобия последовательности импульсов, сравнивает его с порогом, который выбирается в соответствии с заданным критерием оптимальности, и выносит решение о наличии или отсутствии полезного сигнала [2]. Аналогично [3] вместо неизвестной длительности и периода повторения импульсов можно использовать их оценки максимального правдоподобия.

Несмотря на то, что каждый СШП сигнал в последовательности имеет небольшое отношение сигнал-шум (ОСШ), вся последовательность будет иметь достаточно большое значение ОСШ, что позволяет оценить неизвестные параметры с высокой апостериорной точностью. Для этого достаточно исследовать поведение сигнальной функции в малой окрестности истинных значений неизвестных параметров. С использованием метода локально-марковской аппроксимации [1, 3] находим выражения для дисперсий оценок максимального правдоподобия длительности и периода повторения импульсов в последовательности.

Для упрощения структуры приемника возможно использовать КП алгоритмы — полагая, что один из неизвестных параметров может принимать значения из априорного интервала. Также, при обработке последовательностей обычно полагают, что число импульсов в ней известно. В случае приема последовательности с неизвестным числом импульсов синтезированный алгоритм будет являться квазиоптимальным. Аналогично [3] можно рассчитать проигрыш в эффективности обнаружения, обусловленным точностью оценки одного или нескольких информационных параметров.

3. Заключение

В работе синтезирована структура обнаружителя последовательности СШП КРС с неизвестными длительностями и периодом повторения, получены выражения для характеристик обнаружения вероятности ложной тревоги и вероятности пропуска сигнала. Неизвестная длительность, период повторения и число импульсов в принимаемой последовательности приводит к снижению эффективности обнаружителя. С ростом числа импульсов в последовательности вероятность пропуска сигнала уменьшается.

4. Благодарности

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-21-00452, https://rscf.ru/project/23-21-00452/.

5. Список литературы

[1] Корчагин, Ю. Э. Обнаружение последовательности сверхширокополосных квазирадиосигналов на фоне шума / Ю. Э. Корчагин, К. Д. Титов. — Нижний Новгород : Изв. вузов. Радиофизика, 2020. — Т. 63. — С. 619—632.
[2] Тихонов, В. И. Оптимальный прием сигналов / В. И. Тихонов. — М. : Радио и связь. 1983. — 320 с.
[3] Трифонов, А. П. Оценка периода следования оптических импульсов / А. П. Трифонов, М. Б. Беспалова. — М. : Радиотехника, 1996. — № 5. — С. 60 — 63.

DETECTION OF ULTRA-WIDEBAND QUASI-RADIO SIGNALS SEQUENCE WITH UNKNOWN ARRIVAL TIME AND PERIOD

Korchagin Yu. E., Titov K. D.
Scientific adviser: Korchagin Yu. E.
Voronezh State University, Russia

Abstract — An algorithm for detecting the sequence of ultra-wideband quasi-radio signals with an unknown arrival time and period against the background of Gaussian white noise is synthesized. The characteristics of detecting a sequence of ultra-wideband quasi-radio signals are obtained.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ, ОПТИМАЛЬНЫХ ДЛЯ ЗОНДИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ ИХ РАДИОИЗОБРАЖЕНИЯ

Корчагин Ю. Э., Титов К. Д.
Научный руководитель: д-р физ.-мат. наук, доц. Корчагин Ю. Э.
Воронежский государственный университет, Россия
E-mail: titovkd@gmail.com

Аннотация — Выполнен анализ моделей сигналов, оптимальных для зондирования объектов с малой эффективной площадью рассеяния. Определены параметры сверхширокополосных сигналов, влияющих на характеристики получаемых радиоизображений и способы их оптимизации.

1. Введение

В настоящее время большинство радиолокационных систем являются узкополосными и работают на основе сигналов с гармонической несущей. Применение сверхширокополосных (СШП) сигналов позволяет улучшить характеристики таких систем. Так, уменьшение пространственной длительности сигнала способствует повышению разрешающей способности радара, а увеличение рабочей полосы спектра используемого сигнала приводит к увеличению его информационной емкости. Это в свою очередь позволяет повысить число определяемых параметров лоцируемой цели и построить ее радиоизображение. При этом в литературе отсутствует обоснование выбора оптимальной модели СШП сигнала, позволяющей с одной стороны использовать перечисленные преимущества таких сигналов, и обеспечивать требуемую дальность зондирования с другой.

2. Основная часть

В интересах повышения дальности локации и радиосвязи в работе [1] предложена модель разрывного СШП квазирадиосигнала (КРС), позволяющая одновременно использовать преимущества узкополосных радиосигналов и сверхкоротких импульсов. Поскольку основным параметром, определяющим СШП КРС, является параметр узкополосности [1], можно сделать вывод о том, что модель СШП КРС является наиболее общей и включает в себя все известные модели сигналов – узкополосные, широкополосные, сверхширокополосные радио-, видеосигналы, как совокупность частных случаев в зависимости от численного значения параметра узкополосности и наличия гармонической составляющей.

В работе [1] выполнено исследование влияния параметра узкополосности на характеристики передачи и приема СШП КРС. При получении радиоизображения на разрешающую способность существенное влияние будет оказывать пространственная длительность сигнала и крутизна фронтов импульса. Кроме того, на характеристики излучения СШП КРС оказывает влияние начальная фаза сигнала, обуславливающая смещение максимума функции спектральной плотности от нулевой частоты, где излучение будет неэффективным. Из анализа спектральной плотности сигнала в зависимости от значений начальной фазы СШП КРС можно определить оптимальные соотношения параметра узкополосности и начальной фазы, при которых достигается наибольшее значение спектральной плотности на заданной частоте.

Как показано в [1, 2], эффективность обработки СШП КРС существенно зависит от параметра узкополосности. С его ростом, т.е. переходом к модели широкополосного и узкополосного сигналов, его влияние снижается, вплоть до полной независимости. При этом зависимость любой характеристики обработки СШП КРС [2] от параметра узкополосности имеет гармонический характер и разброс значений вероятности ошибки в зависимости от значений начальной фазы может достигать нескольких порядков. При этом, может оказаться, что оптимальные значения параметра узкополосности и начальной фазы для излучения СШП КРС могут соответствовать низкой эффективности анализируемого алгоритма обработки сигнала. Таким образом, в зависимости от характеристик передатчика и приемника необходимо решать задачу поиска оптимальных параметров для одновременного обеспечения максимума спектральной плотности при минимуме вероятности ошибок (при решении задачи обнаружения) и характеристик оценки параметров (при решении задач измерения параметров) сигнала.

3. Заключение

Проведенный анализ показывает, что для повышения эффективности зондирования объектов при получении их радиоизображения необходимо использовать модель разрывного СШП КРС. При этом, для выбора оптимальных параметров таких сигналов необходимо одновременно исследовать эффективность их излучения и приема.

4. Благодарности

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-19-00891, https://rscf.ru/project/24-19-00891/.

5. Список литературы

[1] Корчагин, Ю. Э. Оценка влияния параметров сверхширокополосных радиосигналов на характеристики их приема и передачи / Ю.Э. Корчагин, К.Д. Титов, Е.Э. Головацкая // Журнал радиоэлектроники. — 2023. — № 2. — URL: https://doi.org/10.30898/ 1684-1719.2023.2.2

[2] Корчагин, Ю. Э. Синтез и анализ алгоритмов обработки сверхширокополосных квазирадиосигналов / Ю. Э. Корчагин, К. Д. Титов. — Воронеж : Издат. дом ВГУ, 2019. — 128 с.

STUDY OF PARAMETERS OF ULTRA-WIDEBAND SIGNALS OPTIMAL FOR SENSING OBJECTS FOR RADIO IMAGE OBTAINING

Korchagin Yu. E., Titov K. D.
Scientific adviser: Korchagin Yu. E.
Voronezh State University, Russia

Abstract — The analysis of signal models suitable for probing objects with a small effective scattering area is performed. The parameters of ultra-wideband signals affecting the characteristics of the received radio images and the method of their optimization are determined.

АНАЛИЗ ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ЦИФРОВОГО ИМПУЛЬСНОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ АЗИМУТА РСБН

Коваленко П. М., Дытынчук А. М., Орлюк Д. О., Поляков А. Л.
Научный руководитель: канд. техн. наук, с. н. с. Поляков А. Л.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: belkasqiroll@gmail.com

Аннотация — радиотехнические системы ближней навигации (РСБН) являются важным средством обеспечения безопасности воздушного движения. В работе проанализированы пути повышения точности определения азимута цели цифровым измерителем азимута РСБН.

1. Введение

Организация воздушного движения является сложной задачей требующей применения различных технических средств.

Особое место в линейке применяемых средств занимают различные радиотехнические средства в общем и радиотехнические средства ближней навигации, в частности. [1,2]

2. Основная часть

Структурная схема цифрового измерителя азимута РСБН показана на рис. 1.

Главный источник погрешностей цифрового измерителя — сигналы, отражённые от различных объектов.

Искажения результатов измерений вызывают те отраженные сигналы, которые создают мешающее напряжение $U_{отр}$, по времени совпадающее со срезом первого импульса азимутального сигнала АС. Такая ситуация возможна для объектов, азимут которых α_0 лежит в пределах $\alpha\text{-}0{,}5\phi_{0,5} < \alpha_0 < \alpha\text{+}0{,}5\phi_{0,5}$, где $\phi_{0,5}$ — суммарная ширина двух лепестков ДН1.

Погрешность измерения азимута при частоте вращения ДН1, равной $\Omega_{вр}$, и длительности среза импульса АС, равной $\tau_с$, составляет

$$\Delta\alpha = \Omega_{вр}\tau_с\left(\frac{\Delta U}{0{,}9U_и}\right), \qquad (1)$$

где ΔU — приращение напряжения АС в точке отсчёта t_α из-за отражённого сигнала, а $U_и$ — амплитуда АС.

Как следует из (1), для повышения точности следует уменьшать скорость вращения ДН1 и увеличивать крутизну фронта импульса

$$S_с = 0{,}9U_и/\tau_с.$$

Уменьшение $\Omega_{вр}$ приводит к снижению темпа поступления информации и к возможности существенного изменения азимута ЛА за один оборот ДН1. Повышение крутизны $S_с$ достигается сужением ДН1, при этом также уменьшается вероятность одновременного появления отражающего сигнала объекта и ЛА в пределах ДН1. С учётом всех дестабилизующих факторов точность импульсного азимутального канала соответствует $2\sigma_\alpha \approx 0{,}25°$.

Кроме того, существенным источником погрешностей цифровом измерителе азимута является стабильность генератора счетных импульсов и шумы дискретизации [3, 4].

3. Заключение

Таким образом, для обеспечения необходимой точности определения азимута цели необходимо:

— обеспечение высокой крутизны среза импульсов;

— минимизация ширины диаграммы направленности антенны РСБН;

— выбор оптимальной скорости вращения антенны;

— применение высокостабильных генераторов счетных импульсов;

— оптимальный выбор разрядности АЦП для минимизации мощности шумов квантования.

4. Список литературы

[1] Казаринов, Ю. М. Радиотехнические системы: учебн. для вузов по спец. «Радиотехника» / Ю. П. Гришин [и др.] ; под ред. Ю. М. Казаринова. — М. : Высш. шк., 1990. — 496 с.
[2] Скольник, М Введение в технику радиолокационных систем / М. Скольник ; под ред. К. Н. Трофимова. — М. : Изд-во «Мир», 1965. — 746 с.
[3] Радиолокационные системы летательных аппаратов. Учебник для вузов гражданской авиации / П. С. Давыдов [и др.] ; под ред. П. С. Давыдова. — М. : Транспорт, 1977. — 352 с.
[4] Гринкевич, А. В. Радионавигация: учеб.-метод. пособие / А. В. Гринкевич. — Минск : БГУИР, 2018. — 214 с.

ACCURACY IMPROVEMENT OF DIGITAL AZIMUTH METER OF RSBN

Kovalenko P. M., Dytynchuk A. M., Orlyuk D. O., Polyakov A. L.
Scientific adviser: Polyakov A. L.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Short-range radio navigation systems (SRRS) are an important means of ensuring air traffic safety. In the paper, the ways to improve the accuracy of target azimuth determination by digital azimuth meter of RSNS are analyzed.

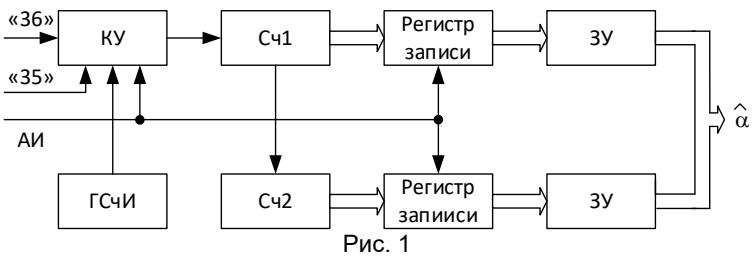


Рис. 1

АНАЛИЗ ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ДАЛЬНОМЕРНОГО КАНАЛА РАДИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ БЛИЖНЕЙ НАВИГАЦИИ

Коваленко П. М., Дытынчук А. М., Орлюк Д. О., Поляков А. Л.
Научный руководитель: канд. техн. наук, с. н. с. Поляков А. Л.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: belkasqiroll@gmail.com

Аннотация — радиотехнические системы ближней навигации (РСБН) являются важным средством обеспечения безопасности воздушного движения. В работе проанализированы пути повышения точности местоопределения летательного аппарата радиотехнической системой ближней навигации.

1. Введение

Повышение точности радионавигационных средств является одной важнейших задач. В полной мере это относится и к радиотехническим системам ближней навигации.

На текущий момент РСБН в общем обеспечивают измерение дальности с точностью ± 200 м и азимута с погрешностью 0,25°.[1,2]

2. Основная часть

Принцип действия РСБН иллюстрируется структурной схемой, показанной на рис 1.

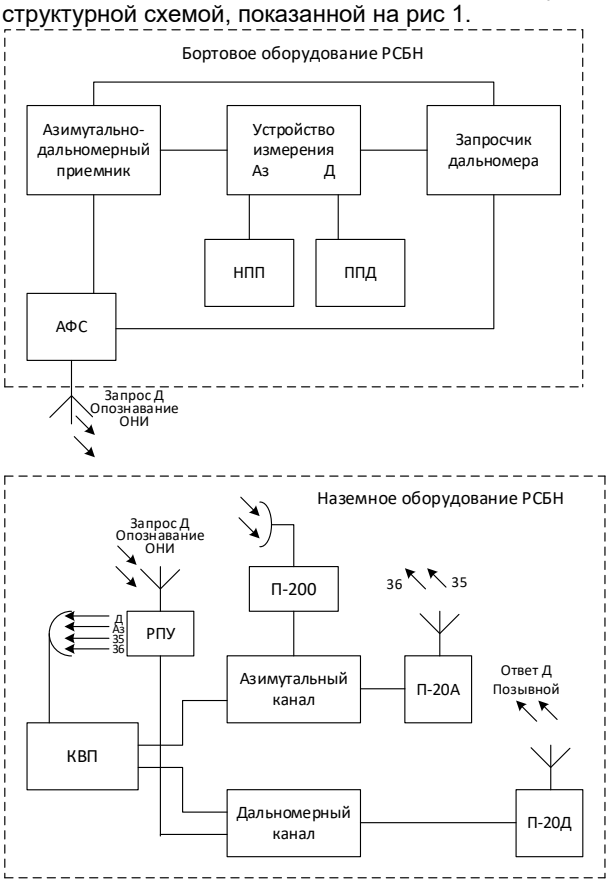


Рис. 1

Проведенный анализ дает основание полагать, что попытки повышения точности дальномерного канала систем ближней навигации имеют некую общую тенденцию, которая заключается прежде всего в использовании данных спутниковых радионавигационных систем (СРНС).

Общими недостатками таких подходов решения целевой задачи повышения точности дальномерного канала РСБН являются:

— необходимость задействования нескольких радиомаяков на земле для определения местоположения на борту определенного ЛА;

— необходимость наличия в бортовой ЦВМ данных точных координат привязки всех задействованных в работе маяков;

— отсутствие индикации местоположения ЛА на ответчике, что не позволяет включить эти ответчики в общую систему наблюдения за воздушной обстановкой, в том числе, на командно-диспетчерском пункте, что могло бы повысить безопасность полётов [3, 4].

В [5] предложено решение задачи высокоточного определения местоположения ЛА при в взаимодействии только с одним наземным маяком РСБН (мобильным или стационарным).

3. Заключение

Таким образом, проведен анализ возможных путей повышения точности местоопределения ЛА РСБН, который показал, что существующие пути модернизации так или иначе связаны с использованием информации СРНС. Наиболее предпочтительными техническими решениями являются те, которые позволяют работать только с одним ответчиком.

4.Список литературы

[1] Казаринов, Ю. М. Радиотехнические системы: учебн. для вузов по спец. «Радиотехника» / Ю. П. Гришин [и др.] ; под ред. Ю. М. Казаринова. — М. : Высш. шк., 1990. — 496 с.

[2] Скольник, М Введение в технику радиолокационных систем / М. Скольник ; под ред. К. Н. Трофимова. — М. : Изд-во «Мир», 1965. — 746 с.

[3] Радиолокационные системы летательных аппаратов. Учебник для вузов гражданской авиации / П. С. Давыдов [и др.] ; под ред. П. С. Давыдова. — М. : Транспорт, 1977. — 352 с.

[4] Гринкевич, А. В. Радионавигация: учеб.-метод. пособие / А. В. Гринкевич. — Минск : БГУИР, 2018. — 214 с.

[5] Пат. №2011146897/07, 11.11.2011. Бабурова С. В., Волчек Ю. Г., Гальперина Т. Г. Дальномерная радиотехническая система ближней навигации летательных аппаратов. / Пат. России RU 2478979 C1. 2013. Бюл. №10.

STUDY OF WAYS OF ACCURACY IMPROVEMENT FOR RANGEFINDER CHANNEL OF SHORT-RANGE NAVIGATION RADIO SYSTEM

Kovalenko P. M., Dytynchuk A. M., Orlyuk D. O., Polyakov A. L.
Scientific adviser: Polyakov A. L.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Radio-technical short-range navigation systems (RSNS) are an important means of ensuring air traffic safety. In the paper, the ways to improve the accuracy of aircraft positioning by radio-technical short-range navigation system are analyzed.

РАЗРАБОТКА ПОЛОСНО-ПРОПУСКАЮЩЕГО ФИЛЬТРА ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ 268—298 МГц

Филиппов М. Д., Беленко М. С., Иванюк Т. А.
Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: matveychik060704@gmail.com

Аннотация — Разработан полосно-пропускающий фильтр, состоящий из последовательно подключенных ФВЧ и ФНЧ фильтров в диапазоне 268—298 МГц. Созданы и представлены принципиальная схема и топология платы фильтра.

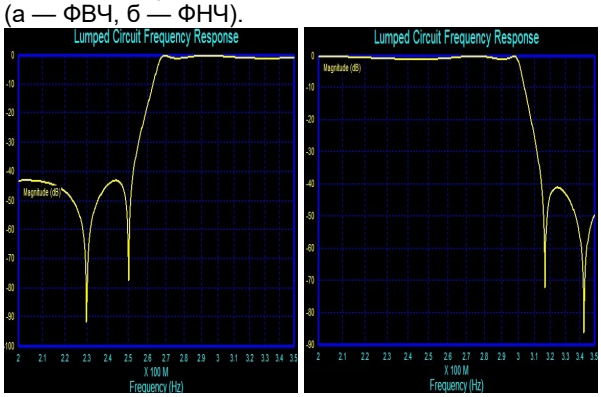
1. Введение

В наземных системах связи существует необходимость увеличения качества радиосвязи в сложной помеховой обстановке. Одним из способов реализации является полосно-пропускающий фильтр, уменьшающий уровень помех, образуемых соседними средствами излучения, в каналах связи путем подавления нежелательных сигналов.

В работе приводятся результаты расчета и синтеза полосно-заграждающего фильтра, реализованного через последовательное соединение ФВЧ и ФНЧ фильтров.

2. Основная часть

По заказу предприятия, занимающегося проектированием приёма-передающих систем, спроектирован полосно-пропускающий фильтр седьмого порядка, работающий в диапазоне 268—298 МГц. Схема фильтра синтезирована в программном пакете для создания фильтров *Filter* Solutions. Седьмой порядок обеспечивает крутой спад АЧХ на границах полосы пропускания и необходимое подавление в полосе подавления. Принято решение реализовать фильтр через два последовательно соединенных ФВЧ и ФНЧ фильтра. Результаты расчетов изображены на рис. 1 (а — ФВЧ, б — ФНЧ).



а) б)

Рис. 1

По полученным данным в САПР *Altium Designer* создана принципиальная схема (рис. 2) и топология платы фильтра (рис. 3). В принципиальной схеме для улучшения электрических параметров некоторые емкости замены на параллельно включенные две емкости [1]. При создании топологии платы фильтра приняты различные конструктивные решения. Катушки расположены перпендикулярно друг к другу для уменьшения их взаимодействия между собой. Для соединения слоев предусмотрены просверлены переходные отверстия. Для уменьшения кондуктивной наводки на нижнем слое создан контур, свободный от токопроводящего слоя.

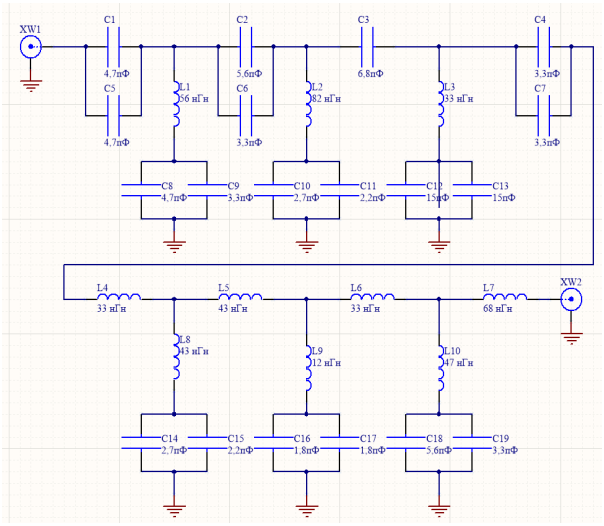


Рис. 2

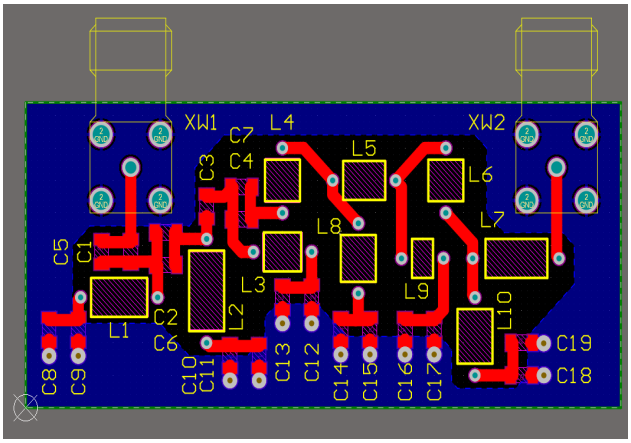


Рис. 3

3. Заключение

Таким образом, разработаны схема и топология платы полосно-пропускающего фильтра в соответствии с заданными параметрами: седьмой порядок и рабочий диапазон 268—298 МГц.

4. Список литературы

[1] Remote Control System For The Unmanned Floating Platform / Dudnikov S.Y., Vertegel V.V., Golovin V.V., Tyschuk Y.N. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall., Krasnoyarsk, Russian Federation, 2021. — P. 12130.

SYNTHESIS OF BAND-PASS FILTER IN THE 268—298 MHZ FREQUNCY RANGE

Filippov M. D., Belenko M. S., Ivanuk T. A.
Scientific adviser: Tyschuk Y. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A band-pass filter in 268-298 MHz frequency range containing low- and high-pass filters synthesis is considered. The schematic diagram and PCB topology are presented.

ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПОЛОСНО-ПРОПУСКАЮЩЕГО ФИЛЬТРА ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ 268—298 МГц

Филиппов М. Д., Беленко М. С., Иванюк Т. А.
Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: matveychik060704@gmail.com

Аннотация — В докладе представлена техническая реализация полосно-пропускающего фильтра, состоящего из двух последовательно-соединенных фильтров ФВЧ и ФНЧ в диапазоне 268-298 МГц. Реализована плата, полностью удовлетворяющая поставленной задаче.

1. Введение

Один из методов решения проблемы низкого качества радиосвязи в условиях помех — полосовой фильтр, который снижает уровень помех от соседних источников излучения, подавляя нежелательные сигналы в каналах связи. В докладе приводится расчет и синтез полосно-заграждающего фильтра, реализованного через последовательное соединение ФВЧ и ФНЧ фильтров.

2. Основная часть

На предыдущем этапе разработаны схема и топология фильтра, который затем изготовлен и настроен [1]. Произведен её монтаж. Использованы плиты необходимого номинала и типоразмера 0805, а в приложении *Coil*64 рассчитаны параметры катушек индуктивности:

- длина намотки;
- длина провода;
- число витков.

Необходимость в ручной намотке возникла из-за требования к динамической настройке индуктивностей контуров.

Далее по полученным данным изготовлены катушки индуктивности; для намотки использовался медный проводник диаметром 0,4 мм. Для входа и выхода платы были использованы разъемы типа *SMA*. Плата заказана на заводе по созданным файлам слоев *Gerber* и сверловки *Drill* и сделана из стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Плата изображена на рис. 1.

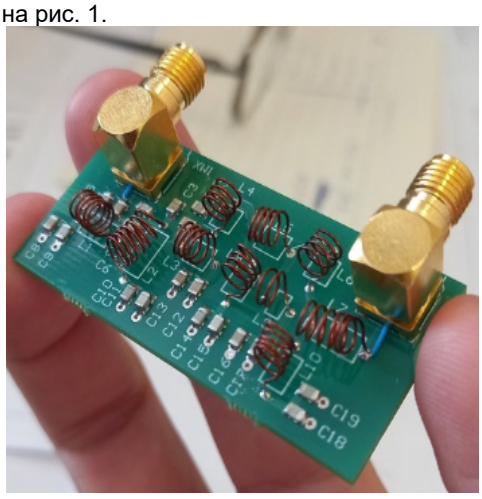


Рис. 1

После полного монтажа параметры не соответствовали расчетным, поэтому было принято решение осуществить настройку нечетного узла. Для этого изменялись межвитковый интервал катушек индуктивности и номиналы конденсаторов. Так же были отдельно настроены ФВЧ и ФНЧ через разделение контуров.

После настройки получили параметры, удовлетворяющие поставленные требования. На рис. 2 изображены частотные зависимости коэффициента передачи и КСВН. Уровень полосы пропускания находится в допустимых пределах –3дБ, КСВН в низшей точке достигает 1,5. Осуществленное подавление за границами полосы пропускания удовлетворяет требованиям.

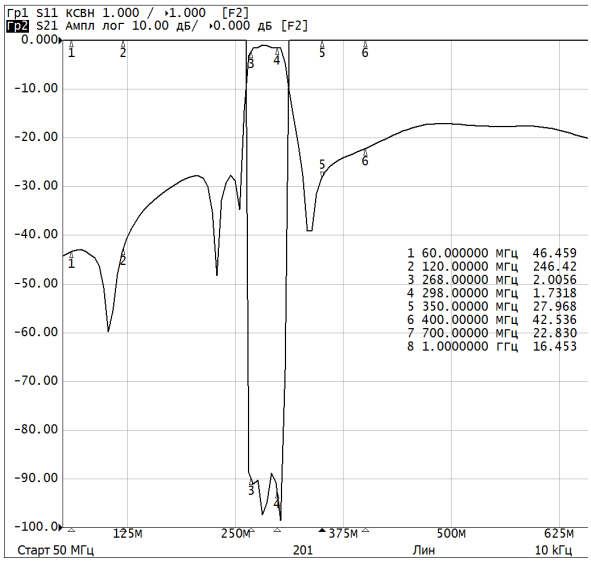


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, создан макет платы полосно-пропускающего фильтра седьмого порядка, работающего в диапазоне 268—298 МГц. Благодаря правильному монтажу заказанных и созданных элементов, точной настройке и принятым модернизационным решениям получены параметры, полностью удовлетворяющие требованиям технического задания.

4. Список литературы

[1] Гадзиковский, В. И. Теория и проектирование устройств цифровой фильтрации / В. И. Гадзиковский, А. А. Калмыков. — Екатеринбург : ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. — 433 с.

TECHNICAL IMPLEMENTATION OF BAND-PASS FILTER FOR THE 268—298 MHZ FREQUNCY RANGE

Filippov M. D., Belenko M. S., Ivanuk T. A.
Scientific adviser: Tyschuk Y. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the band-pass filter in the 268—298 MHz frequency range, containing low- and high-pass filters, is presented. The PCB, which fully fulfills the task, is implemented.

ЛИДАРНЫЕ СИСТЕМЫ В НАВИГАЦИИ СУДОВ

Сорокин Н. А., Боков Г. В.
Научный руководитель: Боков Г. В.
Морской институт им. вице-адмирала В. А. Корнилова
(Филиал Государственного морского университета им. адмирала Ф. Ф. Ушакова), Россия
E-mail: nek.40@bk.ru

Аннотация — В работе рассмотрен принцип, преимущества работы и тенденции развития лидарных систем в судовождении

1. Введение

Принцип работы LiDAR'a (Light Identification, Detection and Ranging) заключается в излучении лазерных импульсов датчиком, установленным на мачте или надстройке судна. Эти импульсы отражаются от окружающих объектов и улавливаются датчиком. Измеряя разницу во времени между прохождением выпущенного и принятого импульсов, и вычисляя углы их отражения, системы LiDAR способны воспроизвести трехмерные карты высокой точности окружения корабля в реальном времени [1].

Рабочий режим судового LiDAR'a иллюстрируется рис.1.

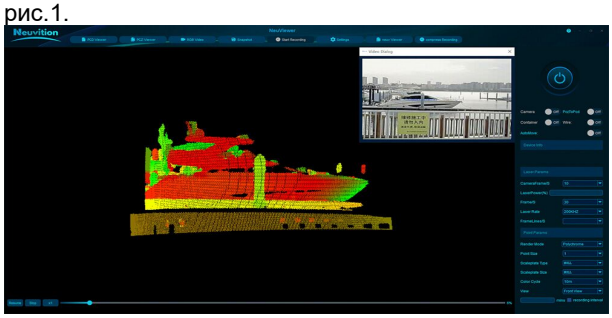


Рис. 1

2. Основная часть

Данные, полученные с помощью LiDAR, могут быть полезны в различных ситуациях на «умных» судах. Одно из главных применений этой технологии — обнаружение препятствий, таких как буи, малозаметные плавучие средства и другой мусор, который может создать угрозу безопасности судна. Штурман играет ключевую роль в обеспечении безопасности и эффективности судовождения. Его основная задача — несение ходовой вахты с использованием технических средств навигации. Применение системы LiDAR позволяет вахтенному помощнику получать трёхмерные карты портов, гаваней и водных путей. Это значительно повышает точность навигации и помогает избежать возможных опасностей. Особенно полезно применение LiDAR при швартовных операциях в условиях ограниченной видимости, например, в портах, узкостях и терминалах. Система обеспечивает обратную связь в режиме реального времени, помогая членам экипажа безопасно маневрировать судном. Внедрение технологии LiDAR на судах имеет ряд значительных преимуществ: она способствует повышению безопасности мореплавания, эффективности работы экипажа и снижению затрат компании. Непрерывное получение данных об окружающей обстановке помогает членам палубной команды быть в курсе ситуации и снижает вероятность столкновений. Благодаря созданию подробных трёхмерных карт, суда могут выбирать оптимальные маршруты, что приводит к снижению расхода топлива и уменьшению времени в пути. Таким образом, использование системы LiDAR позволяет значительно сократить затраты на обслуживание судов и уменьшить размер страховых взносов за счёт минимизации риска аварий. В будущем ожидается, что интеграция технологии LiDAR в «умные» суда будет активно развиваться благодаря совершенствованию датчиков, алгоритмов обработки данных и решений для подключения. Будущие датчики LiDAR станут меньше, легче и дешевле, но при этом смогут получать более чёткие изображения на больших расстояниях. Это сделает их более гибкими и адаптируемыми к разным типам судов и условиям эксплуатации. Интеграция с искусственным интеллектом и машинным обучением также будет играть важную роль. По мере увеличения объёма данных, генерируемых системами LiDAR, алгоритмы искусственного интеллекта и машинного обучения помогут извлекать из них полезную информацию. Эти технологии могут помочь «умным» судам принимать решения быстрее и точнее. Они способны проводить предиктивный анализ, что позволяет планировать маршрут, избегать столкновений и оптимизировать работу судна. С развитием автономного судоходства технология LiDAR станет ключевым элементом в обеспечении автономной навигации судов. Она позволит точно сканировать окружающую среду и обеспечит безопасное автономное движение судов. Это достижение откроет путь к полностью автономному судоходству, снизит необходимость человеческого вмешательства и повысит эффективность, безопасность и устойчивость морских маршрутов по всему миру [2].

3. Заключение

Подводя итог, можно сказать, что интеграция технологии LiDAR в «умные» суда значительно преображает морские операции. Улучшение навигационных возможностей, систем предотвращения столкновений и общей операционной эффективности способствует развитию всей морской отрасли. Постоянное совершенствование датчиков, алгоритмов обработки данных и решений для подключения открывает новые возможности для инноваций и делает судоходство более безопасным и устойчивым.

4. Список литературы

[1] Современные лидарные средства дистанционного зондирования атмосферы / А. С. Борейшо [и др.] // Фотоника. — Т. 13 — 2019. — № 7.—— С. 648—657.

[2] Лухов, В. А. Морские радиометрические дилары и их использование для решения океанологических задач / В. А. Лухов, Ю. А. Гольдин // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. — 2024. — Т. 17. — № 1. — С. 104—128.

LIDAR SYSTEMS IN SHIP NAVIGATION

Sorokin N. A., Bokov G. V.
Scientific adviser: Bokov G. V.
Kornilov Naval Institute - Sevastopol Branch of FSFEI HE «AUMSU», Russia

Abstract — In the paper, the principle, advantages of operation, and trends in the development of lidar systems in navigation are considered.

ИССЛЕДОВАНИЕ КАСКАДНОГО СОЕДИНЕНИЯ ФИЛЬТРА КОЛМОГОРОВА-ВИНЕРА И СОГЛАСОВАННОГО ФИЛЬТРА

Дегтярев А. Н., Беленко М. С.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Дегтярев А. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: degtyaryov1966@yandex.ru

Аннотация — В работе рассмотрена помехоустойчивость каскадного соединения фильтра Колмогорова-Винера и согласованного фильтра. Получено аналитическое выражение для отношения сигнал/шум на выходе рассматриваемого устройства. Показано, что помехоустойчивость такого соединения фильтров эквивалентна помехоустойчивости согласованного фильтра.

1. Введение

Фильтр Колмогорова-Винера (КВ) является линейным фильтром, оптимальным по критерию минимума средней квадратической ошибки между переданным сигналом и принятым. Согласованный фильтр (СФ) является линейным фильтром, оптимальным по критерию максимума отношения сигнал-шум в отсчетный момент времени. Целесообразно исследовать вопрос о возможности повышения помехоустойчивости системы передачи информации за счет использования в приемном устройстве каскадного соединения КВ и СФ.

2. Основная часть

Структурная схема приемника, состоящего из каскадно соединенных КВ и СФ, показана на рис. 1.

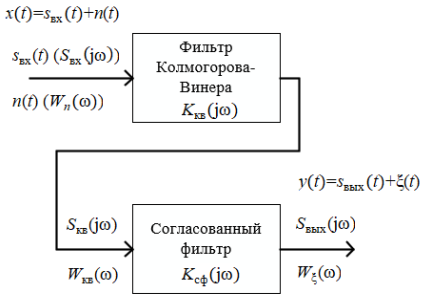


Рис. 1

На вход КВ поступает сигнал $x(t)$, состоящий из полезного сигнал $s_{вх}(t)$ и белого шума $n(t)$. Будем считать, что математическое ожидание шума $n(t)$ равно нулю, тогда, комплексный коэффициент передачи КВ, согласно [1] определяется как

$$K_{кв}(j\omega) = \frac{S^2_{вх}(\omega)}{S^2_{вх}(\omega)+W_n(\omega)}, \qquad (1)$$

где $S_{вх}(j\omega)$ — спектр полезного сигнала;

$W_n(\omega)$ — спектральная плотность шума.

На выходе фильтра КВ получим отфильтрованные спектры полезного сигнала $S_{кв}(j\omega)$ и помехи $W_{кв}(\omega)$. Пользуясь формулой (1), запишем их выражения

$$S_{кв}(j\omega) = S_{вх}(j\omega)K_{кв}(j\omega) = \frac{S_{вх}(j\omega)S^2_{вх}(\omega)}{S^2_{вх}(j\omega)+W_n(\omega)};$$

$$W_{кв}(\omega) = W_n(\omega)K^2_{кв}(j\omega) = \frac{W_n(\omega)S^4_{вх}(\omega)}{\left[S^2_{вх}(\omega)+W_n(\omega)\right]^2}.$$

Затем отфильтрованные полезный сигнал и шум поступают на СФ, комплексный коэффициентом передачи которого определяется по формуле [2].

$$K_{сф}(j\omega) = c\frac{S^*_{кв}(j\omega)}{W_{кв}(\omega)}e^{-j\omega T_s}, \qquad (2)$$

где T_s — отсчет времени, в момент которого отношение сигнал/шум максимально.

На выходе же СФ получаем сигнал

$$y(t)=s_{вых}(t)+\xi(t),$$

где $s_{вых}(t)$ — выходной полезный сигнал,

$\xi(t)$ — отфильтрованная помеха на выходе СФ.

Пользуясь (2), получим спектры полезного сигнала $s_{вых}(t)$ и помехи $\xi(t)$

$$S_{вых}(j\omega) = S_{кв}(j\omega)K_{сф}(j\omega) = c\cdot\frac{S^2_{кв}(\omega)}{W_{кв}(\omega)}e^{-j\omega T_s} = c\cdot\frac{S^2_{вх}(\omega)}{W_n(\omega)}\cdot e^{-j\omega T_s}; \qquad (3)$$

$$W_\xi(\omega) = W_{кв}(\omega)\left|K_{сф}(j\omega)\right|^2 = c^2\cdot\frac{S^2_{вх}(\omega)}{W_n(\omega)}.$$

Теперь получим $s_{вых}(T_s)$ посредством обратного преобразования Фурье от (3)

$$s_{вых}(T_s) = \frac{c}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{S^2_{вх}(\omega)}{W_n(\omega)}d\omega.$$

Дисперсия помехи рассчитывается по формуле

$$D_\xi = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}W_\xi(\omega)\,d\omega = \frac{c^2}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{S^2_{вх}(\omega)}{W_n(\omega)}d\omega.$$

Отношение сигнал шум на выходе цепи рассчитывается по формуле

$$h_{вых} = \frac{s_{вых}(T_s)}{\sqrt{D_\xi}} = \sqrt{\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{S^2_{вх}(\omega)}{W_n(\omega)}d\omega},$$

для белого гауссовского шума $W_n(\omega) = D_n$, получим

$$h_{вых} = \sqrt{\frac{1}{D_n}\cdot\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}S^2_{вх}(\omega)\,d\omega} = \sqrt{\frac{E_s}{D_n}},$$

где E_s — энергия сигнала.

3. Заключение

Таким образом, рассмотренный способ фильтрации не дает никакого выигрыша в уровне сигнал—шум, так как конечное выражение соответствует отношению сигнал—шум на выходе согласованного фильтра. Такое стало возможным, потому что входной сигнал СФ согласован с выходным сигналом КВ. Представляет интерес рассмотреть помехоустойчивость устройства для случая, когда СФ согласован с сигналом на входе КВ.

4. Список литературы

[1] Общая теория связи винеровская фильтрация / А.Л. Гельгор [и др.]. — СПб. : Изд-во политехнич. ун-та, 2013. — 184 с.

[2] Тихонов, В. И. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем / В. И. Тихонов, В. Н. Харисов. — М. : Радио и связь, 1991. — 607 с.

STUDY OF THE CASCADE CONNECTION OF FILTER KOLMOGOROV-WIENER AND MATCHED FILTER

Degtyaryov A. N., Belenko M. S.
Scientific adviser: Degtyaryov A. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the work, the noise immunity of a cascade connection of a filter Kolmogorov-Wiener and matched filter is considered. An analytical expression for the signal-to-noise ratio at the device output is obtained. It is shown that the noise immunity of such a connection of filters is equivalent to the noise immunity of a matched filter.

ФОРМИРОВАНИЕ ВЕКТОРНЫХ РАДИОИЗОБРАЖЕНИЙ МЕТОДОМ СПЕКТРАЛЬНО-ВРЕМЕННОЙ РАЗВЁРТКИ

Шадинов С. С., Костин М. С.
Научный руководитель: д-р. техн. наук, доц. Костин М. С.
МИРЭА — Российский технологический университет, Россия
E-mail: shadinov@mirea.ru

Аннотация — Рассмотрен способ формирования векторных радиоизображений методом спектрально временной развертки с помощью лабораторной установки на базе векторного анализатора цепей (ВАЦ) СВЧ- диапазона с парой подключенных широкополосных антенн.

1. Введение

Радиоидентификация объектов может быть осуществлена с помощью изображений для оптических систем, сигнальных профилей для контактных систем и в том числе на основе радиоизображений, соответствующих исследуемым объектам. Векторное радиоизображение объекта, находящегося в определенном углометрическом положении, содержит в себе информацию о топологических и радиофизических характеристиках объекта. При наличии базы реперных радиоизображений возможно осуществление радиоидентификации объекта, находящегося в условиях, не позволяющих использовать описанные методы.

2. Основная часть

Лабораторная установка, осуществляющая формирование векторных радиоизображений объектов показана на рис. 1.



Рис. 1

Объект наблюдения, приемная и передающая антенны, и среда распространения сигнала являются эквивалентом четырехполюсника, S-параметры которого вычисляет ВАЦ. Определяющим параметров является S_{21}, характеризующий коэффициент передачи между выходным и входным портом. Поскольку характеристика является комплексной величиной, она содержит в себе информацию об амплитудных и фазовых изменениях, вызванных переотражением, поглощением и рассеянием падающей радиоволны объектом наблюдения. Частотных диапазон зондирующего сигнала подбирается из учета соответствия объекта условию малоразмерности, при котором длина волны должна быть соизмерима с топологическими неоднородностями объекта.

Математическое выражение описывающее сигнальное радиоизображение,определяется как

$$S_{21} = \frac{U_{отр} = \sum_{n=1}^{N} \sum_{k=1}^{K} k_n A_{изл} \, exp(\, j\omega_n t + \varphi_{nk}\,) \cdot h_A \cdot h_{ср}}{\sum A_{изл} \, exp(\, j\omega_n t + \varphi_0\,) \cdot h_A}$$

где $A_{изл}$ — амплитуда сигнала;
ω_n — угловая частота n-ой гармоники;
Φ_{nk} — фаза n-ой гармоники;
K_n — декремент затухания n-ой гармоники;
h_A — импульсная характеристика антенны;
$h_{ср}$ — импульсная характеристика среды.

Суммирование по n обусловлено дискретным изменением частоты синтезированного сигнала в пределах выбранного частотного диапазона, по k — отражением гармоники синтезированного сигнала от массива элементарных плоскостей объекта, составляющих мгновенную сигнатуру.

Радиоизображение беспилотного летательного аппарата (БПЛА) квадрокоптерного типа показано на рис. 2.

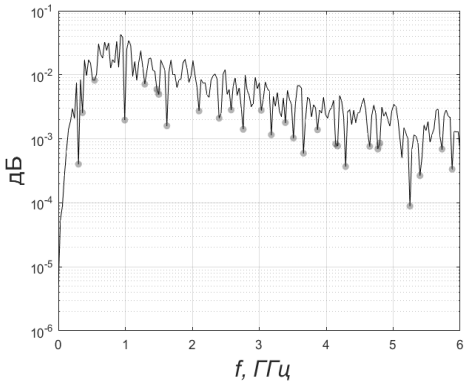


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, малоразмерный объект может быть представлен совокупностью векторных радиоизображений, соответствующих его угловым положениям в пространстве относительно антенной установки.

4. Список литературы

[1] Шадинов, С. С. Пространственная сверхширокополосная визуализация зондируемых объектов ближнего радионаблюдения / С. С. Шадинов // Журнал радиоэлектроники [электронный журнал]. — 2020. — № 7. — URL: http://jre.cplire.ru/jre/jul20/8/text.pdf.

[2] Костин, М. С. Векторное формирование сигнальных радиоизображений методом сканирующей спектрально-временной развертки / М.С. Костин // Журнал оборонный комплекс - научно-техническому прогрессу России. — 2023. — С. 56—63.

FORMATION OF VECTOR RADIO IMAGES BY THE SPECTRAL-TEMPORAL UNWRAPPING METHOD

Shadinov S. S., Kostin M. S.
Scientific adviser: Kostin M. S.
MIREA - Russian Technological University, Russia

Abstract — The method of forming vector radio images by the spectral-time sweep method using a laboratory setup based on a vector circuit analyser (VAC) of the microwave range with a pair of connected broadband antennas is considered.

УСТРОЙСТВО ГЕНЕРИРОВАНИЯ ПОМЕХ В СОТОВЫХ СЕТЯХ СВЯЗИ

Кропачев Д. А., Табакаев Д. И.
Научный руководитель: Табакаев Д. И.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: netbink@yandex.ru

Аннотация — выполнены анализ основных проблем и разработка концепта устройства генерирования помех в сотовых сетях связи.

1. Введение

В современном мире появилось множество угроз безопасности, как для жизни человека напрямую, так и его персональных данных.

В данной работе представлен анализ основных проблем таких устройств при проектировании и концепт подобного устройства.

2. Основная часть

Первая проблема — выбор мощности, излучаемой устройством. При грубом подборе мощности следует брать за основу параметр, «спектральная плотность помехи», поскольку из неё вычисляется мощность помехи, из которой в свою очередь вычисляется энергетический потенциал, основной параметр средств радиоэлектронного противодействия. Благодаря инженерам, конструирующим комплексы РЭБ против БЛА, известна минимальная величина этого параметра 1 Вт/МГц для эффективного подавления дронов, на дальности до 100 м. Например, при оценочном подсчёте, для частот 2400—2500 МГц, необходимая мощность устройства — 100 Вт, для частот 2570—2620 МГц, (стандарта связи LTE b38), необходимая мощность устройства 50 Вт.

Вторая проблема — тепловыделение устройства: на практике устройство мощностью излучения 50 Вт, с шириной полосы частот 100 МГц потребляет от 170 до 200 Вт (это данные, полученные на практике, из анализа пяти устройств разных производителей). Т.е. рассеиваемая мощность на устройстве ~140 Вт. При пассивном охлаждении и радиаторе из алюминия, размеры такого радиатора будут от 2000 см^2, с высотой рёбер 10 см. С активным воздушным охлаждением площадь радиатора можно уменьшить. Термоинтерфейс следует выбирать по параметру теплопроводности, чем меньше разница между теплопроводностью материала радиатора и термоинтерфейса, тем больше будет эффективность радиатора. Термоинтерфейс должен компенсировать не ровности на площади соприкосновения, между устройством и радиатором, а не заменять её.

Третьей проблемой стали антенны. Эталон значения КСВ менее 1.3. Коэффициент усиления антенны следует выбирать наивысшим из возможных. Следует помнить, что малое расстояние между антеннами, может привести к выходу из строя передатчика.

На практике антенна с круговой диаграммой направленности, выдерживающую мощность 50 Вт и имеющую КСВ менее 1.3 найти сложно; в лучшем случае с КСВ=1.35, антенна была рассчитана на 433—460 МГц, в худшем случае КСВ=1.54 (антенна была рассчитана на 950—1050 МГц).

Для проверки теории была собрана установка, на 5 полос частот с питанием от АКБ, на алюминиевом радиаторе площадью 3000 см^2, с активным охлаждением и термопастой; внешний вид установки показан на рис. 1. При работе в течении 2 часов неисправностей не наблюдалось.

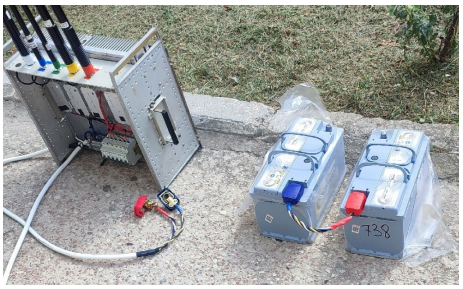


Рис. 1

Спектр, излучаемый установкой, показан на рис. 2.



Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, рассмотрены основные 3 проблемы при конструировании устройства генерирования помех из доступных комплектующих.

4. Список литературы

[1] Кутателадзе, С. С. Справочник по теплопередаче / С.С. Кутателадзе, В.М. Боришанский. — М. : ГЭИ, 1958. — 422 с.

[2] Куприянов, А. И. Радиоэлектронная борьба / А. И. Куприянов. — М. : Вузовская книга, 2013. — 360 с.

DEVICE FOR INTERFERENCE GENERATING IN CELLULAR COMMUNICATION NETWORKS

Kropachev D. A., Tabakaev D. A.
Scientific adviser: Tabakaev D. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Analysis of the main problems and design of concept of the device for generating interference in cellular communication networks are presented.

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ АНАЛИЗАТОРА СПЕКТРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДУЛЯ RX5808

Шалягин И. М., Куртов Д. Е., Лукьянчиков А. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук Лукьянчиков А. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: brain75@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены особенности создания простого анализатора спектра с разнесенным приемом на диапазон 5.8 ГГц на основе модулей *RX*5808.

1. Введение

Анализаторы спектра играют ключевую роль в современной технике, обеспечивая точное измерение и анализ различных сигналов и волн. Они помогают в разработке и оптимизации коммуникационных технологий, таких как мобильная связь и интернет, что делает информацию доступной для миллионов людей. В научных исследованиях анализаторы спектра позволяют изучать физические явления и химические составы, способствуя новым открытиям в медицине и экологии. Благодаря этим устройствам можно контролировать качество воздуха и воды, обеспечивая безопасность и здоровье населения. Их применение в промышленности улучшает производственные процессы и снижает негативное воздействие на окружающую среду. Таким образом, анализаторы спектра становятся незаменимым инструментом для прогресса и устойчивого развития общества.

2. Основная часть

Разработка анализатора спектра диапазона 5,8 ГГц имеет критическое значение в контексте современных технологий беспроводной связи и Интернета вещей. Этот диапазон частот активно используется для передачи данных в системах *Wi-Fi* и в различных беспроводных сенсорных сетях, что делает его важным для обеспечения высокой скорости и надежности связи. В рамках распределенной системы сбора данных [1] анализатор спектра позволит эффективно мониторить и управлять радиочастотным спектром, обеспечивая оптимизацию работы устройств и минимизацию помех. Таким образом, создание такого анализатора не только отвечает потребностям текущих технологий, но и закладывает основу для будущих инноваций в области связи и автоматизации.

Анализатор спектра на основе двух приемников *RX*5808 и *Arduino Nano* реализует технологию разнесенного приема, которая позволяет одновременно захватывать радиочастотные сигналы из разных точек. Это достигается за счет использования нескольких приемников, которые могут находиться на разных расстояниях друг от друга или иметь разную поляризацию [2] или разные антенные системы. Такой подход позволяет более точно анализировать спектр, выявляя источники помех и оптимизируя использование радиочастот.

При таком подходе, как показано на рис. 1, два приемника *RX*5808 подключаются к *Arduino Nano*, который обрабатывает и анализирует полученные данные.

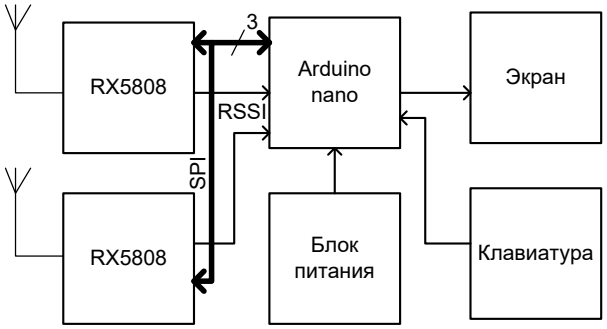


Рис. 1

Каждый приемник настраивается на определенные частоты, которые могут быть как одинаковые, так и различаться (например, для ускорения сканирования). Сигналы, принимаемые каждым устройством, передаются на *Arduino* для дальнейшей обработки и визуализации.

Arduino обрабатывает данные в реальном времени, позволяя пользователю наблюдать за активностью в радиочастотном спектре через интерфейс, например, с использованием *LCD*-дисплея или подключения к компьютеру. Это обеспечивает возможность мониторинга и анализа помех, а также помогает в оптимизации работы других беспроводных устройств в сети.

3. Заключение

Таким образом, такая система не только улучшает качество связи, но и создает основу для более сложных приложений в области беспроводной связи и *IoT*.

4. Список литературы

[1] Lukyanchikov, A. Distributed system for measuring and collecting parameters of coastal water area and reservoir / A. Lukyanchikov, E. Redkina, A. Bezgin // Proceedings - 2020 7th All-Russian Microwave Conference, RMC 2020 : 7, Moscow, 25—27 Nov. 2020. — M., 2020. — P. 320—323. — DOI 10.1109/RMC50626.2020.9312303.

[2] Golovin, V. V. The broadband compact antenna with the radiation field of circular polarization / V. V. Golovin, A. V. Lukyanchikov // 2008 4th International Conference on Ultrawideband and Ultrashot Impulse Signals, UWBUSIS 2008, Sevastopol, 15—19 Sep. 2008. — Sevastopol, 2008. — P. 95—96. — DOI 10.1109/UWBUS.2008.4669369.

THE SPECTRUM ANALYZER IMPLEMENTATION USING THE RX5808 MODULE FEATURES

Shalyagin I. M., Kurtov D. E., Lukyanchikov A. V.
Scientific adviser: Lukyanchikov A. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The features of creating a simple spectrum analyzer with a spaced reception in the 5.8 GHz band based on RX5808 modules are considered.

ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННОГО ИНТЕГРИРОВАНИЯ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

Тарасов В. Ф., Серяк Е. С., Михайлюк Ю. П.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: esseryak@sevsu.ru

Аннотация — Рассмотрена методика моделирования импульсных преобразователей с использованием численного интегрирования методом трапеций в пакете *Matlab*. Приведены результаты расчета схемы.

1. Введение

В системах силовой электроники преобразователи состоят из пассивных компонентов и электронных ключей, управляемых контроллером. Топология схемы меняется при открытии и закрытии ключей как функция времени и зачастую невозможно узнать параметры напряжений и токов в конкретный момент времени. Для исследования и анализа поведения новых схем применяют компьютерное моделирование. В докладе приводится способ компьютерного моделирования с помощью численного интегрирования методом трапеций в пакете *Matlab*.

2. Основная часть

Альтернативой использованию схемно-ориентированных симуляторов является описание схемы при помощи дифференциальных и алгебраических уравнений, что дает полный контроль над процессом моделирования, включая метод интегрирования, временной шаг и т.д.

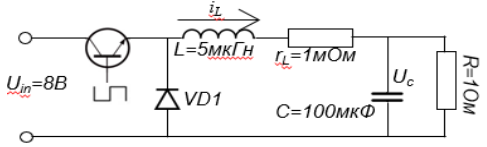


Рис. 1

Синтезировав схему см. рис. 1 и выбрав значения компонентов, можно разработать модель работы преобразователя в виде передаточной функции в символьном виде для чего составляют эквивалентную схему. Далее требуется описать логику, определяющую состояние схемы, и разработать соответствующий набор уравнений. В примере состояние транзисторного ключа влияет на напряжение, приложенное к схеме: когда ключ открыт напряжение равно U_{in}, в противном случае равно 0. По второму и первому закону Кирхгофа запишем два уравнения

$$r_L i_L + L\frac{di_L}{dt} + v_c = U_{in}\,; \qquad (1)$$

$$i_L - C\frac{dv_c}{dt} - \frac{v_c}{R} = 0\,. \qquad (2)$$

Выразим уравнения 1 и 2 в матричной форме для чего разделим уравнение 1 на L и уравнение 2 на C. Получим матрицу перехода состояний A; вектор входных параметров b, входное напряжение g и вектор неизвестных x требуется определить. При временном шаге интегрирования Δt необходимо найти значение интеграла

$$x(t) = x(t-\Delta t) + \int_{t-\Delta t}^{t} [A(\zeta)x(\zeta) + b(\zeta)g(\zeta)]d\zeta\,,$$

где ζ — переменная интегрирования.

Входное напряжение U_{in} генерируется в MATLAB путем сравнения пилообразной формы сигнала V_{pila} с постоянным опорным напряжением $V_{opornoe}$. Когда опорное напряжение больше пилообразного, к схеме приложено напряжение U_{in}; в противном случае оно равно 0.

На рис. 2 показан листинг программы и результаты моделирования.

```
% Метод трапеций
clc, clg, clear
% Исходные данные
Vin=8; L=5e-6; C=100e-6; rL=1e-3; R=1.0; f=100e3;
Vopornoe=0.75; % Опорное напряжение = 75% от амплитуды пилы
T=1/f; tmax=50*T; deltat=T/50; % deltat - шаг интегрирования
time=0:deltat:tmax;
Vpila=time/T - fix(time/T);
Vopen=Vin*(Vopornoe > Vpila); %Приложенное напряжение когда VT открыт
A=[-rL/L -1/L; 1/C -1/(C*R)]; % ур-я в матричной форме после преобразований
b=[1/L; 0];
MN=inv(eye(2)-deltat/2 * A); % Вычисление обратной матрицы
M = MN * (eye(2)+deltat/2 * A);
N = MN * deltat/2 * b;
iL(1)=4.0; vC(1)= 5.5;
timelength=length(time);
for k = 2:timelength
    x = M*[iL(k-1) vC(k-1)]' + N*[Vopen(k) + Vopen(k-1)];
    iL(k)= x(1); vC(k) = x(2);
end
plot(time,iL,time,vC)
```

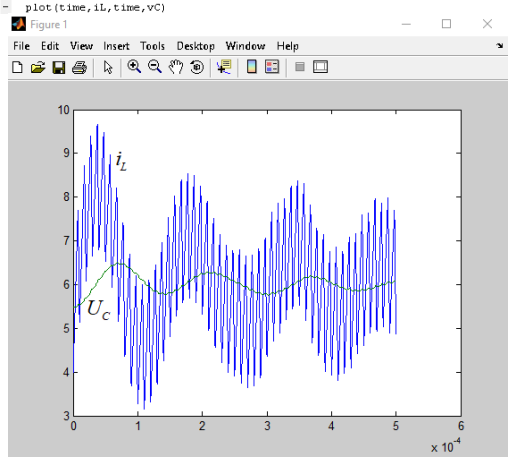


Рис. 2

3. Заключение

В работе приведен пример альтернативного способа моделирования схем при помощи решения уравнений. Разработана программа в *MATLAB*. Приведены формы выходных сигналов.

4. Список литературы

[1] Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов : учеб. пособие для вузов / Н. В. Голубева. — 4-е изд., испр. и доп. — СПб. : Лань, 2024. — 244 с.

APPLIANCE OF NUMERICAL SOLUTION FOR COMPUTER SIMULATION OF PULSE CONVERTERS IN RADIOELECTRONIC SYSTEMS

Tarasov V. F. Seryak E. S., Mickhayluck Y. P
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the method for modeling pulse converters using numerical integration by the trapezoid method in the Matlab package is considered The results of the circuit calculation are presented.

ЧАСТОТНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ В ЗАДАЧАХ БЛИЖНЕЙ РАДИОЛОКАЦИИ

Тертышный О. И., Паслён В. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Паслён В. В.
Донецкий национальный технический университет, Россия
E-mail: donntu.info@mail.ru

Аннотация — Изучается возможность применения различных моделей комплексной диэлектрической проницаемости для задач электромагнитного моделирования радиолокационного ответа в вопросах ближней радиолокации.

1. Введение

Современное исследование радиолокационного отклика сверхширокополосного сигнала на диэлектрических материалах предполагает тщательный анализ математических моделей диэлектрической проницаемости материала, как функции частоты. Вопрос описания модели диэлектрической проницаемости, как функции частоты для твердых тел подробно описывается ещё в работе Н. Ашкрофта [1].

2. Основная часть

Современные теоретические и экспериментальные данные включают большое количество математических моделей, позволяющих с той или иной степенью точности описать функцию диэлектрической проницаемости в ограниченном диапазоне частот. Наиболее полное описание моделей с подтвержденными экспериментально данными, полученными при решении задач дистанционного зондирования акваторий, собрано в работе И. Садовского [2].

Наиболее точной, с достаточной долей приближения в широком диапазоне частот, является математическая модель диэлектрической проницаемости, использующая математический аппарат теории вынужденных колебаний [3]. Модель описывает частотные характеристики материала, через максимальное значение амплитуды поляризуемости и время релаксации.

Сложность использования такой модели для произвольно выбранного материала заключается в необходимости получения параметров концентрации релаксирующих атомов или молекул в материале и определения их релаксационной поляризации. Для жидких сред распространения модель может оказаться неприменима. Тогда, решением задачи может стать применение моделей Дебая [2].

Средства электромагнитного моделирования ANSYS HFSS предоставляют возможность использовать дискретные значения различной диэлектрической проницаемости для строгого набора анализируемых частот. Возникает необходимость рассчитать требуемые значения согласно одной из известных моделей.

Необходимо учитывать, что большинство математических моделей для жидкостей ориентированы на морскую воду (с учетом значительной примеси солей), следовательно, необходимо получение параметров комплексной диэлектрической проницаемости для воды с меньшим содержанием ионов солей.

Для анализа использованы модели M11 и M33 [2]. При расчете модели M33 температура учитывалась постоянная — 20ºC. Исследовался диапазон частот от 1 до 100 ГГц. Для моделирования использовались параметры пресной воды, представленные совместно с математическим описанием моделей (время релаксации воды, оптическая диэлектрическая проницаемость, статическая диэлектрическая проницаемость). Результаты исследования в виде график зависимости диэлектрической проницаемости от частоты облучения электромагнитной волной показаны на рис. 1. Также показана разность результатов, полученных при моделировании.

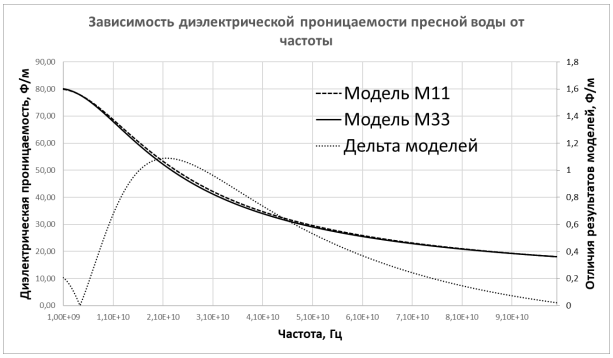


Рис. 1

3. Заключение

Рассмотренные модели диэлектрической проницаемости, как функции частоты можно представить в виде дискретного массива данных. Эти данные предполагается использовать в процессе электромагнитного моделирования радиолокационного сечения рассеяния в задачах ближней радиолокации сверхширокополосных сигналов.

4. Список литературы

[1] Ашкрофт, Н. В. Физика твердого тела / Н. В. Ашкрофт, Н. Д. Мермин. — М. : Мир, 1979. — Т. 1. — 464 с.
[2] Анализ моделей диэлектрической проницаемости водной среды, используемых в задачах дистанционного зондирования акваторий / И. Н. Садовский [и др.]. — М. : ИКИ РАН, 2013. — 60 с.
[3] Костюков, Н. С. Волновая теория диэлектриков / Н. С. Костюков, С. М. Соколова, Н. В. Еремина. — Благовещенск : Изд-во ПКИ Зея, 2012. — 154 с.

FREQUENCY DEPENDENCE OF THE DIELECTRIC CONSTANT IN SHORT-RANGE RADAR TASKS

Tertyshnyi O. I., Paslyon V. V.,
Scientific adviser: Paslyon V. V.
Donetsk National Technical University, Russia

Abstract — The potential application of different complex dielectric permittivity models for electromagnetic modeling of radar signals in near-field radar scenarios is being studied.

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Паршин А. А., Боков Г. В.
Научный руководитель: Боков Г. В.
Севастопольский Филиал Государственного морского университета имени адмирала Ф. Ф. Ушакова, Россия
E-mail:andreii.parshin@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена интегрированная навигационная система, ее цель и какие задачи данная система должна решать.

1. Введение

Интегрированная навигационная система (INS) объединяет все необходимые данные и функции бортовых навигационных приложений и датчиков. INS управляет данными датчиков, маршрутами, картами и треками, а также повышает безопасность мореплавания.

2. Основная часть

Интегрированные навигационные системы (Integrated Navigation System — INS) комплексно используют информацию нескольких навигационных датчиков. Комплексирование — это концепция комбинирования информации от нескольких источников с тем, чтобы находить более точные, более полные и более достоверные данные о ситуации, чем результаты, получаемые от этих источников в отдельности.

Целью интегрированных навигационных систем является повышение безопасности мореплавания путем предоставления комплексных и дополнительных функций, чтобы избежать географических, транспортных и экологических опасностей. Согласно определению, IMO выделяют три категории интегрированных навигационных систем, а именно: INS(A) предоставляет, как минимум, информацию о положении, скорости, курсе и времени. Каждый из этих параметров должен быть четко обозначен с указанием целостности; INS(B) автоматически, постоянно и наглядно показывает координаты судна, скорость и направление движения и, где это возможно, глубину по отношению к запланированному маршруту, а также известные и выявленные опасности; INS (C) обеспечивает средства для автоматического управления курсом, траекторией или скоростью и осуществляет мониторинг работы и состояния этих элементов управления.

Для INS должны быть доступны, по крайней мере, следующие датчики/источники информации: устройство электронного определения места, указатель курса, лаг, РЛС, картографическая база данных. INS должна решать задачи: «Планирование маршрута», «Мониторинг плавания по маршруту», «Предупреждение столкновений», «Данные для управления судном», «Навигационный статус и отображение данных» и «Управление предупреждениями», включая соответствующие источники данных и дисплеи, объединенные в одну навигационную систему. INS должна обладать способностью:

— производить оптимальное наложение радиолокационных видео данных на карту для показа навигационных объектов, ограничений и опасностей для своего судна, чтобы позволить их оценку при мониторинге движения;

— определять отклонения между заданными и фактически измеренными значениями глубин под килем и инициировать сигнализацию, если измеренные значения существенно меньше;

— в буквенно-цифровом виде отображать текущую широту, долготу, истинный курс, курс и скорость относительно грунта, скорость относительно воды, глубину под килем, скорость поворота ROT (измеренную либо полученную по изменению курса), AIS сообщения;

— если управление движением по маршруту интегрировано в INS, то должна быть возможность внести запланированный маршрут в память системы и обеспечить мониторинг его прохождения с отображением соответствующих маршруту и связанных с маневрированием данных.

На рис. 1 показан внешний вид интегрированной системы ходового мостика Synapsis Bridge Control.



Рис. 1

3. Заключение

Интегрированные навигационные системы становятся стандартом на современной технике, заменяя традиционные бумажные карты и помогая вахтенным помощникам безопасно нести навигационную вахтуи и осуществлять судовождение, помогая избегать различных проишествий. Целостность этих систем становится все более важной для обеспечения безопасности операций на море.

4. Список литературы

[1] Дмитриев, В. И. Информационные технологии обеспечения безопасностисудоходства и их комплексное использование (e-NAVIGATION) / В. И. Дмитриев. — М. : Моркнига. — 2013. — 175 с.

[2] Интегрированная система ходового мостика Synapsis Bridge Control. Безопасность мореплавания (Ежемесячный морской обзор международной прессы) // Морской государственный университет им. адм. Г. И. Невельского. — 2012. — № 7—8. — С. 11—15.

INTEGRATED NAVIGATION SYSTEMS

Parshin A. A, Bokov G. V.
Scientific adviser: Bokov G. V.
Kornilov Naval Institute - Sevastopol Branch of FSFEI HE «AUMSU», Russia

Abstract — An integrated navigation system is considered, its purpose and task of the system are considered.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ШИРОКОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ В ГИДРОАКУСТИЧЕСКОМ КАНАЛЕ СВЯЗИ

Воронёнков В. Ю., Манько А. С.
Научный руководитель: Манько А. С.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: voronennkov@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены ключевые особенности распространения волн в гидроакустической среде, а также исследование влияния затухания на распространение широкополосных сигналов с использованием имитационного моделирования в среде *MATLAB*.

1. Введение

Подводная среда характеризуется значительным количеством факторов, воздействующих на распространение волн. К наиболее важным воздействующим факторам относят следующие:

— дисперсия среды, заключающаяся в неоднородности коэффициента затухания в зависимости от частоты гидроакустической волны (ГАВ);

— рефракция, которая возникает из-за неоднородности скорости распространения в объёме воды, что приводит к искривлению траектории ГАВ;

— сложный характер частотного распределения шумов и помех в гидроакустическом канале связи (ГАКС), усложняющий определение отношения сигнал-шум в точке приёма;

— многолучевое распространение, которое приводит к реверберациям — приёму помимо основного сигнала его задержанных во времени эхо-копий.

Все эти особенности приводят к тому, что расчёт траектории и характеристик распространения ГАВ значительно усложняется.

В данном докладе также представлены результаты исследования влияния дисперсности среды на распространение широкополосных сигналов, которые, в частности, используются в гидролокаторах.

2. Основная часть

Положим, что гидролокатор излучает импульсный ЛЧМ-сигнал с нарастанием частоты от 25 до 50 кГц. Его спектр представлен на рис. 1, а.

Сложный характер затухания ГАВ обуславливается суммой трёх факторов (рис. 1): поглощением, вызванным наличием внутреннего трения среды, диссоциацией солей борной кислоты H_3BO_3 и сульфата магния $MgSO_4$.

Увеличение частоты ГАВ ведёт к повышению количества столкновений частиц, и соответственно, к увеличению коэффициента погонного затухания

$$\alpha_{\text{вяз}}(f)[\text{дБ/км}] = 0{,}00049 \cdot f^2 \cdot \mathrm{e}^{-(T[^\circ\text{C}]/27 + D[\text{км}]/17)}.$$

Зависимость погонного затухания ГАВ, вызванного релаксацией с компонентом *x*, может быть выражена через коэффициент релаксации A_x и частоту релаксации f_x как

$$\alpha(f) = A_x \cdot f_x \cdot f^2/(f_x^2 + f^2).$$

Итоговая частотная зависимость затухания, определяемая всеми факторами, известная как модель Эйнсли-МакКолма [1], имеет вид, как показано на рис. 1, б.

Дисперсность среды приводит к тому, что ГАКС выполняет фильтрацию нижних частот, существенно ослабляя высокочастотные составляющие (рис. 1, в).

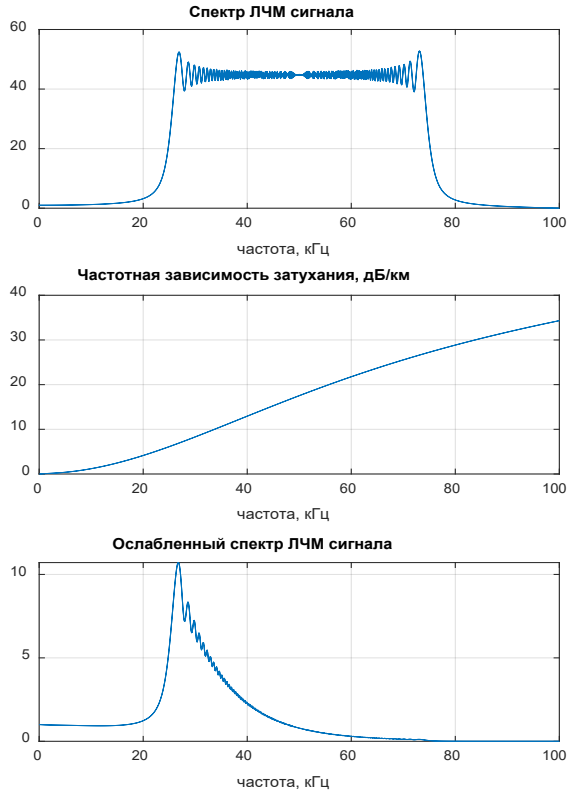


Рис. 1

Так, при использовании фазового метода определения дальности, основанного на вычислении изменения мгновенного значения частоты *f*(*t*) за время распространения ГАВ, значительно вырастает точность определения текущей частоты, что ведёт к росту погрешности определения дальности до цели.

3. Заключение

Таким образом, влияние дисперсности ГАКС на работу гидролокатора сводится к увеличению вероятности пропуска цели, что приводит к ухудшению тактико-технических характеристик комплекса.

4. Список литературы

[1] Трошина, Е. Гидроакустический канал передачи данных / Е. Трошина // Без границ. — 2020. — № 6. — С. 31—39.

THE STUDY OF FEATURES OF WIDEBAND SIGNALS PROPAGATION IN HYDROACOUSTIC COMMUNICATION CHANNEL

Voronenkov V. Y., Manko A. S.
Scientific adviser: Manko A. S.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The key features of acoustic waves propagation in underwater channel are considered. The study of an attenuation influence on wideband signals propagation is performed using MATLAB modeling.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР МЕТОДОВ ПОДВОДНОГО СКАНИРОВАНИЯ И ОБНАРУЖЕНИЯ

Протько А. А., Манько А. С.
Научный руководитель: Манько А. С.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: nameless0sword@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены основные существующие методы и системы подводного сканирования и обнаружения, рассмотрены особенности их применения и проведён сравнительный анализ.

1. Введение

Ещё начиная с 30-х годов XX в. на борту наводных и подводных объектов различного назначения обязательным образом устанавливаются локаторы, которые обеспечивают сканирование и мониторинг обстановки в подводной среде. Наибольшее распространение получили локаторы, работающие с гидроакустическими волнами (ГАВ), к которым относятся комплексы эхолотов, шумопеленгаторов и сонаров. В последнее время всё большее распространение также находят локаторы, использующие волны оптического диапазона.

В докладе рассмотрены классификация и основные принципы работы средств подводного обнаружения и сканирования [1].

2. Основная часть

В основу работы всех подводных локаторов заложен импульсный режим работы, который заключается в периодическом излучении в окружающее пространство серий импульсов с продолжительностью от 1 до 100 мкс. При необходимости полного сканирования пространства луч, в направлении которого происходит излучение, совершает последовательный обход всех направлений излучения, что называют также круговым методом обзора. Сразу после излучения серии импульсов локатор переключается в режим приёма и ожидает отражённых эхосигналов: в случае наличия какого-либо объекта, на локатор возвращаются задержанные во времени и ослабленные импульсы, по параметрам которых можно определить дальность и скорость движения цели, как показано, например, на рис. 1 для локатора с устройством индикации на основе электронно-лучевой трубки.

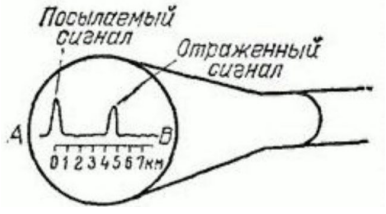


Рис. 1

Рассмотрим более подробно все используемые на сегодняшний день виды подводных локаторов.

Сонары представляют собой наиболее обобщённый и распространённый вид подводных локаторов, которые бывают как активными, работающими по описанному выше принципу передачи импульсов и их приёма, так и пассивными, исключительно принимающими сигналы в среде. Активные сонары нашли наиболее широкое применение как в оборонной сфере (подводные лодки, необитаемые подводные аппараты и др.), так и на гражданских кораблях с целью организации канала связи под водой. Дальность работы активных сонаров, которая представляется их главным преимуществом, существенно зависит от выбора частотного диапазона, мощности излучения и шумовой обстановки в канале связи.

Пассивные сонары, в свою очередь, обладают скрытностью за счёт отсутствия излучения, и на их основе были разработаны шумопеленгаторы. Это пассивные сонары, принимающие сигналы в канале связи с множества направлений, за счёт чего они способны обнаруживать цели на небольших расстояниях, в условиях слабошумной обстановки и радиолокационной скрытности. Шумопеленгаторы повсеместно применяют в подводных лодках и торпедах, располагая по всей площади судна для максимальной эффективности обнаружения и пеленгации.

Эхолоты представляют собой подвид активных сонаров, предназначенных для картографирования поверхности дна и поисков косяков рыб. Главным образом, выделяются три режима работы эхолотов:

— f = 192 кГц, ширина луча сканирования $2\theta = 60°$, отличается большой глубиной и высокой точностью;

— f = 50 кГц, $2\theta = 90°$, обладает меньшей точностью, подходит для средних глубин, но обеспечивает более широкое сканирование;

— f = 83 кГц, $2\theta = 120°$, является оптимальным для мелководья до 15 м.

Оптические локаторы, также называемые лидарами, представляют собой сравнительно новый класс подводных локаторов, которые используют излучение не звукового диапазона, а оптического диапазона порядка нескольких сотен нанометров. Они используют излучение лазера и позволяют достичь крайне высокую точности определения расстояния/глубины, но при этом подходят лишь для сравнительного мелководья (не более нескольких десятков метров).

3. Заключение

В зависимости от условий применения и требуемой задачи могут применяться различные методы подводной локации. При необходимости обеспечения радиолокационной скрытности следует применять шумопеленгаторные станции. В качестве эхолокатора в мелководье целесообразным считается применения оптических систем, однако для больших глубин следует использовать низкочастотные сонары.

4. Список литературы

[1] Стародубцев, П. А. Проблемы и перспективы развития гидролокации / П. А. Стародубцев // Изв. Вузов Сев.-Кавказ. региона. Техн. науки. — 2006. — № 2. — С. 8—10.

THE ANALITICAL REVIEW OF UNDERWATER SCANNING AND LOCATION METHODS

Protko A. A., Manko A. S.
Scientific adviser: Manko A. S.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The most common systems and methods of underwater scanning and locating are discussed, the features of its application is considered and comparative analysis is performed.

ПРИНЦИПЫ FMCW-РАДИОЛОКАЦИИ

Полубоярцев В. О., Вертегел В. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Вертегел В. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: vovaevp@gmail.com

Аннотация — Описаны основные принципы радиолокации с применением технологии непрерывного частотно-модулированного излучение (FMCW).

1. Введение

Развитие компонентной базы и технологий цифровой обработки сигналов в конце XX — начале XXI века привело к появлению возможности создания радаров в виде интегральных схем. Преимуществом рассматриваемой технологии является геометрическая компактность физической реализации, низкое энергопотребление и высокая точность, позволяющая использовать такие устройства, например, для бесконтактного измерения частоты дыхания и частоты сердечных сокращений человека [1]. В докладе приводится принцип действия радиолокаторов, использующих технологию непрерывного частотно-модулированного излучения.

2. Основная часть

В радарных устройствах рассматриваемого типа используется модуляция частоты несущего колебания пилообразным сигналом:

$$f_T(t) = f_c + \frac{B}{T_{chirp}}t.$$

Модулированный сигнал помимо того, чтобы излучаться посредством антенны, поступает на умножитель частоты, который, в свою очередь, также подключён к принимающей антенне рассматриваемого радарного устройства. Временные диаграммы модулирующего пилообразного колебания и демодулированного принимаемого сигнала ппоказаны на рис. 1.

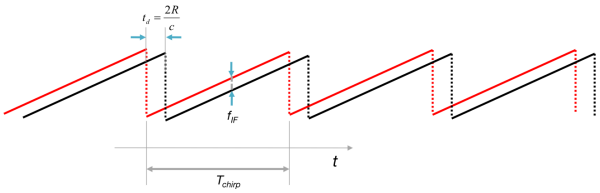


Рис. 1

Как можно видеть из рис. 1, отражённый сигнал (отмечен чёрным цветом) запаздывает относительно передаваемого сигнала (отмечен красным цветом), ввиду чего на выходе перемножителя формируются биения. Далее, выполняя над полученным на выходе перемножителя сигналом преобразование Фурье, возможно получить спектр (см. рис. 2), пики которого будут соответствовать обнаруженным объектам, а частота в спектре будет пропорциональна расстоянию до них.

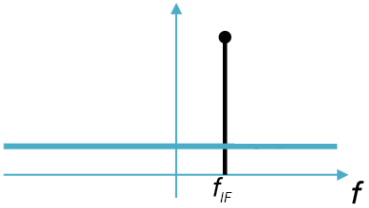


Рис. 2

Вышеизложенный метод редко используется в чистом виде и зачастую дополняется. Так, благодаря использованию приёмных и передающих антенных решёток (см. рис. 3) становится возможным определить направление, в котором находится обнаруженный объект. Достигается такой результат ввиду запаздывания сигнала, принимаемого дальней от обнаруживаемого объекта, сравнительно с ближней.

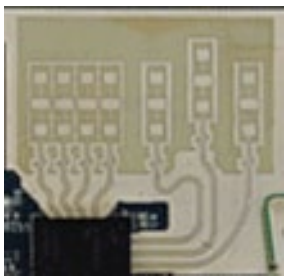


Рис. 3

Также, для измерения скорости перемещения обнаруженного объекта, можно воспользоваться эффектом Доплера, измеряя изменение фазы отражённого сигнала [2]. Для этого используется формула:

$$\omega = \frac{4\pi v T_C}{\lambda} \Rightarrow v = \frac{\lambda\omega}{4\pi T_C}.$$

3. Заключение

Таким образом, рассмотрена технология FMCW-радиолокации. Описаны методы определения пространственного положения обнаруживаемого объекта и скорости его перемещения.

4. Список литературы

[1] Issues of implementation of contactless sensor for breath rate and heart rate measurement of a patient of a health facility / V. O. Poluboiartsev [et al.] // Recent Achievements and Prospects of Innovations and Technologies. — 2024. — No 3(3). — P. 125—131.

[2] Introduction to mmwave Sensing: FMCW Radars, Sandeep Rao [Электронный ресурс] / Texas Instruments. — Режим доступа: https://www.ti.com/content/dam/videos/external-videos/en-us/2/3816841626001/5415528988001.mp4/subassets/mmwaveSensing-FMCW-offlineviewing_0.pdf (дата обращения 28.09.2024)

PRINCIPLES OF FMCW SENSING

Poluboiartsev V. O., Vertegel V. V.
Scientific adviser: Vertegel V. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Basic principles of frequency-modulated continuous wave (FMCW) radiolocation are considered.

ДЕТЕКТОР ТРИПТОФАНОПОДОБНОЙ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ КАК МАРКЕРА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПРИРОДНЫХ ВОД СТОЧНЫМИ ВОДАМИ

Дыкман В. З., Воликов М. С., Быков Е. М, Стародуб М. А., Лунев Е. Г., Безгин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: marlin@marlin-yug.com

Аннотация — Представлена разработка детектора фекальной загрязненности источников питьевой воды с использованием явления триптофаноподобной флуоресценции(TLF) в качестве индикатора загрязнения.

1. Введение

Примерно 4,4 миллиарда жителей стран с низким и средним уровнем дохода не имеют доступа к качественной и безопасной питьевой воде. 48 процентов людей, живущих в этих 135 странах, сталкиваются с фекальным загрязнением воды. Это вдвое превосходит предыдущие оценки Совместной программы ВОЗ и ЮНИСЕФ по мониторингу водоснабжения, санитарии и гигиены [3, 4]. Риск загрязнения природных вод фекалиями связан со сточными водами, которые являются источниками фекальных микробов, передающих патогенные микроорганизмы как человека, так и животных в природные воды — воды из подземных и поверхностных источников, а также морские воды.

2. Основная часть

Использование так называемой триптофаноподобной флуоресценции (TLF) в качестве индикатора загрязнения питьевой воды фекалиями, зарекомендовало себя как новый подход [1,2] к быстрому выявлению риска заражения воды в натурных условиях. В контролируемых лабораторных исследованиях было доказано, что триптофан и другие соединения, которые флуоресцируют в области TLF, являются продуктом метаболизма клетки E.coli — термотолерантной фекальной бактерии группы кишечной палочки (ТТС). Авторы [1] продемонстрировали корреляцию r2 = 0,98 между интенсивностью TLF и концентрацией E.coli во время культивирования, причем большая часть TLF имела внутриклеточное происхождение. Известно также, что E.coli является предпочтительным организмом для промышленного производства триптофана путем ферментации углеводов. Предлагаемая конструкция детектора присутствия кишечной палочки, основана на методе регистрации триптофаноподобной флуоресценции и является одноканальным флуориметром, функциональная схема прибора показана на рис.1.

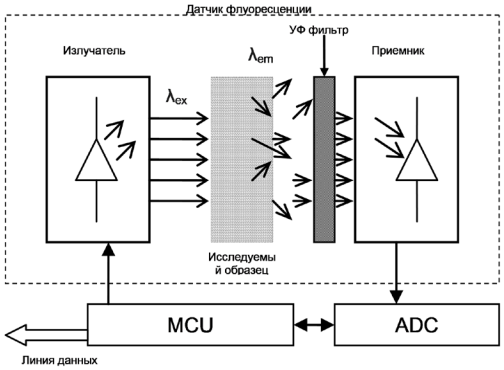


Рис. 1

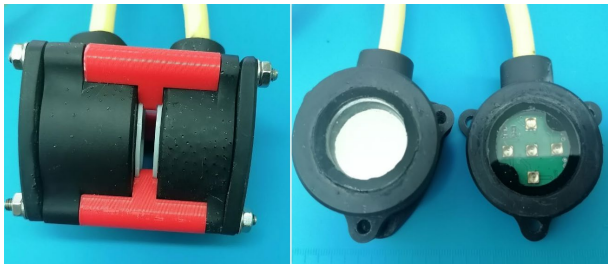


Рис. 2

Флуоресценция триптофана TLF как правило, наблюдается на длинах волн возбуждения/излучения λ_{ex} /λ_{em} = 280/360 нм. На схеме изображен светодиодный излучатель, работающий на длине волны 280нм, излучение которого проходит через исследуемый образец в направлении фотоприемника. При наличии флуоресценции образца, ее излучение проходит УФ фильтр, отсекающий возбуждающее излучение, и регистрируется фотодетектором. На Рис.2 показан созданный авторами, действующий макет устройства обнаружения TLF флуоресценции, в собранном виде (слева), в разобранном виде (справа) показаны излучающая и приемная части прибора.

3. Заключение

Разработанный прибор позволит обеспечить экспресс контроль качества природных вод в регионах, где отсутствует возможность проведения своевременного лабораторного контроля.

4. Список литературы

[1] The in situ bacterial production of fluorescent organic matter; an investigation at a species level / B.G. Fox [et al.] // Water Research. — 2017. — Vol 125. — P. 350—359.
[2] Real-time detection of faecally contaminated drinking water with tryptophan-like fluorescence: defining threshold values /James P.R. Sorensen [et al.] // Science of The Total Environment. — 2018. — Vol. 622–623. — P. 1250—1257.
[3] ТАСС наука [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://nauka.tass.ru/nauka/21614887?ysclid=m1snx051b4608167350&utm_source=yandex.ru&utm_medium=organic&utm_campaign=yandex.ru&utm_referrer=yandex.ru
[4] Lukyanchikov A. / DISTRIBUTED SYSTEM FOR MEASURING AND COLLECTING PARAMETERS OF COASTAL WATER AREA AND RESERVOIR / Lukyanchikov A., Redkina E., Bezgin A. // Proceedings - 2020 7th All-Russian Microwave Conference, RMC 2020. 7. - 2020. - P. 320-323.

TRYPTOPHAN-LIKE FLUORESCENCE DETECTOR AS MARKING OF DRINKING WATER CONTAMINATION WITH WASTEWATER

Dykman V.Z., Volikov M.S., Bykov E.M. Starodub M.A., Lunev E.G., Bezgin A.A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The design of a detector of wastewater contamination of natural water sources using tryptophan-like fluorescence (TLF) as a contamination indicator is presented.

НОВОЕ В МЕТОДАХ И ТЕХНИКЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ

Миронов П. А.
Черноморское высшее военно-морское училище имени П.С. Нахимова, Россия
E-mail: amirmironov@mail.ru

Аннотация — Представлен один из методов распознавания морских объектов путём определения амплитуды вибрации с помощью когерентной РЛС.

1. Введение

Радиолокационное распознавание — это получение радиолокационных характеристик объектов (целей), выбор информативных признаков и принятие на их основе решения о принадлежности этих объектов к определённому классу. При этом возникает возможность создания электронной базы объектов с общими признаками распознавания, что в некоторых случаях актуально [1].

2. Основная часть

Эта задача может быть решена путем измерения кинематических характеристик на основе анализа доплеровских частот отраженных от объектов сигналов и измерений вибрации корпуса с учётом качки судна.

Поставленная задача решается тем, что, производят радиолокационное измерение вибрации корпуса морского судна, корпус зондируют с помощью когерентной РЛС, принимают отраженный сигнал и выделяют из него суммарный доплеровский сигнал, который затем оцифровывают для его компьютерной обработки. Новым является то, что из суммарного доплеровского сигнала выделяют доплеровский сигнал качки и вычитают его из суммарного доплеровского сигнала и получают значение доплеровской частоты вибрации $f_{d\max}$, при помощи которой вычисляется значение амплитуды вибрации объекта по формуле

$$x_m = \frac{f_{d\max} \cdot \lambda \cdot T}{4 \cdot \pi \cdot A_d},$$

где $f_{d\max}$ — доплеровская частота вибрации;

A_d — коэффициент пропорциональности;

λ — длина волны РЛС;

T — период вибрации.

Работает это следующим образом.

На берегу или другом стабилизированном основании (например, буровая или океанографическая платформа) устанавливается когерентная РЛС, которая облучает судно. Из отраженного сигнала выделяется суммарный доплеровский сигнал вибрации и качки, оцифровывают его и вводят в компьютер. Одновременно из суммарного доплеровского сигнала выделяют путем фильтрации доплеровский сигнал качки, который также оцифровывают и вводят в компьютер. Затем из суммарного доплеровского сигнала вычитают доплеровский сигнал качки. При этом выделяется доплеровская добавка, зависящая от частоты вибрации корпуса судна. Полученный сигнал используют для определения амплитуды вибрации корпуса судна.

Устройство для реализации способа содержит импульсно-когерентную РЛС, блок выделения суммарного доплеровского сигнала качки и вибрации корабля, выход которого соединен с блоком фильтрации доплеровского сигнала качки корабля, два аналогово-цифровых преобразователя, выходы которых подключены к входам первого и второго блоков памяти.

Выходы блоков памяти соединены с входом блока вычитания, выход которого соединен с входом блока определения параметров вибрации.

Технический результат — повышение точности определения параметров вибрации морского корабля (судна) [2].

Так на рис. 1 представлена обобщенная структурная схема совокупности узлов и блоков, позволяющая определить параметры вибрации корабля.



Рис. 1

Данные параметры зависят от размеров корпуса надводного корабля и особенностей работы вспомогательных механизмов, что позволяет осуществить распознавание отдельных классов судов и создать электронную базу конкретных объектов.

3. Заключение

Таким образом, измерения с помощью когерентной радиолокационной станции вибрации корпуса любого радиолокационно-контрастного объекта, находящегося на морской поверхности, и дистанционное определение характеристик вибрации актуальны в связи с необходимостью совершенствования техники контроля и эксплуатацией электромеханических устройств, размещенных на судне [2].

4. Список литературы

[1] Небабин, В. Г. Методы и техника радиолокационного распознавания / В. Г. Небабин, В. В. Сергеев. — М. : Радио и связь, 1984. — 152 с.

[2] Пат. 2718131 C1 Российская Федерация, МПК G01H 9/00 (2006.01). Способ радиолокационного измерения вибрации корпуса морского корабля (судна) / Гринкевич А. П., Краснов Л. М., Миронов А. Ф., Миронов П. А.; опубл. 30.03.2020. — Бюл. №10.

NEW IN OBJECT RECOGNITION METHODS AND TECHNIQUES

Mironov P. A.
Black Sea Higher Naval School
named after P.S. Nakhimov; Russia

Abstract — One of the methods for recognition of marine objects has been presented by determining the vibration amplitude using a coherent radar.

Севастопольский «Испытательный центр «Омега» — филиал ФГБУ НИИР

г. Севастополь,
ул. Вакуленчука, 29
Тел. +7 (8692) 53-70-72, +7 (978) 057-64-79
Факс: +7 (8692) 46-96-79
http://stcomega.ru

Создан в г. Севастополе в 1968 году как базовый испытательный центр предприятий — разработчиков и изготовителей аппаратуры радиосвязи морской и сухопутной подвижной службы. Сегодня Испытательный центр «Омега» — Севастопольский филиал ФГБУ НИИ Радио это технически компетентная и независимая лаборатория, которая предоставляет услуги по сертификационным испытаниям продукции.

Секция 2

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА В ГРУППАХ МЕССЕНДЖЕРА «TELEGRAM»

Тихонов И. А., Котов А. В., Маренков Н. М., Преображенский А. П.
Научный руководитель: д-р. техн. наук, проф. Преображенский А. П.
Воронежский институт высоких технологий, Россия
E-mail: komkovvivt@yandex.ru

Аннотация — Проведен анализ подходов для обнаружения деструктивного контента в мессенджере «Telegram». Рассмотрены основные характеристики системы мониторинга для такого мессенджера.

1. Введение

Многопользовательские группы в мессенджерах, таких как «Telegram», являются привлекательной средой для общения и обмена информацией. Однако они также могут стать местом, где распространяется деструктивный контент, такой как травля в онлайн, экстремистские высказывания, нежелательная реклама и другие формы вредоносного содержания. В работе рассмотрена система мониторинга деструктивного контента в многопользовательских группах мессенджера "Telegram".

2. Основная часть

Для задачи классификации контента как деструктивного, была обучена модель искусственного интеллекта. Процесс обучения проходил на платформе *Google Collab*. Для работы с моделью использовался язык программирования Python.

Для обучения модели, на платформе kaggle.com, был выбран готовый датасет “*Russian Language Toxic Comments*”. Данный набор данных содержит 14412 примеров комментариев, помеченных как токсичные и нетоксичные.

Первым шагом в процессе обучения модели стал импорт необходимых библиотек Python. Импортируется библиотека *Natural Language Toolkit* (NLTK), которая используется для обработки и анализа текстов на естественном языке. Также загружается набор стоп-слов. Стоп-слова — это слова, которые часто встречаются в языке (например, "и", "в", "на"), но не несут значимой информации для анализа текста. Библиотека NLTK предоставляет встроенный список таких слов для разных языков [1].

В процессе обучения используются следующие библиотеки: *pandas, numpy, matplotlib.pyplot, scikit-learn*. Далее производится чтение набора данных.

Анализ по структуре представленных данных показал, что 66,5% представленных данных помечены как нетоксичные, оставшиеся 33,5% являются токсичными. На следующем этапе проводится предобработка текста, она включает в себя: токенизацию слов, лемматизацию и удаление стоп-слов. Выполняется непосредственно сама обработку текста в *DataFrame*, применяется функция *text_cleaning* ко всем строкам столбца *comment* с использованием библиотеки *tqdm* для отображения индикатора прогресса.

Проверяется наличие пустых сообщений после их токенизации и они удаляются при обнаружении. Проверяются данные на наличие дубликатов.

После этого наблюдалось, что после удаления все еще остается 45 дубликатов.

Этот факт указывает на неоднозначность метки токсичности.

Возможные случаи неоднозначности:

— исходные комментарии одинаковы, но метки разные;

— исходные комментарии разные, но после токенизации они стали одинаковыми, при этом метки различаются.

Были помещены дубликаты в отдельный датафрейм. Была выполнена очистка данных за счет удаления дубликатов комментариев, и маркирования неверно отмеченных значений в списке определенных ранее индексов. После чего проверка по дубликатам продемонстрировала их отсутствие.

Проведен анализ по частоте упоминания слов. Данные были разбиты на обучающий и тестовый наборы [2].

Были сделаны следующие выводы.

1) Модель достаточно хорошо справляется с классификацией нетоксичных комментариев (класс 0.0), показывая высокую точность, полноту и *F*1-меру.

2) Однако модель менее точно классифицирует токсичные комментарии (класс 1.0), особенно в плане полноты. Это может означать, что некоторые токсичные комментарии были неправильно отнесены к нетоксичным.

3) Общая точность модели составляет 89%, что говорит о её относительно хорошем качестве классификации, но стоит также обратить внимание на баланс между точностью и полнотой для каждого класса.

3. Заключение

Таким образом, были определены функциональные требования к системе, были выбраны технологии и методы обработки данных. Проведено тестирование прототипа системы мониторинга на реальных данных и оценка его эффективности в выявлении и фильтрации деструктивного контента.

4. Список литературы

[1] Левасюк, Д. Ю. Применение языковых моделей в задаче обнаружения неприемлемого контента / Д. Ю.Левасюк // Символ науки. — 2023. — №5-2. — С. 53—56.

[2] Мельниченко, С. С. Анализ основных методов вебфильтрации контента на примере detox browzer и алгоритмов машинного обучения // Экономика и качество систем связи. — 2022. — №3 (25). — С.60—66.

THE DESIGN OF SYSTEM FOR MONITORING IN GROUPS IN TELEGRAM MESSENGER

Tihonov I. A., Kotov A. V., Marenkov N. M.,
Preobrazhenskiy A. P.
Scientific adviser: Preobrazhenskiy A. P.
Voronezh Institute of High Technologies, Russia

Abstract — The analysis of approaches to detecting destructive content in the Telegram messenger is carried out. The main characteristics of the monitoring system for such a messenger are considered.

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПОИСКУ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Куркина Л. А., Хакназаров И. В., Маренков Н. М., Преображенский А. П.
Научный руководитель: д-р. техн. наук, проф. Преображенский А. П.
Воронежский институт высоких технологий, Россия
E-mail: komkovvivt@yandex.ru

Аннотация — Проведен анализ возможностей поиска неисправностей в сетевых системах. Разработаны соответствующие рекомендации. Проведен анализ эффективности применения рекомендаций.

1. Введение

В работе были решены следующие основные задачи:

— изучение основ теории сетевых систем и их составляющих;

— анализ распространённых неисправностей в сетевых системах;

— разработка рекомендаций по поиску неисправностей в сетевых системах;

— проверка разработанных рекомендаций на практике.

Цель данной работы связана с разработкой рекомендаций по поиску неисправностей в сетевых системах.

2. Основная часть

Для поиска неисправностей используются утилиты мониторинга сетевого трафика. Мониторинг сетевого трафика на роутере имеет в своей основе сбор и анализ данных об обмене пакетами информации между устройствами, находящимися в сети и внешним миром. Это дает информацию о характеристиках и общем объеме трафика, позволяет выявить различные аномалии, отследить источники и назначение трафика, а также выявить возможные угрозы.

Для выбора надежного и качественного сетевого оборудования рекомендуется соблюдать следующие рекомендации.

1) Необходимо выбирать оборудование с таким количеством портов, чтобы оставался запас 30% от их необходимого количества.

2) Лучше отдать предпочтение оборудованию, которое имеет поддержку и гарантию от производителя на территории страны.

3) Всегда нужно иметь запасное «горячее» оборудование, которое позволит в кратчайшие сроки восстановить критическую инфраструктуру в случае аварии.

4) При необходимости всегда следует отдавать предпочтение помехозащищенному экранированному оборудованию, такому как кабели или патч-панели.

Согласно алгоритму, при возникновении ошибки, некий общий ресурс становится недоступным [1], что влечет за собой следующие действия.

1) Локализация ошибки. Применяя сетевое программное обеспечение, оператор получает информацию о состоянии сети и делает вывод о том программная это ошибка или аппаратная.

2) Если ошибка программная, она исправляется и работоспособность ресурса проверяется повторно, если же ошибка носит аппаратный характер, выполняется проверка оборудования N.

3) В случае, если ошибка найдена в оборудовании N, она исправляется ремонтом или заменой оборудования, и ресурс снова проверяется на работоспособность.

4) Если оборудование N работает штатно, индексу N присваивается значение N+1 и проводится проверка следующего элемента оборудования.

5) Как только обнаруживается оборудование, ставшее причиной ошибки, оно ремонтируется или заменяется, а затем снова проводится проверка доступности ресурса.

Результаты обобщены в табл.1 и табл. 2.

Таблица 1

Вид отказа	Количество до применения рекомендаций за один год	Количество после применения рекомендаций за один год
Полная недоступность сети	7	3
Частичная недоступность сети	20	8

Таблица 2

Вид ошибки	Время на поиск ошибки до применения рекомендаций, ч.	Время на поиск ошибки после применения рекомендаций, ч.
«Узел недоступен»	2	0,5
«Коллизия»	2,5	0,3

3. Заключение

Разработанные рекомендации могут быть внедрены практически в любой организации с большой, разветвленной сетевой системой. Важным преимуществом созданных рекомендаций является их универсальность. Рекомендации могут помочь повысить надёжность и стабильность работы информационной сети.

4. Список литературы

[1] Григорьев, Р. И. Анализ возможностей мониторинга локальной доменной сети класса с средствами Microsoft Powershell / Р. И. Григорьев, И. А. Осипова // Прикаспийский журнал : управление и высокие технологии. — 2022. — № 1 (57). — С. 106—113.

DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS FOR TROUBLESHOOTING IN INFORMATION AND TELECOMMUNICATION SYSTEMS

Kurkina L. A., Haknazarov I. V., Marenkov N. M., Preobrazhenskiy A. P.
Scientific adviser: Preobrazhenskiy A. P.
Voronezh Institute of High Technologies, Russia

Abstract — The analysis of the possibilities of troubleshooting in network systems is carried out. Appropriate recommendations have been developed. The analysis of the effectiveness of the recommendations is carried out.

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ИНФОКОММУНИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ С ПОВЫШЕННОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ

Стукалова В. С., Фирсова Е. А., Маренков Н. М., Преображенский А. П.
Научный руководитель: д-р. техн. наук, проф. Преображенский А. П.
Воронежский институт высоких технологий, Россия
E-mail: komkovvivt@yandex.ru

Аннотация — Проведен анализ возможностей создания инфокоммуникационной системы с повышенной отказоустойчивостью. Представлены основные требования, предъявляемые к такой системе.

1. Введение

В условиях постоянно меняющейся деловой среды организации сталкиваются с необходимостью обеспечения непрерывной работы своих информационных систем, чтобы гарантировать эффективное функционирование и безопасность бизнес-процессов. Отказы в работе инфокоммуникационных систем могут привести к серьезным потерям для организации, включая финансовые убытки, потерю репутации и нарушение процессов взаимодействия с клиентами и партнерами.

Цель данной работы заключается в исследовании и разработке инфокоммуникационной системы организации с повышенной отказоустойчивостью.

2. Основная часть

Задачи, которые решались в ходе разработки.

1) Определение уровня отказоустойчивости для каждого из критических процессов с учётом возможных рисков и последствий их реализации.

2) Проектирование архитектуры системы, включающей в себя необходимые компоненты для обеспечения заданного уровня отказоустойчивости.

3)Разработка плана реагирования на инциденты, включающего процедуры восстановления работы системы и минимизации потерь данных.

4) Тестирование и моделирование работы системы в условиях имитации различных видов сбоев и атак.

5) Обучение персонала использованию системы и действиям в чрезвычайных ситуациях.

6) Внедрение системы мониторинга и управления для непрерывного контроля за состоянием инфокоммуникационной системы.

Для обеспечения безопасности и защиты данных будет использоваться сеть SAN. SAN — это выделенная сеть хранилища данных, предназначенная для обмена данными между серверами и хранилищем, обеспечивая высокую скорость передачи, надежности и управляемости данных. Главное преимущество — высокая скорость передачи данных, возможность расширения, отказоустойчивость и централизованное управление [1].

Для обеспечения высокого уровня безопасности и конфиденциальности данных, в отказоустойчивой инфраструктуре будут применяться современные методы шифрования. Это включает использование алгоритмов шифрования данных, таких как AES (Advanced Encryption Standard) или RSA (Rivest–Shamir–Adleman), для защиты информации как во время хранения, так и во время передачи.

Необходимо выбирать оборудование с таким количеством портов, чтобы оставался запас 30% от их необходимого количества.

Процесс мониторинга трафика позволяет отслеживать активность в сети, выявлять аномалии, решать проблемы производительности и обнаруживать потенциальные угрозы безопасности.

Для мониторинга трафика используется SNMP (Simple Network Management Protocol), который обеспечивает возможность администраторам сети контролировать работу оборудования, устанавливать параметры сети, выявлять проблемы и управлять сетью из централизованной точки.

Система аварийного электроснабжения является важной частью инфокоммуникационных систем и необходима для обеспечения непрерывной работы в экстренных ситуациях, когда основное электропитание может быть недоступно или прервано. Система аварийного электроснабжения серверной должна включать в себя два источника бесперебойного питания – основной и резервный.

3. Заключение

Основное внимание в работе было уделено созданию системы, способной обеспечить непрерывность критически важных сервисов в условиях возможных сбоев и аварий. Рассмотрены методы и технологии, позволяющие минимизировать риски потери данных и времени простоя, включая резервирование, балансировку нагрузки и автоматическое переключение на резервные системы.

Разработанная инфокоммуникационная система предполагает использование современных подходов к обеспечению отказоустойчивости, таких как кластеризация серверов, синхронизация данных. Предложенные решения позволяют не только повысить устойчивость системы к сбоям, но и обеспечить гибкость и масштабируемость инфокоммуникационной системы, что является важным фактором для динамично развивающихся организаций.

4. Список литературы

[1] Можаров, Г. П. Отказоустойчивые компьютерные сети, построенные на основе комбинаторных блок-дизайнов / Г. П. Можаров // Вестн. Моск. гос. технич. ун-та им. Н. Э. Баумана. Серия Приборостроение. — 2016. — № 6 (111). — С. 41—53.

DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS FOR INFORMATION AND COMMUNICATION SYSTEMS WITH INCREASED STABILITY

Stukalova V. S., Firsova E. A., Marenkov N. M., Preobrazhenskiy A. P.
Scientific adviser: Preobrazhenskiy A. P.
Voronezh institute of high technologies, Russia

Abstract — The analysis of the possibilities of creating an information and communication system with increased fault tolerance is carried out. The main requirements for such a system are presented.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАЩИЩЁННОЙ СИСТЕМЫ СИМПЛЕКСНОЙ СВЯЗИ С КОДИРОВАНИЕМ ПО ЧАСАМ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Даниелян Л. А.
Научный руководитель: Золотенкова М. К.
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Россия
E-mail: danielian2000@mail.ru

Аннотация — В работе представлен новый подход к организации защищенной системы симплексной связи, основанный на кодировании по часам реального времени и 16-битном кодовом слове. Проведен анализ ее эффективности в различных условиях, включая наличие помех в канале связи.

1. Введение

Развитие технологий «умного дома» приводит в частности к развитию систем передачи информации по сетям электропитания Power Line Communication (PLC). Применение PLC для решения задачи обмена информацией между устройствами внутри квартиры или загородного дома рассматривались в работе [1], где проводились исследования канального уровня.

Ввиду достаточно больших габаритов передатчиков PLC-систем во многих устройствах предполагается установка исключительно приёмных модулей, что делает систему симплексной. В такой системе один центральный передатчик передаёт в сеть команды управления, которые регистрируются приёмниками.

В данной работе рассматриваются вопросы безопасности такой сети с точки зрения несанкционированного доступа и предлагается возможное решение обеспечения безопасности системы.

2. Основная часть

Технически система PLC может считаться достаточно безопасной изначально ввиду того, что для доступа к пространству сигналов управления необходимо иметь физическое подключение к данной сети электропитания. Однако, тем не менее, это не исключает возможности диверсий или «троянских устройств» (ТУ), которые могут перехватить управление сетью.

В работе исследовался протокол, предлагаемый коллективом СКБ-4 МАИ «Сигнал» для PLC-управления устройствами «умная дача» [2], структура которого приведена на рис. 1.

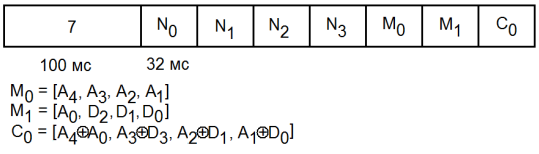


Рис. 1

Как видно из рис. 1., протокол передаёт 7 информационных символов, каждый из которых несет 4 бита информации. Длительность каждого символа составляет 32 мс, что означает, что длительность передачи информации составляет 224 мс. Причём первые четыре символа используются как статический код подсети, а информация передаётся в символах 5 и 6. Символ 7 служит для проверки корректности передаваемой информации по принципу проверки чётности.

Данный протокол имеет уязвимость, основанную на возможности подмены управляющих команд [3]. ТУ в сети может записать передаваемые команды и после чего повторять их, перехватывая управление устройствами. Решением данной проблемы могло бы быть динамическим изменением первых четырёх символов во времени с учётом некоторой маски пароля, известного только авторизованным устройствам. В качестве ядра изменения удобно использовать часы реального времени, установленные на каждом устройстве и синхронизируемые два раза в сутки специальным синхросигналом «сброс».

16-битный код времени формируется на всех устройствах подсети, после чего выполняется процедура «исключающего или» (XOR) с 16-битной последовательностью кодового слова, вручную вводимого пользователем на авторизованные устройства.

Данный способ кодирования был интегрирован в существующую систему PLC и были проведены эксперименты, показывающие работоспособность данного варианта.

3. Заключение

Предложенный способ кодирования позволяет значительно повысить безопасность системы, однако важным аспектом является прохождение сигнала «сброс» и то значение комбинации времени, которое он устанавливает, так как эта комбинация не должна быть известна ТУ. Данная комбинация также должна быть функционально связана с кодовым словом, как вариант, через таблицу соответствия, известную только разработчику системы.

4. Список литературы

[1] Kosolapova, A. O. Solving the problem of forming a digital communication channel over the power supply network based on pulse-frequency telegraphy / A. O. Kosolapova, M. K. Zolotenkova, V. V. Egorov. — IEEE, 2023.
[2] Egorov, V. V. Prototype of a pulse-frequency modem for transmitting information over power supply networks / V. V. Egorov, M. K. Zolotenkova. — IEEE, 2023.
[3] Королев, А. И. Коды и устройства помехоустойчивого кодирования информации / А. И. Королев. — Минск, 2002. — 286 с.

ORGANIZATION OF THE SECURE SIMPLEX COMMUNICATION SYSTEM WITH CODING ACCORDING TO REAL-TIME CLOCKS

Danielyan L. A.
Scientific adviser: Zolotenkova M. K.
Moscow Aviation Institute (national research university), Russia

Abstract — In the paper, new approach to the organization of a secure simplex communication system based on real-time clock coding and a 16-bit codeword is presented. An analysis of its effectiveness in various conditions, including the presence of interference on the communication channel, was carried out.

СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АЛГОРИТМА ОЦЕНКИ СМЕНЫ ВИДА МОДУЛЯЦИИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ КВАЗИРАДИОСИГНАЛОВ

Корчагин Ю. Э., Титов К. Д., Завалишина О. Н.
Научный руководитель: д-р физ.-мат. наук, доц. Корчагин Ю. Э.
Воронежский государственный университет, Россия
E-mail: onzavalishina@mail.ru

Аннотация — Выполнены синтез и статистическое моделирование алгоритма оценки момента смены вида фазовой модуляции сверхширокополосного квазирадиосигнала с неизвестными амплитудами и начальными фазами на фоне белого гауссовского шума. Получена зависимость среднеквадратической ошибки оценки момента смены вида модуляции от отношения сигнал/шум.

1. Введение

Для улучшения электромагнитной совместимости устройств, а также для снижения количества избыточной информации, могут быть использованы алгоритмы определения вида модуляции передаваемых сигналов. Например, в работе [1] авторами предложен алгоритм обнаружения разладки вида фазовой модуляции при приеме последовательности сверхширокополосных сигналов. Однако на практике момент смены вида модуляции оказывается неизвестным, поэтому актуальной задачей является оценка момента разладки вида фазовой модуляции передаваемых сигналов.

2. Основная часть

В условиях сложной электромагнитной обстановки смена вида модуляции происходит при скачкообразном изменении одного или нескольких параметров сигнала, поэтому задача определения вида модуляции может быть сведена к задаче обнаружения смены вида модуляции сигнала [1, 2] и оценки момента разладки [3]. В работе исследован алгоритм оценки момента разладки одного из самых распространённых видов модуляции сигналов — фазовой модуляции.

Наблюдаемая реализация представляет собой последовательность фазомодулированных сигналов, значения начальных фаз которых принадлежат дискретному множеству начальных фаз $A_i = \left\{\varphi_j^{(i)}, j = \overline{1, K_i}\right\}, i = \overline{0,1}$, которое определяется выбранным видом модуляции, K_i определяют количество точек в сигнальном созвездии. До начала канального символа с номером $\tau_p - 1 \le N$ используется один вид фазовой модуляции с множеством начальных фаз A_0, а затем, начиная с канального символа τ_p, произошла смена вида модуляции — начальные фазы радиосигналов принимают значения из другого множества A_1. Исходными данными для алгоритма служит последовательность оценок начальных фаз для каждого *k*-го канального символа $\hat{\varphi}_k$ [1].

Алгоритм оценки момента разладки будет определяться следующим выражением

$$\hat{\tau}_p = \arg \max_{1 \le \hat{\tau}_p \le N} \prod_{k=1}^{\hat{\tau}_p - 1} \left[\sum_{j=1}^{K_0} p_j^{(0)} W\left(\hat{\varphi}_k \middle| \varphi_j^{(0)}\right) \right] \prod_{k=\hat{\tau}_p}^{N} \left[\sum_{j=1}^{K_1} p_j^{(1)} W\left(\hat{\varphi}_k \middle| \varphi_j^{(1)}\right) \right],$$

где $W\left(\hat{\varphi}_k \middle| \varphi_j^{(i)}\right), i = \overline{0,1}$ — условные плотности вероятностей оценок начальных фаз [3] для каждого множества значений A_0 и A_1; $p_j^{(i)}$ — априорные вероятности того, что начальная фаза канального символа приняла значение $\varphi_j^{(i)}$ [1].

В результате выполнения статистического моделирования получена зависимость среднеквадратичной ошибки (СКО) оценки момента разладки двух видов фазовой модуляции (бинарной и квадратурной) от отношения сигнал/шум (ОСШ) при количестве экспериментов 10^3, длине последовательности $N = 50$ и истинном моменте разладки $\tau_{p0} = 25$.

3. Заключение

Результаты статистического моделирования полученного алгоритма показали, что при ОСШ $z \ge 1{,}8$ СКО оценки момента разладки $\sigma_{\tau_p} \le 2$. При этом установлено, что эффективность алгоритма оценки момента разладки не зависит от параметра узкополосности сигнала [1, 3].

4. Благодарности

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-21-00452, https://rscf.ru/project/23-21-00452/.

5. Список литературы

[1] Обнаружение разладки фазовой модуляции при обработке последовательности сверхширокополосных квазирадиосигналов на фоне белого гауссовского шума / Ю. Э. Корчагин, К. Д. Титов, О. Н. Завалишина, А. Д. Виноградов // Радиотехника. — 1988. — 224 с.

[2] Жиглявский, А. А. Обнаружение разладки случайных процессов в задачах радиотехники / А. А. Жиглявский. — СПб. : Изд-во Ленинград. ун-та, 2011. — Т. 54. — № 4. — С. 3—10.

[3] Трифонов, А. П. Характеристики оценки фазы сверхширокополосного квазирадиосигнала / А. П. Трифонов, П. Е. Руднев // Извест. вузов. Радиоэлектроника. — 2011. — Т. 54. — № 4. — С. 3—10.

STATISTICAL MODELING OF THE ALGORITHM FOR ESTIMATION OF CHANGE IN THE MODULATION TYPE OF THE SEQUENCE OF ULTRA-WIDEBAND QUASI-RADIO SIGNALS

Korchagin Yu. E., Titov K. D., Zavalishina O. N.
Scientific adviser: Korchagin Yu. E.
Voronezh State University, Russia

Abstract — The synthesis and statistical modeling of the algorithm for estimating the moment of disorder of the phase modulation type of an ultra-wideband quasi-radio signal with unknown amplitudes and initial phases against the background of white Gaussian noise are performed. The dependence of the variance of the estimate of the moment of change of the modulation type on the signal-to-noise ratio is obtained.

ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ ЗАПАЗДЫВАНИЯ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СЕТЯХ

Тымченко Н., Маркелов О. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук Маркелов О. А.
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» имени В. И. Ульянова (Ленина), Россия
E-mail: ntymchenko@etu.ru

Аннотация — Представлено сравнение оценки времени ожидания в реальной магистральной сети с результатами аналитического и математического моделирования.

1. Введение

В современном мире многопользовательские информационные системы играют важную роль в повседневной жизни и работе организаций. Одна из основных проблем — задержки, которые снижают эффективность работы с системой. Моделирование задержек и потерь помогает улучшить качество обслуживания и предсказать поведение трафика.

2. Основная часть

Исходные параметры исследования: N — количество пользователей; E — средняя интенсивность поступления заявок; L — количество пакетов равной интенсивности; V — объем выборки L; K_{var} — коэффициент вариации интенсивностей между пакетами; R_0 — коэффициент корреляции между интенсивностью поступления и временем обслуживания; U — коэффициент использования.

Эмпирические данные трафика были собраны из точки доступа сети MAWI, соединяющей университеты и исследовательские центры Японии. Изучая ежедневные потоки данных с разной интенсивностью и разделяя их на временные отрезки разной длительности, выявили взаимную корреляцию среди пользователей с высокой интенсивностью. Далее исключили автокорреляции, создав V случайных серий длиной L.

Аналитическое моделирование. Время ожидания в стационарной очереди можно оценить по формуле Кингмана: $T_w(U) = \overline{W_q} = \frac{\bar{v}}{c}\left[\frac{U}{1-U}\right]\left[\frac{\rho_\tau^2+\rho_v^2}{2}\right]$ (1) , где $\overline{W_q}$ — среднее время ожидания обслуживания, c — пропускная способность используемого канала связи; $\rho_\tau = \sigma_\tau/\overline{\tau}$ — коэффициент вариации интервалов времени между запросами; $\rho_v = \sigma_v/\overline{v}$ — коэффициент вариации времени обслуживания запросов. В современных сетях интенсивность запросов нестационарна, а запросы разных пользователей взаимно коррелированы. Для учёта этого используется суперстатистический подход. В результате ряда преобразований и учёта особенностей, при которых интенсивность запросов описывается гамма-распределением P(β), а временные интервалы в каждом фрагменте подчиняются закону Пуассона P(т), мы пришли к q-экспоненциальному распределению задержек. С учетом того, что у нас есть N узлов, т.е. $\beta_N = EN$ и $\lambda_N = \frac{\alpha}{\beta_N}$, получили, что $\rho^2 = \frac{K_{var}^2(NR_0+1-R_0)}{N}$ (2).

Математическое моделирование. Для проверки результатов создали потоки интенсивностей для некоррелированных и долгосрочно коррелированных записей интенсивности трафика. Определили параметры L и V так, чтобы $L * V \approx 86400$ – секунд в сутках. Для симуляции системы очередей сформировали локальные потоки Пуассона с элементами Y_k и средним интервалом $1/Y_k$. Объединив их для всех $k = 1 \ldots L$, получили итоговую последовательность прибытия. С учетом физически реализуемых задержек провели два типа моделирования:

— с потоками Пуассона, созданными независимо для каждого узла N, затем агрегированными и размещёнными в соответствии с временем прибытия sim1;

— с объединением локальных интенсивностей трафика из N узлов и моделированием одного агрегированного потока Пуассона sim2.

Аналогичными способами был проагрегирован трафик с сети MAWI, mod1 и mod2.

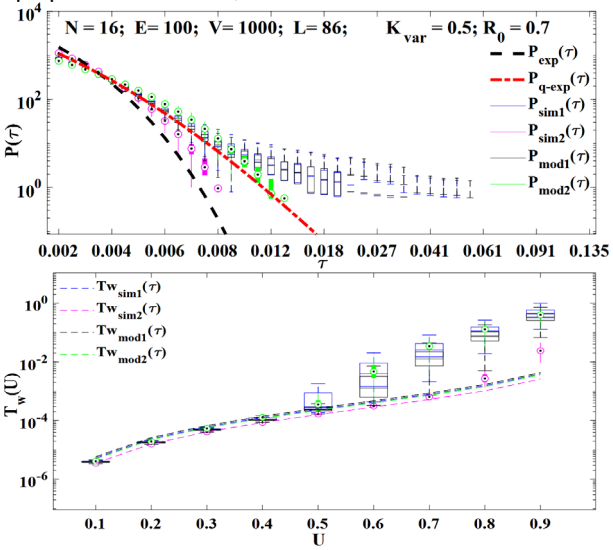


Рис. 1

Из рис. 1 видно, что применение суперстатистической модели улучшило точность оценки времени ожидания в современной сети, снизив недооценку с 3-4 десятков для традиционных моделей до единиц с учётом изменений интенсивности. Аналитическая модель обеспечивает аппроксимацию, занимающую промежуточное положение между двумя вариантами моделирования, которые неточны из-за дискретности и эффектов конечного размера в сценариях моделирования и анализа данных.

3. Заключение

Предложенная аналитическая модель хорошо согласуется с результатами математического моделирования и реальными данными. Она применима в условиях, когда параметры верны только в среднем значении. Этот метод будет полезен для оценки производительности систем управления очередями в разных областях, таких как информационные технологии, транспорт, логистика и финансы.

NETWORK LAG TIME ESTIMATION

Tymchenko N., Markelov O. A.
Scientific adviser: Markelov O. A.
Saint Petersburg Electrotechnical University “LETI”, Russia

Abstract — Comparison of the estimate of waiting time in the real backbone network with the results of analytical and mathematical modeling is presented.

МОДЕЛИРОВАНИЕ LTE ТРАФИКА В СИМУЛЯТОРЕ NS-3

Маркелова М. А., Климова И. А., Маркелов О. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук Маркелов О. А.
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» имени В. И. Ульянова (Ленина), Россия
E-mail: iaklimova@stud.etu.ru

Аннотация — В работе представлены результаты сравнительного моделирования сети LTE и сети миллиметрового диапазона (mmWave) на базе архитектуры LTE в симуляторе трафика NS-3.

1. Введение

В последнее время произошел стремительный рывок в развитии беспроводных технологий. Для создания новых поколений мобильных сетей большую роль играет современное программное обеспечение, позволяющее исследовать сети с помощью ее виртуального представления.

Сетевой симулятор трафика NS-3, благодаря своей гибкости и расширяемости, является мощным инструментом для моделирования и тестирования различных сетевых решений, а также для анализа производительности и оптимизации работы инфокоммуникационных сетей.

2. Основная часть

Для анализа производительности сетей стандартов LTE и mmWave LTE были проведены симуляции с одинаковыми исходными данными. Каждый сценарий моделирует сетевую архитектуру LTE+EPC, создается несколько компонентов базовых станций (eNB), к которым подключается один верхний eNB и запускается поток данных для каждого пользовательского устройства (UE) на удаленный хост и обратно. Он также запускает еще один поток между каждой парой UE. Количество базовых станций eNB и пользовательских устройств UE равно двум на каждую станцию, время симуляции составляет 10 секунд, временной интервал между пакетами 100 миллисекунд, расстояние между eNB и UE — 100 метров.

Ключевыми характеристиками обеих технологий являются задержка передачи данных от отправителя к получателю и пропускная способность (скорость передачи данных по сети). В рамках симуляции сценариев мы получаем файлы статистики производительности протокола PDCP в восходящей (uplink) и нисходящей (downlink) частях сетевого подключения. Протокол PDCP расположен в стеке протоколов радиосвязи и используется для управления передачей данных между пользователями и базовыми станциями. Данные, собранные в файлах, позволяют произвести анализ производительности сети и помогают улучшить ее эффективность.

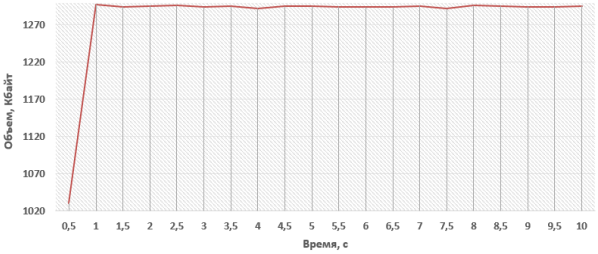


Рис. 1

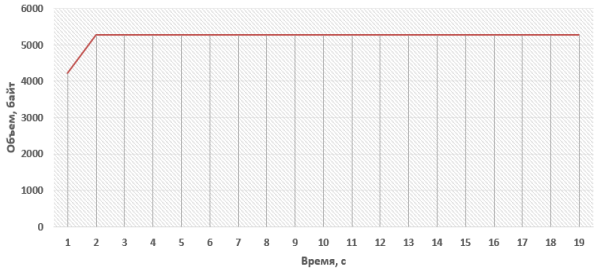


Рис. 2

На рис. 1 и рис. 2 представлены графики пропускной способности сетей mmWave LTE и LTE. В работе рассматривается простая модель сети, на основании графиков можно убедится, что mmWave LTE, благодаря использованию более высокого частотного диапазона, обеспечивает большую скорость передачи данных. В зависимости от требований к моделированию, пропускную способность можно увеличить, приближая ее к теоретическим значениям нового поколения мобильной связи. Для этого потребуются дополнительные изменения в коде, касающиеся требований к антеннам, протоколам, мощности передачи и др.

Сравнивая две технологии, можно выделить основные аспекты: 1) LTE обеспечивает стабильную и надежную связь на больших расстояниях и в условиях движения пользователя. Эта технология также характеризуется высоким процентом доставленных пакетов и относительно низкими задержки соединения; 2) mmWave LTE имеет ограниченное покрытие и хуже проходит через препятствия, что ограничивает его применение в городской среде. Тем не менее, несмотря на нестабильность пропускной способности, технология обеспечивает значительно более высокую скорость передачи данных.

3. Заключение

Результаты показали, что модуль mmWave позволяет моделировать сетевые сценарии с большей пропускной способностью при одинаковых исходных характеристиках по сравнению с модулем LENA, который поддерживает симуляцию сетей LTE.

Сетевой симулятор NS-3 является мощным инструментом для исследований в области сетевых технологий. Он позволяет создавать сценарии, интегрирующие облачные и туманные технологии, что способствует более глубокому пониманию и развитию технологий 5G.

LTE TRAFFIC MODELING WITH THE NS-3 SIMULATOR

Markelova M. A., Klimova I. A., Markelov O. A.
Scientific adviser: Markelov O. A.
Saint Petersburg Electrotechnical University “LETI”, Russia

Abstract — In the paper, the results of comparative modeling of the LTE network and the millimeter wave network based on the LTE architecture in the NS-3 traffic simulator are presented.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИ ПРЕДЕЛЬНОЙ ДАЛЬНОСТИ ДЕЙСТВИЯ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ СТАНДАРТА 802.11n

Трушкина А. В., Манько А. С.
Научный руководитель: Манько А. С.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: nazarovaanastasia724@gmail.com

Аннотация — Представлены результаты исследования теоретически предельной дальности действия связи стандарта *Wi-Fi* 4 с использованием имитационной модели в среде *MATLAB*/*Simulink*.

1. Введение

Семейство стандартов IEEE 802.11 регламентирует требования к сигналам и оборудованию, используемому в технологии беспроводных локальных сетей *Wi-Fi*. Физический уровень *OSI* определяет частотный диапазон, ширину канала, тип используемых модуляций и скорость передачи информации, а также устанавливает метрики оценки качества связи, выраженные в минимально допустимых значениях модуля вектора ошибки *EVM*.

В докладе представлены результаты исследования модели беспроводного канала связи стандарта 802.11*n*, соответствующего наиболее распространённой на сегодняшний день технологии *Wi-Fi* 4. Определена теоретически предельная дальность действия, а также представлена зависимость изменения скорости передачи данных по мере удаления от передатчика с учётом использования технологии адаптации кодирования и модуляции (*ACM*) [1].

2. Основная часть

Для исследования использовалась модель беспроводного канала связи, выполненная в среде *MATLAB*/*Simulink*. Разработанная модель состоит из функциональных блоков передатчика, имитирующего беспроводной маршрутизатор с уровнем мощности излучения 20 дБм и коэффициентом усиления антенны 0 дБи, воздушного канала связи с аддитивным белым гауссовым шумом (АБГШ) со спектральной плотностью мощности шума –80 дБм и приёмника с чувствительностью –100 дБм и коэффициентом усиления антенны 0 дБи. В модели реализована технология *ACM*, которая в зависимости от уровня искажений, оцениваемого по значению *EVM*, осуществляет переключение вида модуляции и скорости кодирования в канале связи.

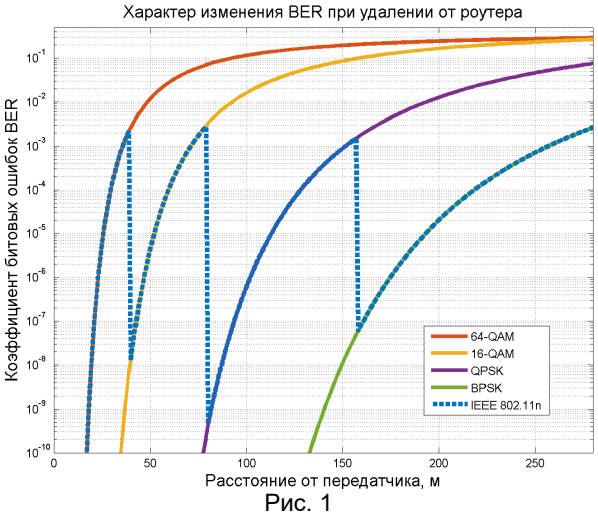


Рис. 1

На рис. 1-2 представлены полученные зависимости изменения скорости передачи данных и коэффициента битовых ошибок по мере удаления от передатчика *Wi-Fi* с шириной канала 20 МГц. В таблице 1 представлены результаты полученной теоретической оценки предельных дальностей действия стандарта связи 802.11*n*.

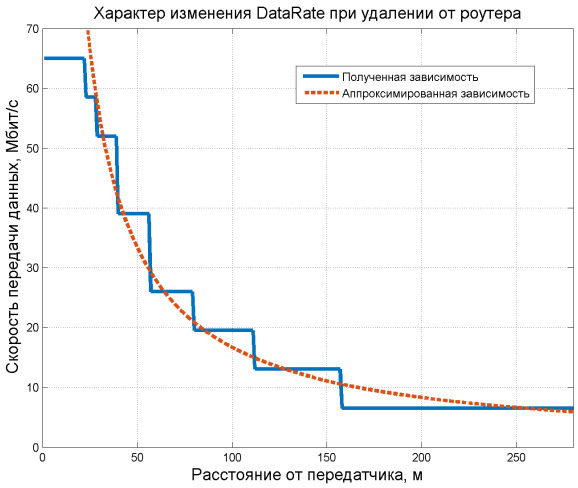


Рис. 2

Таблица 1

R, м	EVM_{max}, %	Модуляция	CR	DR_{max}, Мбит/с
0—22	4,46	64-QAM	5/6	65,0
23—28	5,62		3/4	58,5
29—39	7,94		2/3	52,0
40—56	11,22	16-QAM	3/4	39,0
57—79	15,85		1/2	26,0
80—111	22,39	QPSK	3/4	19,5
112—157	31,62		1/2	13,0
158—280	56,23	BPSK	1/2	6,5

3. Заключение

Исходя из полученных зависимостей, изменение скорости передачи данных по мере удаления от передатчика может быть аппроксимировано гиперболическим законом ~1/*R* при теоретически предельной дальности связи 802.11*n* до ~280 м.

4. Список литературы

[1] IEEE 802.11n-2009 Standard for Information Technology [Электронный ресурс] / IEEE. — Режим доступа: standards.ieee.org/ieee/802.11n/3952/.

THE STUDY OF THEORETICAL LIMIT RANGE FOR 802.11N WIRELESS COMMUNICATION

Trushkina A. V., Manko A. S.
Scientific adviser: Manko A. S.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of study of the Wi-Fi 4 communication theoretical limit range using MATLAB/Simulink simulation model are considered.

РАЗРАБОТКА ПОРТАТИВНОГО HD-ПЕРЕДАТЧИКА ВИДЕО С РАЗДЕЛЁННЫМ РАДИОКАНАЛОМ НА МОБИЛЬНОЙ СЕТИ 3G/4G

Тополов К. М., Савочкин А. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Савочкин А. А.
Севастопольский Государственный Университет, Россия
E-mail: kostya.topolov@gmail.com

Аннотация — В статье рассматривается разработка портативного HD-передатчика видео, использующего технологию разделённого радиоканала в сетях 3G/4G. Основное внимание уделено вопросам повышения качества передачи видео, минимизации задержек и устойчивости к помехам. Ожидается, что предложенные решения обеспечат надежную и высококачественную передачу видеосигнала, что имеет большое значение для различных приложений, включая медиа производство.

1. Введение

С каждым годом растёт потребность в высококачественной видеосвязи, особенно в мобильных сетях. Разработка портативных HD-передатчиков видео становится актуальной задачей, требующей учёта множества факторов, таких как скорость передачи данных, качество сигнала и устойчивость к внешним воздействиям. Современные технологии, такие как 3G/4G и метод разделения радиоканала(бондинг), открывают новые горизонты для эффективной передачи видеоданных [1, 2, 3].

2. Основная часть

Портативный HD-передатчик будет использовать кодек H.265/HEVC, который обеспечивает высокое качество изображения при относительно низкой битрейте. Это важно для оптимизации использования пропускной способности мобильной сети, что имеет решающее значение в условиях ограниченного ресурса.

На рис. 1 показано сравнение битрейта кодеков H.265 и 264 при разном разрешении, показывающее значительное преимущество первого.

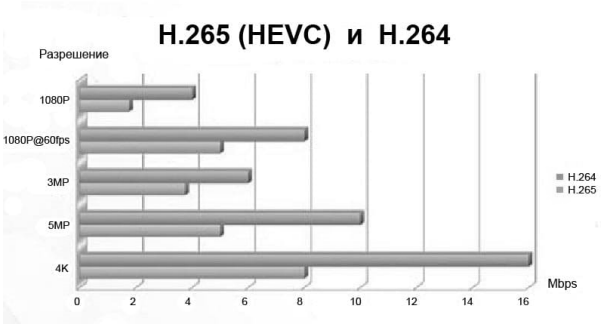


Рис. 1

Метод разделения радиоканала позволяет улучшить качество связи и снизить вероятность потерь данных. Используя пространственную и частотную диверсификацию, повышающую помехозащищённость, что является критически важным для мобильных приложений. Экспериментальные исследования показывают, что использование этих методов в условиях городской застройки значительно увеличивает надёжность передачи видеосигнала.

Адаптивные протоколы QoS позволяют оптимизировать передачу данных в зависимости от текущих сетевых условий. Так как это критично для обеспечения стабильного качества видео в условиях изменяющегося уровня сигнала, мы задействуем его в нашей работе. В рамках исследования планируется провести тестирование системы эмулируя различных условия, чтобы выявить оптимальные параметры работы передатчика.

3. Заключение

Разработка портативного HD-передатчика видео с разделённым радиоканалом на базе мобильных сетей 3G/4G представляет собой перспективное направление, способствующее улучшению качества видеосвязи. Ожидается, что протестированные решения не только повысят качество эфира, но и обеспечат стабильность передачи данных в различных условиях тестирования. Это позволит разработать полноценное устройство передачи сигнала в дальнейшем для сетей 5G.

4. Список литературы

[1] Review And Study Of Software Packages For Emulating 2g/4g Mobile Networks / A.A. Savochkin [et al.] // Third International Conference on Optics, Computer Applications, and Materials Science (CMSD-III 2023). Washington. — 2024. — P. 130650V.

[2] Electromagnetic Compatibility Studies Between Haps and IMT Terrestrial Networks of Legacy Mobile Standards (GSM, UMTS, LTE) In The Frequency Bands Below 2.7 GHz / Pastukh A.S. [et al.] // T-Comm. — 2024. — Vol. 18. — No 5. — P. 49—60.

[3] Sharing Studies Between 5G IoT Networks and Fixed Service in the 6425–7125 MHz Band with Monte Carlo Simulation Analysis / Pastukh A., Tikhvinskiy V., Devyatkin E., Kulakayeva A. // Sensors. — 2022. — Vol. 22. — No 4. — P. 1—14.

DESIGN OF PORTABLE HD VIDEO TRANSMITTER WITH A SPLIT RADIO CHANNEL IN 3G/4G MOBILE NETWORKS

Topolov K. M., Savochkin A. A.
Scientific adviser: Savochkin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the design of a portable HD video transmitter that utilizes split radio channel technology in 3G/4G networks is considered. The main focus is on improving video transmission quality, minimizing delays, and enhancing resistance to interference. The proposed solutions are expected to provide reliable and high-quality video signal transmission, which is significant for various applications, including media production.

СИСТЕМА СПЕЦДОСТУПА В ПОМЕЩЕНИЯ

Кирданов Я. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Редькина Е. А.
Севастопольский Государственный университет, Россия
E-mail: neonumferris@gmail.com

Аннотация — Проведен анализ современных биометрических систем и технологии *Liveness Detection* для организации автоматизированного контроля в помещения.

1. Введение

Несмотря на ускоренное развитие технологий, системы контроля и управления доступом остаются актуальными и по сей день. Использование СКУД позволяет экономить ресурсы, место и время сотрудников, позволяя избавиться от проблем с доступом в помещение [1], биометрия — перспективное направление развития СКУД, поскольку позволит исключить возможность подделки электронных ключей доступа, а также упразднить процесс их восстановления в случае утери. Таким образом, исследования в области применения различных технологий биометрии является актуальным. Данная работа посвящена анализу возможности применения технологии *Liveness Detection* в системах СКУД [2,3].

2. Основная часть

Технология *Liveness Detection* — это технология, которая проверяет, является ли предъявленный объект (например, лицо, отпечаток пальца или радужка глаза) живым и реальным, а не подделкой (фотографией, маской, манекеном и т.д.). Эта технология играет ключевую роль в биометрических системах, так как предотвращает атаки с использованием поддельных биометрических данных, известных как атаки спуфинга.

Рассмотрим методы, применяемые для определения живого объекта, можно разделить на несколько категорий. Одним из пассивных методов является анализ микродвижений, при котором живое лицо или глаз непрерывно совершают небольшие непроизвольные движения. Глаза периодически моргают, лицо изменяется при дыхании, что можно фиксировать в отличии от неподвижного изображения, маски или куклы. Так же используемые инфракрасные камеры могут регистрировать тепловое излучение человеческого тела. Лицо человека излучает тепло, что отличает его от фотографий, масок или кукол. Система может выявить разницу в тепловом отклике, тем самым определяя подделки. Нельзя не обратить внимание на трехмерное сканирование, использующее камеры, измеряющие глубину и рельеф лица. Это позволяет системе определить объем лица и его реальную форму. Плоское изображение или маска не смогут воспроизвести такой уровень детализации, что помогает системе распознавать подделки.

Рассматривая активные методы работы технологии, можно обозначить проверку изменения мимики — система может попросить пользователя моргнуть, взглянуть в разные направления или изобразить какую-либо эмоцию во время сканирования лица. Подделки, такие как фотографии или видео, не могут адекватно воспроизвести эти движения.

Проводя исследование по теме, следует рассмотреть применяемые технологии. Одной из главных технологий являются камеры высокого разрешения, поддерживающие съемку в различных частотных диапазонах, а также имеющие возможность анализа спектрального анализа отраженного света, измеряя глубину и рельеф объекта.

Такие камеры необходимы для получения мельчайших деталей лица, таких как текстура кожи или микродвижения. Они могут работать в условиях низкой освещенности и определять тепло, исходящее от живого объекта. Измерение глубины рельефа объекта позволяет точно определить объемные характеристики лица, отличая его от плоских изображений. Анализируя же характеристики света, отражаемого от объектов, позволяет системе отличить реальные материалы от искусственных, поскольку отражение света от человеческой кожи отличается от отражения при использовании искусственных материалов.

Базу данных для технологии *Liveness Detection* можно создать при помощи использования искусственного интеллекта и нейронных сетей.

Существует библиотека на языке программирования *Python*, добавляющая возможность внедрить в систему СКУД на базе микрокомпьютера *Raspberry Pi*. На рис. 1 изображена структурная схема СКУД на основе *Liveness Detection.*

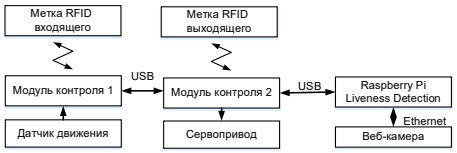


Рис. 1

3. Заключение

Технология *Liveness Detection* является важным инструментом в защите биометрических систем от атак спуфинга. С использованием разнообразных методов, таких как анализ микродвижений, инфракрасное сканирование и 3D-моделирование, эта технология позволяет надежно отличать живые объекты от подделок. Это значительно улучшает безопасность и делает биометрические системы более устойчивыми к современным угрозам.

4. Список литературы

[1] СКУД: контроль доступа для большей безопасности [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://habr.com/ru/articles/832214/ (дата обращения 10.09.2024).
[2] Galbally, J. Biometric anti-spoofing methods: A survey in face recognition / J. Galbally, S. Marcel, J. Fierrez // IEEE Access. — 2014. — P. 1530—1552.
[3] Secure face unlock: Spoof detection on smartphones / K. K. Patel, J. Han, A. K. Jain, A. Kumar // IEEE Transactions on Information Forensics and Security. — 2016. — P. 2268—2283.

THE SYSTEM OF AUTOMATED SPECIAL ACCESS

Kirdanov Y. A.
Scientific adviser: Redkina E. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — An analysis of modern biometric systems and "Liveness Detection" technology has been carried out for study of the principles of the organization of automated access control.

РАСПРЕДЕЛЁННАЯ СИСТЕМА СБОРА МЕТЕОДАННЫХ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ

Соколенко В. Е., Дурманов М. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук Дурманов М. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: brovydobson@gmail.com

Аннотация — Рассмотрена система сбора метеоданных, которая обеспечивает выполнение задачи мониторинга состояния агрохозяйственных культур в режиме автоматического сбора данных.

1. Введение

Одной из основных областей, в которых технологии играют важную роль, является система мониторинга метеорологических условий и состояния почвы. Разработка этой системы позволяет непрерывно отслеживать состояние сельскохозяйственных культур, автоматически собирать данные и передавать информацию в сеть Интернет. Затем эти данные могут быть использованы для поддержки принятия решений и прогнозирования погодных условий в конкретном сельскохозяйственном регионе.

2. Основная часть

В работе рассмотрена система контроля метеорологических условий и состояния почвы агрокомплекса, которая обеспечивает выполнение задачи мониторинга состояния агрохозяйственных культур в режиме автоматического сбора данных и передачи информации в базу данных с последующим использованием в системе поддержки принятия решений и прогнозирования метеоусловий локального терруара.

Беспроводная связь между компонентами системы обеспечивается на расстоянии в несколько километров благодаря формату передачи данных *LoRa*. Высокая энергоэффективность позволяет организовать конкурентный режим энергосбережения, относительно имеющихся аналогов систем сбора метеоданных. Технология *LoRa* охватывает широкий спектр диапазонов работы, наибольший интерес из которых для указанных целей представляет 868 МГц. Приложением №11 Государственной комиссии по радиочастотам диапазон 868 МГц установлен как разрешенный для передачи данных систем, работающих на основе архитектуры передачи данных *LoRa*. Также в связи с новизной данного стандарта, данный диапазон является более «чистым», по сравнению с диапазоном 433 МГц, так как имеет меньшее количество пользующихся им устройств.

Автономное энергообеспечение обеспечивается благодаря использованию солнечной энергии. Солнечная энергия является доступным и крайне распространенным источником электропитания слаботочных систем связи. Благодаря простоте использования возникает возможность установки метеокомплекса буквально в любую точку хозяйства, вне зависимости от наличия выстроенной энергоинфраструктуры с целью обеспечения питанием энергопотребляющих устройств.

Трансляция данных со всех передатчиков в единую базу данных осуществляется на основе технологии Интернета вещей, которая объединяет множество устройств и датчиков в единую сеть, где они автоматически взаимодействуют без участия человека. Чаще всего коммуникация осуществляется через протокол *MQTT*. Устройства интернета вещей выступают в качестве клиентов — издателей и подписчиков, взаимодействующих с сервером напрямую. В такой сети сервер *MQTT* играет главную роль: он сортирует поступающие к нему сообщения и контролирует их дальнейшую отправку адресатам. Протокол ориентируется на простоту в использовании, невысокую нагрузку на каналы связи, работу в условиях постоянной потери связи, лёгкую встраиваемость в любую систему, а также подключение практически в любую базу данных.

На рис. 1 показана функциональная схема системы сбора метеоданных.

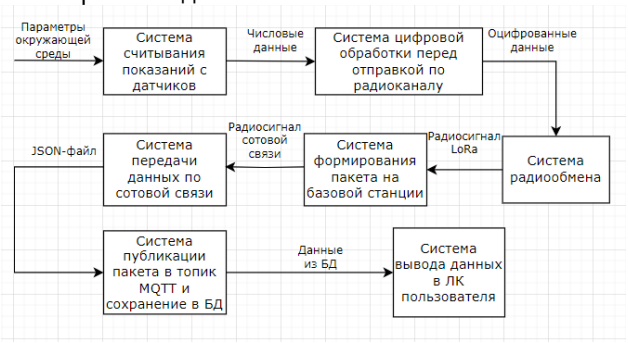


Рис. 1

Предлагаемая система имеет возможность подключения датчиков промышленного формата, а также поддержки распространенных интерфейсов подключения.

В связи с распространенностью датчиков промышленного формата с током потребления 4 мА - 20 мА и интерфейсом *RS*485 предусмотрено подключение абсолютно любого датчика, работающего по данным стандартам. Количество подключаемых датчиков должно обеспечить минимальные потребности в мониторинге минимум 2—3 параметра, что решает задачу в построении нескольких каналов одновременного считывания.

3. Заключение

Таким образом, рассмотрена разработка системы сбора метеоданных, обладающая высокой энергоэффективностью, возможностью подключения широкого спектра датчиков и передачи данных в сеть для последующей обработки.

DISTRIBUTED SYSTEM FOR ACQUISITION WEATHER DATA TO FORECAST WEATHER CONDITIONS

Sokolenko V. E., Durmanov M. A.
Scientific adviser: Durmanov M. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The system for collecting meteorological data is considered, which ensures the implementation of the task of monitoring the state of agricultural crops in the mode of automatic data collection.

ЗАЩИЩЕННОЕ ВЫСОКОСКОРОСТНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ СЕТЕЙ ПРЕДПРИЯТИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ WIREGUARD

Еськов А. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Редькина Е. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: i@aeskov.ru

Аннотация — В работе рассмотрены особенности применения современного протокола защищенных сетей WireGuard, а также представлены результаты разработки и настройки оборудования в задаче объединения локальных сетей предприятия на основе WireGuard.

1. Введение

В современном бизнесе предприятия часто располагаются на нескольких площадках, что требует их сетевой интеграции. Это позволяет обеспечить безопасный обмен данными между филиалами и центральным офисом. В настоящее время системные администраторы используют различные VPN-протоколы для объединения сетей, включая OpenVPN, IPsec и другие. На фоне роста требований к безопасности и скорости работы выделяется WireGuard, который является перспективным решением.

Таким образом, в работе рассмотрены особенности применения современного протокола защищенных сетей WireGuard, а также представлены результаты разработки и настройки оборудования в задаче объединения локальных сетей предприятия на основе WireGuard. Произведена пошаговая настройка протокола для объединения локальных сетей предприятия.

2. Основная часть

Для выполнения задачи объединения сетей центрального офиса и филиала предприятия, была выбрана схема, где центральный офис имеет выделенный IP-адрес, а филиал может находиться за NAT. Это решение упрощает настройку и позволяет инициаторам (клиентам) работать без необходимости в статическом IP. Схема сети приведена на рис. 1.

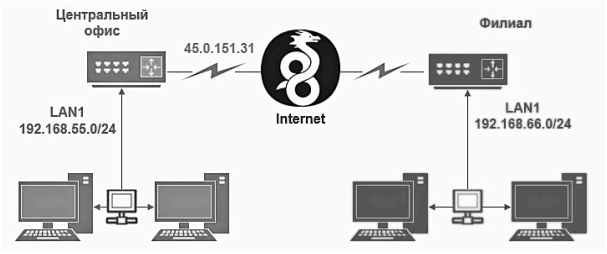


Рис. 1

Для реализации защищенной объединенной сети, предлагается применить протокол WireGuard, что позволит обеспечить надежную и безопасную связь между филиалом и центральным офисом предприятия. Для этого на оборудовании центрального офиса должно быть установлено соответствующее программные модули.

Установка протокола в ОС Linux производится через стандартный менеджер пакетов, что позволяет легко интегрировать его с существующей инфраструктурой. Для обеспечения безопасности был сгенерирован закрытый и открытый ключи, которые используются для шифрования трафика между узлами. Закрытый ключ хранят в защищенной директории с ограниченным доступом. После генерации ключей создается конфигурационный файл, который описывает сетевой интерфейс WireGuard (wg0). В конфигурации указываются такие параметры, как IP-адрес интерфейса в VPN-сети и порт для прослушивания входящих подключений. Конфигурационные файлы для запрашивающих узлов и ответного узлавключают секции для указания публичных ключей, адресов конечных точек и разрешенных IP-адресов. Это позволяет установить связь между сетями.В случае, если один из узлов находится за пределами сети, может возникнуть проблема с поддержанием связи.

Для решения этой проблемы в конфигурации добавляется параметр PersistentKeepalive, который отправляет пакет через туннель через заданные интервалы времени, поддерживая активное состояние соединения.

Таким образом, обозначим основные команды, используемые при конфигурировании на Linux:

apt update apt
install wireguard
wg genkey > privatekey
wg pubkey < privatekey > publickey
nano /etc/wireguard/wg0.conf
iptables -A INPUT -p udp --dport 34567 -j ACCEPT
systemctl enable --now wg-quick@wg0
systemctl status wg-quick@wg0
wg

3. Заключение

В процессе применения WireGuard на реальном объекте сделан вывод об устойчивости и надежности высокоскоростного соединения в объединенной сети с минимальной конфигурационной настройкой оборудования как на стороне центрального офиса, так и филиала. Временные и скоростные параметры VPN-туннелей удовлетворительные. Высокая производительность и низкая нагрузка на ресурсы системы особенно проявили себя при увеличении количества узлов, что подтверждает целесообразность использования WireGuard для объединения офисов в единую сеть.

4. Список литературы

[1] WireGuard VPN site-to-site [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://documentation.ubuntu.com/server/how-to/wireguard-vpn/site-to-site/ (дата обращения 10.09.2024).
[2] WireGuard — a fast and modern VPN [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://wiki.debian.org/WireGuard (дата обращения 11.09.2024).

SECURE HIGH-SPEED NETWORKING OF ENTERPRISE USING WIREGUARD

Eskov A. A.
Scientific adviser: Redkina E. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the features of using the modern protocol for secure networks WireGuard are discussed. The results of the design and configure of equipment in the task of combining enterprise local networks based on WireGuard are presented.

ОТНОШЕНИЕ СИГНАЛ-ШУМ НА ВЫХОДЕ ОПТИМАЛЬНОГО ПРИЁМНИКА ДЛЯ СЛУЧАЯ ПОЛОСНО-ОГРАНИЧЕННОЙ ПОМЕХИ

Иванюк Т. А., Дегтярёв А. Н.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Дегтярёв А. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: drimov.serafim@bk.ru

Аннотация — Сформулирован критерий оптимальности приёмников. Рассчитаны комплексный коэффициент передачи приёмника для случая полосно-ограниченной помехи. Определены дисперсия помехи и отношение сигнал/шум на выходе приёмника.

1. Введение

В системах передачи информации используются приёмники, оптимальные по критерию максимума отношения сигнал-шум на выходе в отсчётный момент времени. Синтез оптимальных приёмников на основании этого критерия затруднен в случае полосно-ограниченной канальной помехи. Предлагается использовать критерий минимума дисперсии помехи на выходе приёмника при фиксированном отсчётном значении полезного сигнала [1].

2. Основная часть

Комплексный коэффициент передачи оптимального приёмника имеет вид [2]

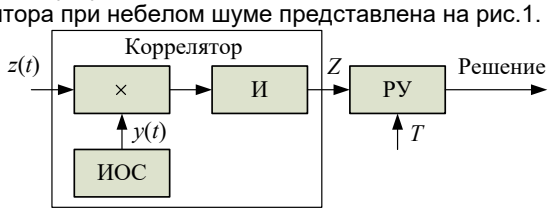
$$K(j\omega) = \frac{\lambda S^*(j\omega)e^{-j\omega T}}{W_n(\omega)}, \qquad (1)$$

где коэффициент усиления

$$\lambda = \frac{2\pi A}{\int_{-\infty}^{\infty} \frac{S^2(\omega)}{W_n(\omega)}\mathrm{d}\omega}, \qquad (2)$$

где A — отсчётное значение полезного сигнала на выходе приёмника, $W_n(\omega)$ — спектральная плотность мощности помехи.

Структурная схема приёмника на основе коррелятора при небелом шуме представлена на рис.1.



ИОС — источник опорного сигнала,
И — интегратор, РУ — решающее устройство

Рис. 1

Отношение сигнал-помеха на выходе имеет вид

$$q_0 = \sqrt{\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty} \frac{S^2(\omega)}{W_n(\omega)}\mathrm{d}\omega}. \qquad (3)$$

Пример. Спектральная плотность мощности канальной помехи (рис. 2) имеет вид

$$W_n(\omega) = \sigma^2[1(\omega - \omega_{min}) - 1(\omega - \omega_{max})], \qquad (4)$$

где σ — дисперсия помехи.

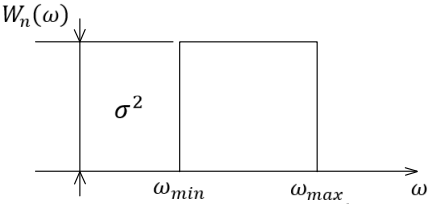


Рис. 2

Запишем (4) в виде

$$W_n(\omega) = \lim_{x\to\infty} \sigma^2[1(\omega - \omega_{min} - \infty + x) - -1(\omega - \omega_{max} + \infty - x)] \qquad (5)$$

После подстановки (5) в (1) с учётом (2), внесения (5) под знак интеграла и вычисления предела получаем

$$K(j\omega) = \frac{A \cdot S^*(j\omega)e^{-j\omega T}}{E_S}, \qquad (6)$$

где T — интервал наблюдения сигнала; $S(j\omega)$ — спектральная плотность сигнала, с которым согласован приёмник; E_S — энергия сигнала, определяющаяся следующим выражением

$$E_S = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty} S^2(\omega)\mathrm{d}\omega.$$

Дисперсия помехи на выходе оптимального приёмника равна

$$D_p = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty} K^2(\omega)W_n(\omega)\mathrm{d}\omega = \frac{\sigma^2 A^2 E_{S\Delta\omega}}{E_S^2}, \qquad (7)$$

где $E_{S\Delta\omega}$ — энергия сигнала в полосе шума, определяющаяся выражением

$$E_{S\Delta\omega} = \frac{1}{2\pi}\int_{\omega_{min}}^{\omega_{max}} S^2(\omega)\mathrm{d}\omega.$$

Отношение сигнал-шум на выходе оптимального приёмника в отсчётный момент времени

$$q_0 = \frac{E_S}{\sigma\sqrt{E_{S\Delta\omega}}}. \qquad (8)$$

3. Заключение

Таким образом, для создания оптимальных приёмников предложено использовать критерий минимума дисперсии помехи на выходе приёмника при заданном отсчётном значении полезного выходного сигнала. Такая формулировка критерия позволяет определить комплексный коэффициент передачи оптимального приёмника для случая полосно-ограниченной помехи.

4. Список литературы

[1] Синтез согласованных фильтров / А. Н. Дегтярев, И. Л. Афонин, А.Л. Поляков, А. С. Кожемякин // Журнал радиоэлектроники [электронный журнал]. — 2021. — № 4. — URL: https://doi.org/10.30898/1684-1719.2021.4.9.

[2] Оптимальный приёмник, обеспечивающий максимальное отношение сигнал-помеха в условиях действия небелого негауссова шума / Дегтярёв А. Н., Афонин И. Л., Слезкин В. Г., Слезкин Г. В. // Журнал радиоэлектроники. 2024. — № 7. — URL: https://doi.org/10.30898/1684-1719.2024.7.1.

SIGNAL-TO-NOISE RATIO AT THE OUTPUT OF AN OPTIMAL RECEIVER FOR THE CASE OF BAND-LIMITED NOISE

Ivanyuk T. A., Degtyarev A. N.
Scientific adviser: Degtyarev A. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A criterion for the optimality of receivers is formulated. The complex transmission coefficient of the receiver was calculated for the case of band-limited interference. The interference dispersion and the signal-to-noise ratio at the receiver output are determined.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДУЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ ДЛЯ ПЕРЕДАЮЩЕГО ТРАКТА ПО ТЕХНОЛОГИИ FBMC

Петрушин С. А., Широков И. Б., Редькина Е. А.
Научный руководитель: д-р. техн. наук, доц. Широков И. Б.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: PetrushinSevSA@yandex.ru

Аннотация — Разработана программная реализация модуля формирования сигналов для передающего тракта по технологии FBMC. Проведено исследование временных параметров с точки зрения возможности применения разработанного модуля в концепции IoT и URLLC 5G.

1. Введение

Данная статья является развитием работ по реализации модуля формирования сигналов приемо-передающего тракта по технологии *FBMC* (*filter bank multicarrier*) [1]. В данной статье пойдет речь о программной реализации, логическая схема которой представлена на рис. 1.

2. Основная часть

Программная реализация модуля формирования сигнала по технологии FBMC была выполнена на языке описания аппаратуры *SystemVerilog*.

При поступлении данных по SPI происходит разделение данных на 20 поднесущих по 4 бита в каждой и одновременная обработка, согласно основной формуле формирования сигнала *FBMC* [2]

$$s(t)=\sum_{k=0}^{N-1}\sum_{n=-\infty}^{\infty}\left[S_k^I(t)h(t-nT)-S_k^Q(t)h\left(t-\frac{T}{2}-nT\right)\right]e^{jk\left(\frac{2\pi}{T}t+\frac{\pi}{2}\right)},$$

где $S_k^I(t)$ и $S_k^Q(t)$ — синфазные и квадратурные отсчеты QAM-символов, передаваемых на *k*-й поднесущей; *h*(*t*) — импульсная характеристика формирующего фильтра, *n* — номер такта.

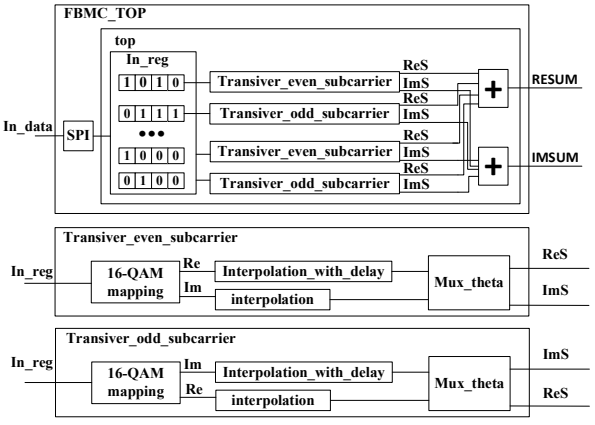


Рис. 1

Программа реализована в виде отдельных модулей, которые обеспечивают формирование четных и нечетных поднесущих, реализует модуляцию 16-*QAM*, и полифазную фильтрацию (согласно технологии, *FBMC*), путем реализации модулей интерполяции и задержки с последующим умножением компонент на коэффициент сдвига.

На основании разработанной программной реализации было проведено исследование временных параметров модуля формирования сигнала и получено подтверждение достаточной скорости для передачи данных *IoT* при заданной входной последовательности от *SPI* и возможность использования разработанного модуля совместно с технологией *URLLC* 5*G*. На рис. 2 представлена временная диаграмма проведенного исследования в САПР *ModelSim*.

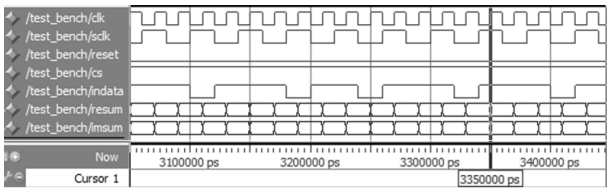


Рис. 2

Время формирования сигнала составляет 3,35 мкс, из чего можно сделать вывод о возможности использования данного сигнала совместно с технологией *URLLC* мобильной сети 5-го поколения.

3. Заключение

Таким образом, представлены результаты программной реализации модуля формирования сигнала по технологии *FBMC* на языке описания аппаратуры *SystemVerilog*. Описана работа основных элементов модуля. Также проведено исследование модуля формирования сигнала по технологии *FBMC* и представлены результаты моделирования процесса формирования сигнала, по итогу которого время работы модуля составляет 3,35 мкс, что полностью удовлетворяет требованиям технологии *URLLC* мобильной сети пятого поколения. В дальнейшем планируется разработка и исследование модуля формирования сигналов для приемного тракта по технологии FBMC.

4. Список литературы

[1] Petrushin, S. A. Study of the signal conditioning module for the receiving and transmitting path based on fbmc technology / S. A. Petrushin // Recent Achievements and Prospects of Innovations and Technologies. — 2024. — P. 339—347.

[2] Performance Comparison of FBMC-OQAM and CP-OFDM Using AWGN Channel [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/370071405_Performance_Comparison_of_FBMC-OQAM_and_CP-OFDM_Using_AWGN_Channel.

DESIGN AND STUDY OF THE SIGNAL FORMING MODULE FOR THE FBMC TRANSMISSION PATH

Petrushin S. A., Shirokov I. B., Redkina E. A.
Scientific adviser: Shirokov I. B.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A program implementation of the signal generation module for the FBMC transmission path is developed. The study of the time parameters was done for the possibility of using the designed module in the IoT and URLLC 5G.

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ РАБОТЫ BGP

Гедерим А. А., Редькина Е. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Редькина Е. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: picines01@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены особенности применения протокола BGP и предложен стенд для мониторинга BGP-сессий с целью исследовать его параметры, надежность маршрутизации и безопасность сетевых решений.

1. Введение

Протокол *BGP* (*Border Gateway Protocol*) играет ключевую роль в обеспечении маршрутизации между автономными системами, и его корректная работа критически важна для стабильности и безопасности глобальной сети. Однако, несмотря на его важность, *BGP* подвержен различным уязвимостям, таким как атаки на маршрутизацию и случайные конфигурационные ошибки.

С этой точки зрения, эффективные методы мониторинга могут значительно повысить надежность маршрутизации и снизить риски, связанные с ошибками или злонамеренными действиями. Таким образом, исследование *BGP* не только способствует углублению понимания его работы, но и помогает разработать более безопасные и устойчивые сетевые решения [1—5]. Работа посвящена разработке стенда для изучения характеристик и основных свойств протокола BGP.

2. Основная часть

Протокол пограничного шлюза (*BGP*) — это протокол междоменной маршрутизации, разработанный для обеспечения маршрутизации без циклов между отдельными доменами маршрутизации, которые содержат независимые политики маршрутизации (автономные системы). *BGP* в основном используется для подключения локальной сети к внешней сети для получения доступа к Интернету или для подключения к локальным сетям других организаций. Протокол имеет множество достоинств, среди которых можно выделить возможность масштабирования, оптимизации маршрутов, избежание зацикливания и устойчивость к сбоям. При этом основные недостатки протокола — сложность настройки, задержки при конвергенции, и возможные уязвимости к атакам (как и другие протоколы маршрутизации).

Для исследования основных характеристик протокола, разработан стенд, структурная схема которого изображена на рис. 1. В стенде реализовано три автономные системы на четырех маршрутизаторах, три из которых имеют дополнительный сетевой интерфейс. Сбор данных осуществляется на ПК с помощью универсального инструмента мониторинга *Zabbix*. Маршрутизатор R1 обеспечивает внутреннюю маршрутизацию в автономной системе *AS*100, автономные системы *AS*200, *AS*300 объединены двумя линиями связи для распределения нагрузки. Автономная система *AS*300 сформирована на базе второго лабораторного стенда.

Тогда функциональные возможности стенда для применения его в учебных целях являются не только анализ трафика протокола, но и анализ распределение нагрузки на участке между автономными сетями, настройка передачи маршрутизации *BGP* во внутренний домен маршрутизации, настройка запрета приема маршрутов от других автономных систем.

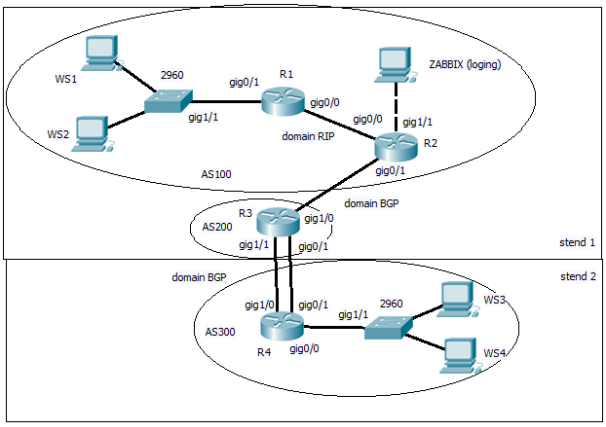


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, разработан стенд для мониторинга и анализа *BGP*-сессий для анализа его особенностей, потенциальных атак и аномалий. Разработаны методики применения стенда в лабораторном практикуме.

4. Список литературы

[1] Васин, Н. Н. Сетевые технологии : учебник / Н. Н. Васин. — Самара : ПГУТИ, 2019. — 265 с.
[2] Randy Zhang BGP Design and Implementation / Randy Zhang Micah Bartell. — Cisco Press, 2003. — 672 с.
[3] Будылдина, Н. В. Сетевые технологии высокоскоростной передачи данных : учеб. пособие / Н. В. Будылдина, В. П. Шувалов ; под ред. В. П. Шувалова. — М. : Горячая линия-Телеком, 2018. — 342 с.
[4] Бирюков, А. А. Информационная безопасность: защита и нападение / А. А. Бирюков. — 2-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 434 с.
[5] Review and study of software packages for emulating 2G/4G mobile networks / A.A. Savochkin [et al.] // Third Int. Conf. on Optics, Computer Applications, and Materials Science (CMSD-III 2023). Washington, 2024. — P. 130650V.

DESIGN OF A LABORATORY STAND TO STUDY THE FEATURES OF BGP

Gederim A. A., Redkina E. A.
Scientific adviser: Redkina E. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The features of the BGP application is considered. A stand for monitoring BGP sessions is proposed in order to investigate its parameters, the reliability of routing and the security of network solutions.

СИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ ОТ ПЛЯЖНЫХ БУЕВ

Самсоненко А. А., Редькина Е. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Редькина Е. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: elenaredkina@gmail.com

Аннотация — Представлена концепция системы сбора данных от пляжных буев для обеспечения безопасности плавающих и предоставления актуальных данных о морской воде на пляже.

1. Введение

В настоящее время всё более актуальны направления морского интернета вещей, а также оборудования для обеспечения безопасного плавания и мониторинга различных параметров в акватории моря. [1, 2], на пляжах в курортной зоне, например, на пляжах Крымского полуострова.

В работе представлены результаты разработки системы сбора данных от пляжных буев для гостиничного комплекса Мрия [3]. Проанализирована возможность сбора данных на основании протоколов *Mesh*-сети.

2. Основная часть

Ключевым элементом системы сбора данных о параметрах моря являются буи, в плавучей части которых будут размещены: маяк обозначения близости суши, датчик температуры воды, эхолот, датчик качества воды, аккумулятор с солнечной батареей, модуль передачи данных и микроконтроллер. Данные с датчиков передаются буями таким образом, чтобы все данные от всех буев поступили на буй сбора данных, который располагается вблизи берега, например, вблизи пирса, как показано на рис. 1 [4].

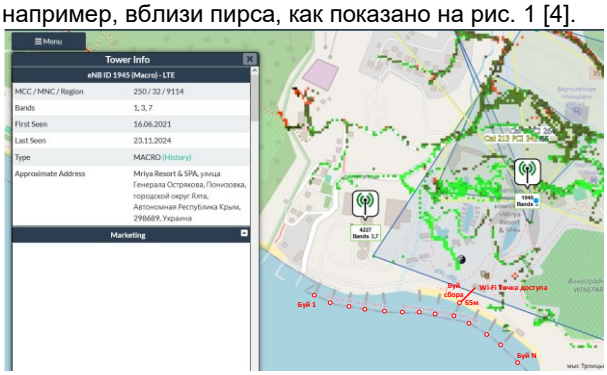


Рис. 1

Далее информация с буя сбора поступает на промежуточный модуль с *Wi-Fi* точкой доступа на берегу, которая находится в зоне обслуживания базовой станции мобильного оператора *WIN* (зона обслуживания обозначена на рис. 1 синим), например, здание ресторана «Черное море». В промежуточном модуле (рис. 2) данные передаются через оператора мобильной связи в сеть интернет на веб-сервер отображения данных, который позволяет оператору из офиса службы безопасности контролировать акваторию в пляжной зоне.

Расстояние между промежуточным модулем, антенна которого располагается на стене здания ресторана на высоте 2—3 м, и буем сбора данных составляет порядка 65 м, что не превышает максимального расстояния для *Wi-Fi* стандарта 802.11g в диапазоне частот 2,4 ГГц при усилении антенны не менее 4—5 дБи.

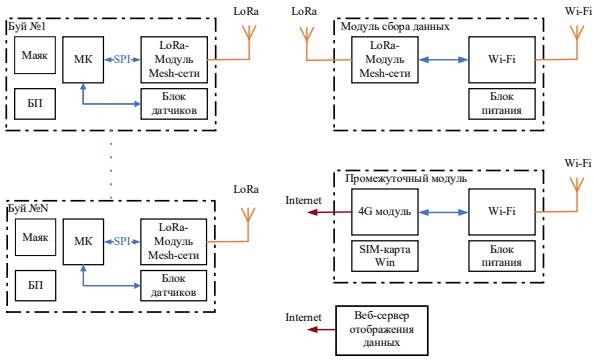


Рис. 2

Поскольку предлагаемые услуги в пляжной зоне отдыха варьируются от обычных видов плавания и каякинга, до скоростных видов плавания на гидроцикле, флайборде, быстроходных катерах и др., то в буях предусмотрены маяки, обозначающих пляжную зону в виде противотуманного звукового сигнала при приближении к бую (группе буев). Конструкция буя данной системы также может обладать радиоотражающими элементами.

3. Заключение

Таким образом, приведено описание разрабатываемой системы сбора данных от пляжных буев, представлен функционал системы и принципы реализации.

4. Список литературы

[1] Lukyanchikov, A. Distributed system for measuring and collecting parameters of coastal water area and reservoir / A. Lukyanchikov, E. Redkina, A. Bezgin / Proc. of 2020 7th All-Russian Microwave Conference, RMC 2020. — 2020 — No 7. — P. 320—323.

[2] Distributed intelligent measuring and information system for monitoring coastal environmental parameters / A. A. Bezgin [et. al] // Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Krasnoyarsk, Russia, 2021. — 2021. — P. 32028.

[3] Using WI-FI data link to create the navigation situation monitoring and ship control system / Afonin I. [et al.] // TransNav. 2020. — T. 14. — No 4. — P. 969—973.

[3] Официальный сайт гостиницы Мрия. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://mriyaresort.com/marine-entertainment/

[4] Карта базовых станций операторов мобильной связи [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.cellmapper.net/

SYSTEM OF DATA COLLECTION FROM BEACH BUOYS

Samsonenko A. A., Redkina E. A.
Scientific adviser: Redkina E. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The concept of a data collection system from beach buoys is presented to ensure the swimming safety and provide up-to-date data of seawater on the beach.

СИСТЕМА IP-ТЕЛЕФОНИИ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ ASTERISK

Ажицкий А. Д., Редькина Е. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Редькина Е. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: elenaredkina@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены особенности применения IP-телефонии на основе сервера *Asterisk* и предложена схема построения для развивающегося предприятия.

1. Введение

Связь и коммуникация — обязательная часть любого предприятия, крупного и малого. Современные технологии позволяют эффективно наладить связь в пределах офисных пространств и между ними с помощью технологии *VoIP* (*IP*-телефония) [1], тем самым оптимизируя критический процесс связи и сокращая затраты на провайдеров связи, однако задачи построения и настройки такой сети являются нетривиальными.

Целью работы является разработка логической схемы сети, а также настройка *VoIP* для офисных пространств на основе платформы *Asterisk*, а также разбор различных условий в которых может проводиться настройка.

2. Основная часть

Для реализации *IP*-телефонии применяют различные варианты построения, например, с применением специализированной платформы *Asterisk*, которая представляет собой сервер, и позволяет расширять стандартные возможности технологии *VoIP*. С помощью платформы *Asterisk* можем обеспечить настройку сети связи, включающей не только цифровые линии, но и аналоговые линии связи, обеспечивает конференционную связь с несколькими участниками одновременно, отправлять голосовую почту и другие функции. Достаточно распространенное внедрение программной платформы *Asterisk* обеспечивается ее кроссплатформенностью, хотя сервер преимущественно работает на Linux OS, но он также доступен на системах *FreeBSD, OpenBSD, Solaris* и др. [2, 3].

Asterisk также позволяет внедрять новых модули на языке Си, а также оснащен интерфейсом *AGI* (*Asterisk Gateway Interface*) для запуска программ, написанных на других языках программирования [3].

Была разработана логическая схема сети (см. рис. 1), включающая в себя систему *IP*-телефонии для предприятия, основанная как на имеющимся в наличии аналоговом оборудовании, так и на новом внедряемом (цифровом) оборудовании сотрудников. Такой сценарий зачастую встречается при модернизации офисных пространств в исторических центра городов. При этом, для установки связи между разными видами связи, в подсети аналоговой связи должны быть введены дополнительные устройства для оцифровки аналоговых сигналов — *VoIP*-шлюзы, на выходе которых цифровые сигналы (в стеке сетевых протоколов *OSI*) коммутируются и поступают в общую сеть предприятия, где принимаются и обрабатываются специальным сервером *VoIP*.

С другой стороны, в подсети цифровой связи не требуются дополнительные шлюзы и может быть применено стандартное цифровое оборудование или программное обеспечения для реализации технологии *VoIP*, цифровые пакеты с которых также поступают на сервер *VoIP*.

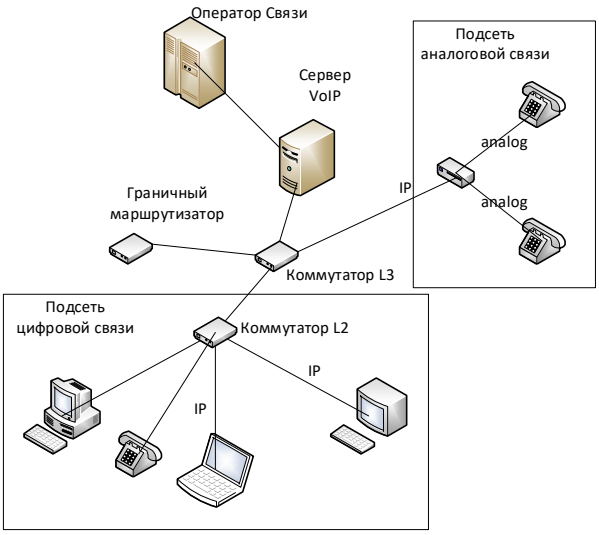


Рис. 1

Таким образом, настройка оптимальная настройка сервера *VoIP* является довольно нетривиальной задачей, оптимизируемой под определенную сеть предприятия, а значит алгоритмизация данной задачи достаточно актуальная проблема, которая будет решаться в данной работе.

3. Заключение

В процессе работы с *IP*-телефонией был сделан вывод о гибкости и возможности адаптивной настройки и установки *Asterisk* в условиях офисных пространств.

4. Список литературы

[1] Основы IP-телефонии, базовые принципы, термины и протоколы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://habr.com/ru/articles/183152.
[2] Asterisk — система компьютерной телефонии уровня предприятия [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://habr.com/ru/articles/54751/
[3] Asterisk [Электронный ресурс] / М. Ю. Никоноров, А. В. Евременко. — Режим доступа: https://disnetern.ru/wp-content/uploads/2016/11/Telephony_Asterisk_from_scratch.pdf

ENTERPRISE IP-TELEPHONY SYSTEM BASED ON ASTERISK

Azhiczkij A. D., Redkina E. A.
Scientific adviser: Redkina E. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The features of the use of IP-telephony based on the Asterisk server are considered. The structure scheme for a developing enterprise is proposed.

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ХЭНДОВЕРА В МОБИЛЬНОЙ СИСТЕМЕ СВЯЗИ 4G

Гаспарян Р. Р., Ночовный А. Д., Савочкин А. А., Симионенко Н. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Савочкин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: rrgasparyan@mail.sevsu.ru

Аннотация — Рассмотрены особенности функционирования хэндовера в мобильной системе связи 4G на базе программного комплекса srsRAN 4G. Приведены варианты конфигурирования ключевых параметров хэндовера.

1. Введение

Отличительной функцией любой сети мобильной связи является хэндовер (*HandOver*) — эстафетная передача обслуживания пользовательского терминала *UE* (*User Equipment*) между базовыми станциями. Именно благодаря этой функции абоненты становятся мобильными.

2. Основная часть

Хэндовер — одна из наиболее сложных процедур в мобильной связи, конфигурируемая многочисленными параметрами на каждой базовой станции, и в настройках элементов подсистемы коммутации. Эффективность хэндовера оценивается с помощью таких показателей, как вероятность успешной подготовки к хэндоверу, вероятность успешного исполнения хэндовера и продолжительность самой процедуры [1—3].

В сетях 4*G* процедуры передачи обслуживания имеют решающее значение для обеспечения бесперебойной связи и качества обслуживания (*QoS*) при перемещении пользовательского оборудования (*UE*) из одной соты в другую. Различные параметры 4*G* влияют на принятие решений и процессы передачи обслуживания:

— мощность, зависящая от характеристик оборудования конкретной соты (этот параметр указывает мощность опорных сигналов в соте);

— минимальный уровень приёма, необходимый для выбора соты;

— коэффициент фильтрации для *RSRP* (*Reference Signal Received Power*);

— идентификация события;

— индивидуальное смещение соты (каждой контролируемой ячейке присваивается смещение, которое может быть положительным или отрицательным при внутриполосной сигнализации);

— время срабатывания (разница во времени с момента обнаружения события до момента сообщения об этом событии);

— объем отчётности о событии;

— интервал следования сообщений о событии.

Для проведения анализа и настройки параметров осуществления передачи обслуживания программный комплекс *software radio system Radio Access Network* (*srsRAN*) 4G имеет необходимые возможности [2].

Согласно спецификации 3*GPP TS* 36.311, возможность осуществления хэндовера в программном комплексе отвечает System Information Block 6 (SIB6), которые включает в себя следующие ключевые параметры [1]:

— *t_resel_utra* (таймер повторного выбора соты);

— *t_resel_utra_sf* (дополнительный коэффициент масштабирования, зависящий от скорости, для *t_resel_utra*);

— *sf_medium* (коэффициент масштабирования, если *UE* находится в состоянии средней мобильности, один из 0,25, 0,5, 0,75 или 1,0);

— *sf_high* (коэффициент масштабирования, если *UE* находится в состоянии высокой мобильности, один из 0,25, 0,5, 0,75 или 1,0);

— *carrier_freq_list_utra_fdd* / carrier_freq_list_utra_tdd (список несущих частот UTRA FDD/TDD);

— *carrier_freq* (идентификационный номер пользователя для несущей частоты *UTRA*);

— *cell_resel_prio* (Необязательный абсолютный приоритет группы несущих частот);

— *threshold_x_high* (пороговое значение *Srclev* (дБ) для выбора значения RAT/частоты с более высоким приоритетом);

— *threshold_x_low* (пороговое значение *Srclev* (дБ) для выбора значения RAT/частоты с более низким приоритетом);

— *q_rx_lev_min* (минимальный уровень приема в ячейке UTRA);

— *p_max_utra* (максимально допустимая мощность передачи на несущей частоте по восходящей линии связи);

— *q_qual_min* (минимальный требуемый уровень качества в ячейке *UTRA*, применимо только для ячеек *FDD*).

3. Заключение

Таким образом, рассмотрены особенности реализации хэндовера в мобильной системе связи 4G на базе программного комплекса srsRAN 4G.

Определена практическая возможность реализации процедуры передачи обслуживания между сотами для абонентского терминала.

4. Список литературы

[1] Sharing Studies Between 5G IoT Networks and Fixed Service in the 6425–7125 MHz Band with Monte Carlo Simulation Analysis / Pastukh A., Tikhvinskiy V., Devyatkin E., Kulakayeva A. // Sensors. — 2022. — Vol. 22. — No 4. — P. 1—14.

[2] Review and study of software packages for emulating 2G/4G mobile networks / A. A. Savochkin [et al.] // Third International Conference on Optics, Computer Applications, and Materials Science (CMSD-III 2023), Dushanbe, 20—22 Dec 2023. — Washington : Spie-Soc Photo-Optical Instrumentation Engineers, 2024. — Vol 13065. — P. 130650V.

[3] Compatibility Studies Between 5G IoT Networks and Fixed Service in the 6425-7125 MHz Band / A. Pastukh, E. Deviatkin, V. Tikhvinskiy, A. Kulakaeva // 2021 Int. Conf. on Engineering Management of Communication and Technology, EMCTECH 2021 (20-22 October 2021). — 2021. — P. 1—14.

FEATURES OF HANDOVER OPERATION IN 4G MOBILE COMMUNICATION SYSTEM

Gasparyan R. R., Savochkin A. A., Nochovniy A. D., Simionenko N. A.
Scientific adviser: Savochkin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The features of the handover operation in the 4G mobile communication system based on the srsRAN 4G software package are considered. The options for configuring the key parameters of the handover are given.

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СОТОВОЙ СВЯЗИ ЭКСТРЕННОГО РАЗВЁРТЫВАНИЯ

Ложкин Д. С., Гаспарян Р. Р., Савочкин А. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Савочкин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: rrgasparyan@sevsu.ru

Аннотация — Рассмотрены варианты применения экстренного развёртывания мобильной системы в условиях чрезвычайных ситуаций. Приведён сценарий развёртывания мобильной сети сотовой связи с использованием программно-аппаратного комплекса Osmocom, srsRAN 4G и SDR модуля.

1. Введение

В случае возникновения внезапных бедствий, таких как природные катастрофы или техногенные аварии, важно быстро произвести реагирование, чтобы минимизировать потери и ущерб. При этом может быть повреждена инфраструктура и нарушена работа коммуникационных сетей. В таких ситуациях крайне необходимо создать временную систему сотовой связи для поисково-спасательных групп. Это позволит оперативно передавать ценную информацию в центр управления и координировать действия спасателей.

2. Основная часть

Первым этапом экстренного развёртывания сотовой связи, является её частотно-территориальное планирования. В ходе планирования выбираются структура сети, места размещения базовых станций, рассчитывается зона покрытия, оценивается возможность выделения полос радиочастот, разрабатывается частотно-территориальный план назначения каналов для базовых станций, выполняется адаптация плана к условиям частотных ограничений со стороны спецслужб, формируются зоны обслуживания и оцениваются внутрисистемные помехи [1].

При выполнении частотно-территориального планирования сетей радиосвязи следует решить следующие задачи:

1) определение зоны обслуживания сети из анализа распределения предполагаемых абонентов, оценка создаваемой ими нагрузки и доступных финансовых средств;
2) выбор мест установки базовых станций на базе расчетов;
3) расчет коэффициента повторного использования частот и разработка частотного плана;
4) контрольное измерение зон обслуживания;
5) оптимизация сети в процессе эксплуатации.

Вторым этапом экстренного развёртывания мобильной системы сотовой связи, является выбор программного обеспечения, реализующего функционирование мобильной связи 2*G*/*GSM* (*Global System for Mobile communication*). Практически может реализовано на базе *Osmocom*. Для реализации мобильной связи 4*G*/*LTE* используется *srsRAN* (*software radio system Radio Access Network*) 4*G* [2]. Одна из особенностей, которую нельзя не упомянуть, это то, что взаимодействие данной систем возможно только на архитектуре открытых сетей радиодоступа (*OpenRAN*). В качестве аппаратного решения реализации базовых станций 2G/4G определены:

— для реализации функций *BTS* (*Base Transceiver Station*) и *eNB* (*enhanced Node Base Transceiver Station*), выбраны микрокомпьютер *Raspberry* Pi 5 (8 *GB*) и *LimeSDR USB*. В качестве программного решения реализации базовых станций 2*G*/4*G*:

— для реализации функций *BTS* (*Base Transceiver Station*) выбран программный пакет *OsmoBTS*, который реализует базовую приемопередающую станцию *GSM* (возможно совместно с *OsmoTRX* (Transceiver) для реализации физического уровня GSM на программно-определяемом радиоприемнике);

— для реализации функций eNB (enhanced Node Base Transceiver Station) выбран программный пакет srsENB, который обеспечивает полный стек 4G базовой станции eNodeB.

Сценарий экстренного развёртывания мобильной системы сотовой связи заключается в том, базовые станции BTS подключаются к ближайшему контроллеру базовых станций (*BSC*) оператора связи и *eNB* к транспортной сети для взаимодействия с *EPC* оператора связи. Подключение к инфраструктуре оператора связи можно реализовать проводным способом либо беспроводным, но во втором случае возможно использовать радиорелейную линию связи. Инсталляция модулей базовых станций можно реализовать с помощью антенно-мачтовых сооружений либо с помощью беспилотного летального аппарата с подключением проводного электропитания.

3. Заключение

Таким образом, рассмотрен вариант применения экстренного развёртывания мобильной системы в условиях чрезвычайных ситуациях. Приведён сценарий и технические особенности развёртывания мобильной системы.

4. Список литературы

[1] Electromagnetic Compatibility Studies Between Haps and IMT Terrestrial Networks of Legacy Mobile Standards (GSM, UMTS, LTE) in the Frequency Bands Below 2.7 GHZ / Pastukh A.S. [et al.] // T-Comm. — 2024. — T. 18. — No 5. — P. 49—60.

[2] Savochkin, A. A. Review and study of software packages for emulating 2G/4G mobile networks / A. A. Savochkin, R. R. Gasparyan, A. V. Lukyanchikov // Third International Conference on Optics, Computer Applications, and Materials Science (CMSD-III 2023). — Washington : Spie-Soc Photo-Optical Instrumentation Engineers, 2024. — P. 130650V.

DESIGN OF MOBILE SYSTEM OF CELLULAR COMMUNICATION FOR EMERGENCY DEPLOYMENT

Lozhkin D. S., Gasparyan R. R., Savochkin A. A.
Scientific adviser: Savochkin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The options for the application of emergency deployment of a mobile network in emergency situations are considered. Scenarios for the deployment of a mobile cellular network using the Osmocom software and hardware complex, srsRAN 4G and SDR module are presented.

УСТРОЙСТВО ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ

Бондаренко В. А., Редькина Е. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Редькина Е. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: vamprosalor@gmail.com

Аннотация — Проведена доработка программного обеспечения и базы данных (БД) с целью оптимизации взаимодействия между устройством идентификации и программной частью, расположенной на компьютере пользователя. Обозначены варианты доработки корпуса устройства идентификации с целью уменьшения компактности.

1. Введение

Системы контроля и управления доступом являются неотъемлемой частью во всех современных учреждениях.

В актуальных на данный момент системах преобладают системы с использованием *RFID* карт. Помимо систем контроля доступа *RFID* карты или их аналоги применяются в банках, магазинах. В связи с этим у пользователя карт возникает риск потери одной или всех карт единовременно или пользователь может забыть нужную ему карту на данный момент. В таких ситуациях использование смартфона может оказаться отличной дополнительной или основной мерой для идентификации пользователя. Исходя из этого, актуальным будет доработать уже ранее созданное устройство на программном уровне, а также обозначить возможные улучшения, направленные на уменьшение занимаемой устройством площади.

2. Основная часть

Ввиду того что аппаратная часть устройства является фактически завершенной и готовой к использованию, основной акцент работы направлен на переработку определённых сегментов программного обеспечения (ПО), а также БД с целью оптимизации при работе.

В изначальной версии применялась одна БД, состоящая из одной таблицы. В текущем варианте таблицы две, которые прямо между собой не связанны, однако, есть поля, которые позволяют при определённых манипуляциях связать строки двух таблиц.

Для оптимизации ПО был переработан файл меню. Ранее запуск меню одновременно выполнял загрузку всех окон сразу, что занимало лишнее время и ресурсы. На данный момент — это реализовано посредству отдельных файлов. Так же все элементы программы были адаптированы под текущую реализацию БД.

Для реализации открытия нескольких окон была применена библиотека *os* [1].

Для создания программы для устройства идентификации была применена интегрируемая среда разработки *Arduino IDE* [2].

Для оптимизации занимаемого устройством места на данном этапе предполагается увеличить высоту корпуса и демонтировать контакты для подключения, осуществив стандартное спаивание необходимых контактов между собой.

При таком варианте корпуса, модуль сканирования меток *RFID MFRC522* будет расположен над модулем сканера *Barcode Scanner Module*, что позволит упростить процесс идентификации. Дополнительно устройство будет иметь более компактный форм-фактор что позволит его комфортно разместить в большинстве случаев.

Питание устройства будет обеспечиваться по средству *USB* версии 3.0. Это позволит обеспечить устройство идентификации необходимыми параметрами питания.

Приведем электрические параметры для порта *USB* 3.0:

- максимальное напряжение 5 В;
- максимальный ток 0,9 А.

Для разработанного устройства был создан корпус для упрощения эксплуатации. Корпус устройства показан на рис. 1.



Рис. 1

3. Заключение

Таким образом была произведена доработка программной части устройства. Так же были описаны решения, которые позволят уменьшить текущий размер устройства

4. Список литературы

[1] Техническая документация библиотеки os [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://docs.python.org/3/library/os.html.
[2] Техническая документация Arduino IDE [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://docs.arduino.cc/software/ide.
[3] Using WI-FI data link to create the navigation situation monitoring and ship control system / Afonin I. [et al.] // TransNav. 2020. — T. 14. — No 4. — P. 969—973.

USER IDENTIFICATION DEVICE IN THE ACCESS CONTROL AND MANAGEMENT SYSTEM

Bondarenko V. A., Redkina E. A.
Scientific adviser: Redkina E. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The software and database (DB) were improved in order to optimize the interaction between the identification device and the software part located on the user's computer. The variants of the identification device case modification with the purpose of compactness reduction are outlined.

ОБЗОР СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ С МОРСКИХ АВТОНОМНЫХ УСТРОЙСТВ

Агеев Д. С., Безгин А. А., Литвиненко С. Р., Стародуб М. А., Лисецкий И. В., Лунев Е. Г., Дурманов М. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: danil.ageev.90@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены спутниковые системы связи. Обсуждаются технические аспекты такие как: скорость передачи, частотные диапазоны и мощности передатчиков.

1. Введение

В современном мире основным источником систематической оперативной комплексной информации о состоянии верхнего слоя океана и приводной атмосферы являются автономные морские дрейфующие платформы сбора и передачи данных — дрифтеры. Дрифтерные технологии представляют собой один из ключевых сегментов современной системы наблюдений окружающей среды и представляют собой яркий пример реализации на практике концепции морского «интернета вещей» (*MIoT*), являясь источником «больших данных» (*big data*). Транспорт первичных данных осуществляется по спутниковым каналам связи.

2. Основная часть

Одной из первых систем спутниковой связи для сбора данных стала система *Argos* [1, 2]. Она предназначена, для сбора данных данные об окружающей среде со стационарных и переносных платформ по всему миру. Ключевой особенностью является возможность определения местоположения источника сообщения при помощи эффекта Доплера, что позволяет получить координаты устройства без установки приемника ГНСС. Передача осуществляется на частоте 401,650 МГц ± 30 кГц. В системе *Argos*-3 предусмотрен обратный канал на частоте 465,9875 МГц. Развитием системы стала система *Kineis*. Спутники *Kineis* полностью совместимы с Argos-2/3. Данная система П, расположенных на низкой околоземной орбите на расстоянии от 650 до 850 км (в настоящее время на орбиту запущено 10).

Наибольшее распространение в сегменте малогабаритных автономных устройств получила система Iridium. Зона покрытия системы в настоящий момент составляет 100% земного шара. Спутниковая группировка в настоящее время состоит из 66 ИСЗ, расположенных на низкой околоземной орбите (780 км). Спутниковая группировка обеспечивает двунаправленную передачу данных. Достоинством системы является возможность двухсторонней передачи коротких сообщений SBD (*Short-Burst Data*), что позволяет энергоэффективно передавать малые объемы данных (сотни байт) в режиме времени, близком к реальному. *Iridium* работает в полосе частот 1616-1626 МГц, благодаря чему абонентские терминалы и антенны имеют очень компактные размеры, не превышающие 10 см.

В Российской Федерации существует собственная система спутниковой связи «Гонец». Многофункциональная система «Гонец» предназначена для передачи данных и предоставления услуг связи абонентам, расположенным в любой точке Земного шара. Система ориентирована главным образом на российский сегмент пользователей. Полная космическая группировка состоит из 24 ИСЗ (запущено 19), расположенных на орбите 1400 км. Связь внутри региона, диаметр которого меньше 5000 км (пятно радиовидимости одного спутника), осуществляется в масштабе времени, близком к реальному. Если абоненты находятся в разных регионах, то цифровая информация передается в режиме «электронная почта». Система работает в двух диапазонах частот: прием — 387—390 МГц; передача 312—315 МГц. Из-за относительно большой высоты спутников мощность передачи данных составляет 10 Вт.

Также в РФ сейчас разрабатывается система «Марафон-*IoT*» на основе микро спутников. Полная группировка спутников составляет 256 шт расположенных в 12 плоскостях и должна быть развернута к концу 2028 года.

Проведем сравнительный анализ трех первых систем связи и сведем в таблицу. Результат представлен в таблице 1.

Таблица 1

Название системы	Количество спутников полной группировки	Мощность передачи данных	Частотный диапазон
Argos (Kineis)	25 (запущено 10)	до 2 Вт	401,65 / 465,9875 МГц
Iridium	66 (6 резерв)	в режиме SBD до 1 Вт	1616 … 1626,5 МГц
Гонец	24 (запущено 19)	8…10 Вт	320/380 МГц

3. Заключение

В результате проведения исследований проведён обзор существующих современных систем спутниковой связи. Сравнительный анализ систем представленн в таблице 1.

4. Список литературы

[1] Безгин, А. А. Современные системы спутниковой связи и особенности их применения для решения задач оперативной океанографии / А. А. Безгин, Н. Ю. Юркевич // Комплексные исследования морей России: оперативная океанография и экспедиционные исследования. Матер, молодеж. науч. конф. — 2016. — С. 517—522.

[2] Bezgin, A. A. The Patch Circular Polarization Antenna for Autonomous Marine Platforms / Bezgin A. A., Savochkin A. A. // Proc. of 2021 Ural Symposium on Biomedical Engineering, Radioelectronics and Information Technology, USBEREIT 2021. — P. 289—292.

OVERVIEW OF SATELLITE COMMUNICATION SYSTEMS FOR DATA TRANSMISSION FROM MARINE AUTONOMOUS DEVICES

Ageev D. S., Bezgin A. A., Litvinenko S. R., Starodub M. A.,Lisetskiy I. V., Lunev E. G., Durmanov M. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Satellite communication systems are considered. Technical aspects such as transmission speed, frequency ranges and transmitter powers are discussed.

МИП «Инжиниринговый центр СевГУ»

299038, г. Севастополь,
проспект Октябрьской революции, д. 38, корп. 4.
Тел. +7 (8692) 43 50 29
engineering@sevsu.ru



Основные направления деятельности: разработка цифровых, аналоговых и смешанных монолитных интегральных схем; разработка систем-на-кристалле (СнК), систем-в-корпусе (СвК), гибридных интегральных схем СВЧ диапазона; разработка радиоэлектронной аппаратуры на основе микроконтроллеров, цифровых сигнальных процессоров и программируемых логических интегральных схем; тестирование опытных партий кристаллов интегральных схем в диапазоне частот до 50 ГГц; практическая подготовка специалистов по заказам предприятий радиоэлектронной промышленности Крыма и г. Севастополя.

Центр создан при поддержке Минобрауки и Минпромторга Российской Федерации.

Секция 3

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ УСТРОЙСТВА МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ НАДЁЖНОСТИ ВСТРАИВАЕМЫХ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ РЕШЕНИЙ

Сосновский Ю. В., Чачиев Д. Р.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Сосновский Ю. В.
Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, Россия
E-mail: sosnovskiy.yv@cfuv.ru

Аннотация — Рассмотрены особенности методик оценки надёжности встраиваемых программно-аппаратных решений. Приведены результаты расчета характеристик надёжности одноуровневой и двухуровневой встраиваемой микропроцессорной системы управления.

1. Введение

С учетом интеграции максимального числа функций в единую микропроцессорную систему, надёжность такого решения может иметь тенденцию к снижению. При этом вопрос практической оценки надежности встраиваемого программного обеспечения низкого уровня, особенностью которого является отсутствие виртуализации и уровня аппаратной абстракции и, как следствие, тесная взаимосвязь с аппаратной частью и периферией, является до сих пор актуальным.

В докладе приводятся результаты оценки безотказной работы встраиваемых систем управления, выполненные на основе статистических показателей и объема программного кода.

2. Основная часть

Вопросы, связанные с терминологией в области надёжности, ставятся постоянно, в том числе о терминологии надёжности в области программного обеспечения [1]. Проблемы в основном возникают у специалистов, изучающих вопросы надежности информационных систем (ИС) в части их программной компоненты.

Принимая во внимание сложность определения и расчёта параметров функциональной надёжности различных встраиваемых информационных систем, на основе работ Шубинского И.Б. [2], Нетес В.А. и др., становится целесообразным определение понятия «информационная надёжность» для встраиваемых программно-аппаратных микропроцессорных систем, которое характеризует степень соответствия основных показателей надёжности системы тем, которые заложены в техническом задании или технических требованиях к гетерогенной информационной встраиваемой системе.

Рассматриваемая в докладе информационная надёжность программно-аппаратной встраиваемой микропроцессорной системы управления включает в себя основные компоненты функциональной, структурной, программной надёжности. Кроме того, она является основой для установления модели надёжности применительно к целевой системе.

В докладе приводится расчет основных компонентов информационной надёжности — аппаратной и программной, для реальной гетерогенной по составу уровней встраиваемой системы управления на распространенном одноплатном компьютере Raspberry Pi и компоненте нижнего системного уровня на микроконтроллере ATMega32.

Из данных по надежности данного одноплатного компьютера известно, что среднее время между сбоями (*MTBF*) для мобильной среды равно 27 тысяч часов, а интенсивность отказов λ равна $37*10^{-6}$ ч$^{-1}$. По данным сборника документов, интенсивность отказов выбранных исполнительных устройств можно оценить, как $\lambda = 1{,}3*10^{-6}$ ч$^{-1}$.

Вероятность безотказной работы аппаратной части в течение заданного промежутка времени вычисляется на основе экспоненциальной модели надежности.

Для сложных программных систем, которые опираются на комплексное ПО, нет единого стандарта прогнозирования отказов [2], однако существует ряд методов, позволяющих получить приблизительные оценки отказов и, как следствие — надёжности.

Интенсивность отказов ОС одноплатного компьютера оценивается посредством модели Джелинского-Моранды. Результаты оценки вероятности безотказной работы при заданных условиях приведены в таблице 1.

Таблица 1

Параметр	Оценка по статистическим показателям	Оценка по объему кода
$P_{ОС}$	0.9994	0.9990
$P_{мод}$	0.9988	0.9994
$P_{СИСТ}$	0.9952	0.9966

3. Заключение

Для повышения надежности встраиваемых программно-аппаратных систем предпочтительна двухуровневая структура. Низкоуровневый модуль должен строиться на микроконтроллере, а его программное обеспечение иметь самый низкий из возможных уровней виртуализации.

Также требуют дальнейшего развития методы практической оценки надежности встраиваемых программно-аппаратных систем, учитывающие их структурные и функциональные особенности.

4. Список литературы

[1] Нетес, В. А. Как вернуть доверие? О системе стандартов «Надежность в технике» / В. А. Нетес // Стандарты и качество. — 2019. — № 2. — С. 19—24.

[2] Шубинский, И. Б. Методы обеспечения функциональной надежности программ / Шубинский И.Б. // Надежность. — 2014. — № 4. — С. 87—101. — URL: https://doi.org/10.21683/1729-2646-2014-0-4-87-101.

FEATURES OF RELIABILITY ASSESSMENT OF EMBEDDED SOFTWARE-HARDWARE SOLUTIONS

Sosnovskiy Y. V., Chachiev D. R.
Scientific adviser: Sosnovskiy Y. V.
Institute of Physics and Technology of the Crimean Federal University, Russia

Abstract — The features of methods for assessing the reliability of embedded software and hardware solutions are considered. The results of calculating the reliability characteristics of a single-level and two-level embedded microprocessor control system are presented.

УПРАВЛЯЮЩИЕ КОНТРОЛЛЕРЫ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА БАЗЕ ПЛАТФОРМ ARDUINO И RASPBERRY PI

Скляренко А. В., Сметанина Т. И.
Научный руководитель: Сметанина Т. И.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: sklarenkoartem03@outlook.com

Аннотация — В докладе проводится сравнительный анализ возможностей и ограничений платформ Arduino и Raspberry Pi в контексте автоматизации и робототехники. Результаты сравнения помогут разработчикам выбрать оптимальную платформу в зависимости от конкретных требований их проектов.

1. Введение

Управляющие контроллеры являются ключевыми элементами в робототехнике и в автоматизации технологических процессов. Платформы *Arduino* и *Raspberry Pi* предоставляют инструменты для программирования, позволяющие обрабатывать сигналы датчиков и управлять исполнительными системами. В работе проводится анализ применения управляющих контроллеров в контексте интеграции с искусственным интеллектом.

2. Основная часть

Arduino является одной из наиболее популярных платформ для разработки проектов, для реализации которых достаточно функций микроконтроллера. Основные задачи и принципы программирования на *Arduino* включают настройку цифровых и аналоговых пинов для взаимодействия с различными датчиками и исполнительными приводами роботов, использование прерываний для быстрого реагирования на внешние события, обработку сигналов с датчиков и управление исполнительными приводами роботов с использованием библиотек, таких как *Servo, LiquidCrysta*l [1]. *Arduino* также позволяет разрабатывать автономные устройства, в том числе роботов, интегрироваться с другими устройствами и платформами через интерфейсы, такие как *I2C*, *SPI*, *UART* [1].

Raspberry Pi позиционируется как микрокомпьютер, однако широко применяется в проектах с управлением объектами, требующими высокой вычислительной мощности. Основные задачи и принципы программирования на *Raspberry Pi* включают управление *GPIO* пинами с использованием языка Python и библиотек, таких как *RPi.GPIO* или *GPIO Zero*, а также интеграцию с искусственным интеллектом с использованием мощных библиотек и фреймворков, таких как *TensorFlow*, *PyTorch* и *OpenCV* [2]. *Raspberry Pi* также поддерживает подключение специализированных устройств, таких как *Tensor Processing Units* (*TPU*), для ускорения машинного обучения с использованием искусственного интеллекта [2].

Сравнение *Raspberry Pi* и *Arduino* в контексте автоматизации и робототехники проводилось на основе проектов, в которых рассматриваемые платформы являлись частью систем технического зрения; промышленных роботов; воздушных, наземных и водных роботов-дронов [3]. В рамках этого тестирования *Raspberry Pi* был подключён к *Tensor Processing Unit* (*TPU*), что позволило ему выполнять сложные задачи обработки изображений и видео, необходимые для систем технического зрения роботов, а также для управления и навигации в проектах, связанных с роботами-дронами. Это делает *Raspberry Pi* идеальным для проектов, требующих интеграции с искусственным интеллектом и сложных вычислений в области робототехники и автономных систем.

Однако*, Raspberry Pi* показал некоторые ограничения в терминах низкоуровневого управления и быстрого отклика в реальном времени, что является сильной стороной Arduino. В тестах, где требовалось быстрое реагирование на изменения в окружающей среде, такие как управление движением и адаптация к различным условиям работы, Arduino продемонстрировал превосходные результаты благодаря своей простоте и прямому доступу к аппаратным ресурсам.

Arduino, не поддерживающий искусственный интеллект на уровне *Raspberry Pi*, является предпочтительным выбором для проектов, где основной упор делается на низкоуровневое управление и быстрый отклик. В тестах управления безопасностью и другими критически важными системами, Arduino обеспечил высокую надёжность и точность, что важно для таких проектов.

По размеру обе платформы сравнимы — чуть больше кредитной карты, а по потреблению энергии *Raspberry Pi* кратно превышает потребление *Arduino*.

3. Заключение

Таким образом, *Raspberry Pi* и *Arduino* предлагают уникальные преимущества и могут быть использованы по отдельности и в сочетании для создания комплексных систем, объединяющих высокоуровневые вычисления с низкоуровневым управлением. Выбор между ними зависит от конкретных требований проекта, включая вычислительную мощность, сложность задач, энергопотребление, бюджет и время отклика.

4. Список литературы

[1] Григорьев, А. Д. Микроконтроллеры семейства AVR: руководство разработчика / А. Д. Григорьев. — М. : ДМК Пресс, 2008. — 400 с.
[2] Grimmett, R. Raspberry Pi Robotics: Building Powerful, Fun, and Useful Robots with the Raspberry Pi and Python / R. Grimmett. — New York : Apress, 2019. — 304 p.
[3] Habr [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://habr.com/ru/feed/ (дата обращения: 20.07.2024).

MICROCONTROLLERS OF ARDUINO AND RASPBERRY PI PLATFORMS FOR AUTOMATION AND ROBOTIC SYSTEMS

Sklyarenko A. V., Smetanina T. I.
Scientific adviser: Smetanina T. I.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, a comparative analysis of the capabilities and limitations of the Arduino and Raspberry Pi platforms in the context of automation and robotics is presented. The testing results will help developers choose the optimal platform based on the specific requirements of their projects.

ОБЗОР СВОЙСТВ НАНОТРУБОК ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ПРОГРАММИРУЕМЫХ УСТРОЙСТВ

Малишевская Е. А., Сметанина Т. И.
Научный руководитель: Сметанина Т. И.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: elena17122005@gmail.com

Аннотация – Рассмотрены различные свойства нанотрубок и потенциал использования в электронике. Проанализированы преимущества применения нанотрубок в программируемых устройствах, такие как высокая проводимость, малый размер и гибкость.

1. Введение

Программируемые устройства, включая микроконтроллеры и программируемые логические матрицы (FPGA), становятся всё более значимыми в современном обществе. Увеличение потребности в повышении их производительности и функциональности способствует исследованию новых материалов и технологий. Нанотрубки, являющиеся цилиндрическими структурами, состоящими из углеродных атомов, обладают уникальными свойствами, что делает их многообещающим вариантом для улучшения работы программируемых устройств.

2. Основная часть

Нанотрубки обладают высоким потенциалом применения в различных сферах современной техники, особенно в области электроники. Они используются для создания транзисторов, нанопроводов, наиболее энергоэффективных логических вентилей, плотных массивов для радиаторов и производства электродов. Кроме того, нанотрубки служат эффективным термоустойчивым межфазным материалом [1].

Нанотрубки характеризуются выдающейся электропроводностью, что открывает возможности для разработки высокоскоростных и производительных электрических схем. Их миниатюрные размеры способствуют созданию компактных и сложных устройств с высокой плотностью интеграции. Гибкость нанотрубок позволяет реализовать устройства нестандартной конфигурации. Кроме того, их высокая прочность на разрыв делает их перспективным материалом для создания надежных и долговечных изделий.

Нанотрубки обладают огромным потенциалом для применения в различных областях микроэлектроники. Их уникальные свойства, такие как высокая электропроводность и малые размеры, делают их перспективными материалами для создания высокопроизводительных процессоров, новых типов памяти с высокой плотностью хранения данных, а также гибких и прозрачных устройств.

Однако реализация этого потенциала сталкивается с рядом вызовов. Ключевым аспектом является обеспечение контроля качества производства нанотрубок, чтобы гарантировать однородность и стабильность их характеристик для создания надежных устройств. Кроме того, серийное производство нанотрубок в настоящее время остается дорогостоящим процессом, что требует поиска более эффективных и экономичных методов.

3. Заключение

Нанотрубки обладают рядом уникальных характеристик, которые открывают новые перспективы для повышения эффективности программируемых устройств. Их высокая электропроводность в сочетании с малыми размерами и гибкостью позволяют разрабатывать более скоростные, компактные и эластичные устройства. Тем не менее, существуют определённые трудности, связанные с обеспечением качества и оптимизацией затрат на производство нанотрубок. Продолжение исследований и разработок в этой области позволит преодолеть существующие ограничения и реализовать потенциал нанотрубок для создания передовых программируемых устройств нового поколения.

4. Список литературы

[1] Углеродные нанотрубки станут основой новой электроники офиц. Сайт [Электронны ресурс]. — Режим доступа: https://russianelectronics.ru/uglerodnye-nanotrubki-stanut-osnovoj-novoj-elektroniki (дата обращения: 20.09.2024)

OVERVIEW OF THE PROPERTIES OF NANOTUBES TO OPTIMIZE THE OPERATION OF PROGRAMMABLE DEVICES

Malishevskaya E. A., Smetanina T. I.
Scientific adviser: Smetanina T. I.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Various properties and potential using of nanotubes in electronics are considered. The advantages of using nanotubes in programmable devices, such as high conductivity, small size and flexibility, are analyzed.

СИСТЕМА ОХРАННОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ НА БАЗЕ ARDUINO С ЛАЗЕРНЫМ ДАТЧИКОМ

Косарев Н. А., Журавлёв М. М., Мурзин Д. Г.
Научный руководитель: канд. техн. наук Мурзин Д. Г.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: kosarev@ieee.org

Аннотация — В статье рассмотрена теоретическая модель системы лазерной охранной сигнализации на базе платформы Arduino UNO. Система считывает импульсы, исходящие из лазера и реагирует при их недостатке. О нарушителе пользователя оповещает звуковой сигнал, а также текстовое сообщение, переданное при помощи мобильной и/или интернет-связи на мобильное устройство. Система предусматривает возможность дальнейшей модернизации и настройки параметров под нужды пользователя.

1. Введение

Системы охранных сигнализаций играют ключевую роль в защите наших домов, офисов и других объектов. Одним из самых эффективных и универсальных вариантов является сигнализационная система с лазерным датчиком [1]. Благодаря простоте своей конструкции система максимально проста в реализации и при этом действенна в использовании. А с интеграцией *Arduino* у нас появляется еще больше возможностей дальнейшей ее модернизации [2].

2. Построение системы

Изучаемая нами система лазерной сигнализации представлена на рисунке 1. В ее основе лежит импульсный генератор на таймере NE555, подающий сигнал на лазер. Сам лазер испускает луч с длиной волны 650 нм, который фиксирует фотоприемник. Далее сигнал поступает на саму плату *Arduino*. При условии, что на фотоприемник поступает недостаточное количество импульсов (лазер был перекрыт), срабатывает звуковой сигнал (зуммер), а также, в зависимости от подключенных к системе модулей, пользователя оповещают посредством мобильной (*GSM*) и/или интернет-связи (*ESP*).

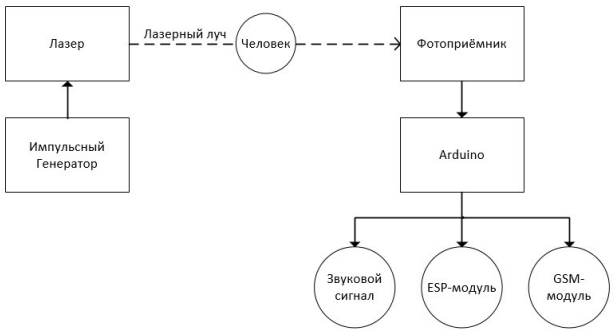


Рис. 1

3. Заключение

Интеграция Arduino в систему охранной сигнализации обеспечивает надежную защиту и удобное управление включением и выключением лазеров. Пользователь может задать точное время работы лазеров с помощью программирования импульсного генератора (рис. 2). Датчики и дисплеи *Arduino* могут использоваться для предоставления данных о текущем состоянии системы, количестве нарушителей и прочей полезной информации. Кроме того, построение системы на основе *Arduino* позволяет пользователю совершенствовать уже готовое решение и подстраивать его под свои нужды, адаптировать к новым условиям, при этом не неся особых денежных трат.

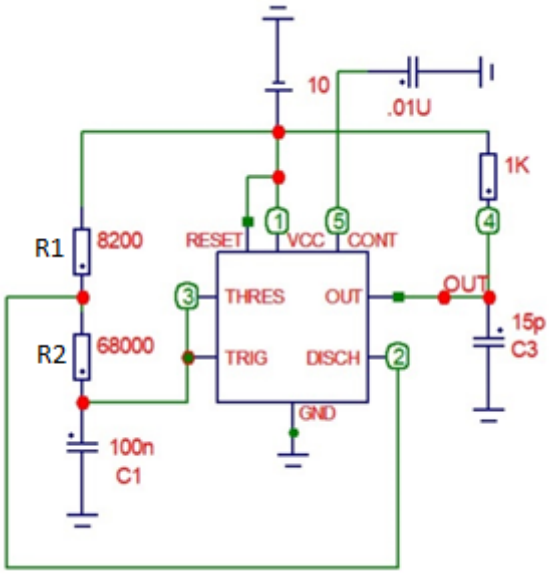


Рис. 2

4. Список литературы

[1] Терехов, З. С. Создание сигнализации на лазерах на базе Arduino / З. С. Терехов // Постулат. — 2019. — № 8(46). — С. 17.
[2] Зубов, Я. М. Модель системы контроля и управления доступом на предприятии на базе Arduino / Я. М. Зубов, В. В. Москвин, И. И. Ильин // Вестник УрФО. Безопасность в информационной среде. — 2014. — № 4(14). — С. 9—13.

ARDUINO BASED SECURITY ALARM SYSTEM WITH LASER SENSOR

Kosarev N. A., Zhuravlev M. M., Murzin D. G.
Scientific adviser: Murzin D. G.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the theoretical model of laser alarm system based on the Arduino UNO platform is considered. The system reads pulses coming from the laser and reacts in case of its deficiency. The user is notified of the intruder by a sound signal and a text message transmitted via mobile and/or internet communication to the mobile device. The system provides for the possibility of further customization of the parameters to suit the user's needs.

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ НЕСПРАВНОСТЕЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Кузнецов В. А., Тарасов В. Ф., Начаров Д. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: vovaxxi45@mail.ru

Аннотация — Приведены результаты разработки устройства поиска и диагностики неисправностей электронных средств.

1. Введение

Электронные средства на протяжении многих десятилетий развиваются в направлении увеличения функциональной сложности, что достигается за счёт увеличения количества функциональных элементов с одновременным уменьшением их массогабаритных параметров. Применение микроэлектронных изделий позволяет значительно повысить надежность электронных средств. Однако вероятность возникновения отказов электронных средств пока не равно 100%. Поэтому по-прежнему актуальными являются задачи поиска и устранения неисправностей электронных средств, сложность которых возрастает вместе с ростом функциональной сложности. Поиск неисправностей в современных электронных средствах — очень трудоемкий процесс, который не обходится без использования средств автоматизации.

2. Основная часть

На данный момент, каждая компания, которая производит электронные средства, создает свое устройство диагностики. Тем самым, полная диагностика устройства возможна только на предприятии, которое произвело электронное средство. Периферийное сканирование средствами JTAG, позволяет провести диагностику электронного средства самостоятельно.

На рис. 1 представлена структурная электрическая схема устройства контроля и диагностики электронных средств, состоящая из: блока питания; персонального компьютера; *UART-USB* преобразователя; устройства контроля; интерфейса *JTAG*.

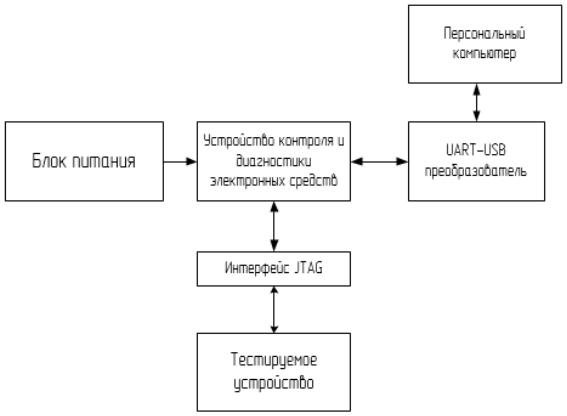


Рис. 1

На рис. 2 приведена принципиальная схема устройства контроля и диагностики электронных средств. Основой схемы является микроконтроллер *ATmega* 2560, который содержит специальные регистры и интерфейс *JTAG*. Точка доступа для тестирования состоит из *TAP* контроллера, регистра инструкций и нескольких регистров тестовых данных, который содержит конечный автомат тестирования и отвечает за работу с сигналами *TCK* и *TMS*. Ввод данных используется для загрузки данных в граничные ячейки между физическими выводами и ядром микросхемы, а также для загрузки данных в регистр команд или один из регистров данных.

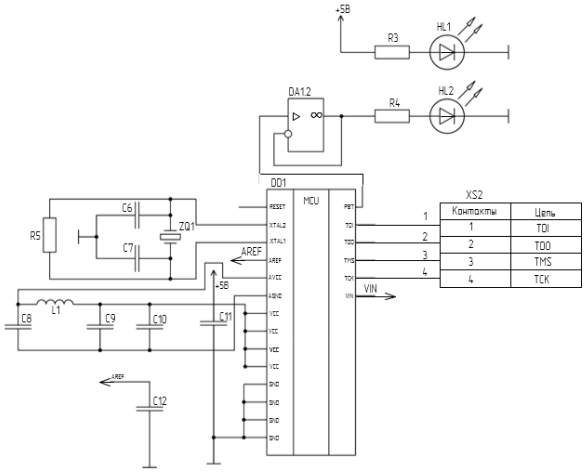


Рис. 2

3. Заключение

Разработано устройство контроля и диагностики электронных средств.

4. Список литературы

[1] Пограничное сканирование в электротехнике [Электронный ресурс] / ЭЛТЕХ. Boundary Scan Coach. GOEPEL Electronic. — Режим доступа: http://www.eltech.spb.ru (дата обращения: 10.09.2024).
[2] JTAG устройства [Электронный ресурс] / APPLETS. — Режим доступа: http://www.pld.ttu.ee/applets (дата обращения: 10.09.2024).
[3] Универсальные устройства [Электронный ресурс] / ЭЛТЕХ. — Режим доступа: http://www.universalscan.com (дата обращения: 10.09.2024).

DESIGN OF DEVICE FOR CONTROL AND DIAGNOSTICS OF ELECTRONIC FAILURES

Kuznetsov V. A., Tarasov V. F., Nacharov D. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of the design of a device for searching and diagnosing faults of electronic equipment are presented.

СИСТЕМА ПРОЕКЦИИ ДАННЫХ НА ЛОБОВОЕ СТЕКЛО АВТОМОБИЛЯ

Лысенко Н. М, Литовко Е. В.
Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: timonchik13@gmail.com

Аннотация — В работе представлены результаты разработки системы проекции данных на лобовое стекло автомобиля. Приведена структурная схема устройства, выбрана основная компонентная база.

1. Введение

Системы проекции данных на лобовое стекло автомобиля (*HUD*-системы) начали пользоваться популярностью *с* 2003 года, когда компания *BMW* совместно с компанией *Siemens* представила усовершенствованный *Head-up Display*. Устройство опционально устанавливали на автомобили 7 серии в E 65 и E 66 кузове. Данная система была более информативной, по сравнению с предшественниками, оснащалась цветными дисплеями с возможностью автоматического изменения яркости. Это обеспечивало большую безопасность и обеспечивало больший комфорт водителю во время вождения [1].

В дальнейшем *HUD*-системы совершили огромный скачок в своём развитии. Начали появляться универсальные устройства, способные работать в автотранспорте любого типа. Главной задачей при проектировании *HUD*-системы является обеспечение считывания текущих показаний датчиков системы управления, а также вывод информации с адаптацией яркости изображения в зависимости от окружающей обстановки: ночь, солнечный или пасмурный день и так далее.

В предлагаемой системе считывание показаний датчиков предлагается реализовать через подключение устройства к диагностическому разъёму автомобиля. Формирование изображения предлагается делать с помощью *AMOLED* дисплея.

2. Основная часть

На рис. 1 показана структурная схема разрабатываемой *HUD*-системы.

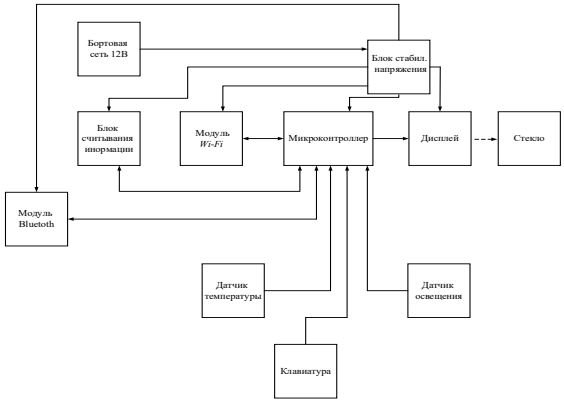


Рис. 1

Блок «Микроконтроллер» поддерживает необходимые протоколы для обеспечения реализации всех требуемых функций: приёма и обработки сигнала с блока «*Bluetooth*» и блока «*Wi-Fi*».

Блок «Клавиатура» представляет плёночную клавиатуру, состоящую из трёх кнопок, для настройки основных опций устройства.

Блок «Датчик температуры» предназначен для измерения температуры в салоне автомобиля.

Блок «Датчик освещения» предназначен для контроля яркости дисплея.

Блок «Модуль *Bluetooth*» предназначен для подключения смартфона. Это делается для настройки интерфейса, выведения подсказок навигации на проекцию. Будет использоваться протокол *SPP* для обмена данными с мобильными устройствами.

Блок «Модуль *Wi-Fi*» предназначен для подключения устройства, которое будет считывать информацию с электронных блоков управления автомобилем.

«Блок считывания информации» подключается к диагностическому разъёму автомобиля. С помощью него будет считываться вся необходимая информация с электронных блоков автомобиля и предаваться в блок «*Wi-Fi*».

Блок «Стабилизации напряжения» предназначен для преобразования напряжения бортовой сети автомобиля в напряжение, необходимое для питания блоков устройства.

На блоке «Дисплей» формируется изображение с необходимыми данными и проецирует на блок «Стекло».

Блок «Стекло» представляет собой небольшой прозрачный рефлекторный экран, который клеится на лобовое стекло перед водителем.

В качестве основного устройства управления выбрана линейка микроконтроллеров отечественной компании Миландр *K*1986BE92*QI*, который обладает достаточной производительностью для реализации всего функционала проектируемого устройства: прием и обработку данных, получаемых с модуля *Bluetooth* и модуля *Wi-Fi*, обработки информации, формирования и вывода изображения для проекции.

В качестве остальных основных элементов были выбраны: модуль *Wi-Fi esp* 01, модуль *Bluetooth KT*-6368*A*, дисплей *HDMA*544-*A*1-001, микросхема преобразователя напряжения *A*307*sgt-ADJ*.

3. Заключение

Разработана структурная схема системы проекции данных на лобовое стекло автомобиля, считывающая и индицирующая необходимы технические характеристики автотранспортного средства.

Общение с блоком управления автомобиля осуществляется по *CAN*-шине через диагностический разъём. Вывод информации на лобовое стекло автомобиля осуществляется с помощью *AMOLED* дисплея.

4. Список литературы

[1] Kenneth, W. Human Factors Aspects of Using Head UP Displays in Automobiles. — Lansdale : The Scientex Corporation, 1995. — 73 p.

WINDSHIELD HEAD-UP DISPLAY SYSTEM

Lysenko N. M., Litovko E. V.
Scientific adviser: Tyschuk Y. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the results of the design of a data projection system on the windshield of a car are presented. The structural diagram of the device is given, the main component base is selected.

АЛГОРИТМ ВИДЕОУСТРОЙСТВА ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ОСАДКОВ

Рукосуев Е. Р., Начаров Д. В., Иванов В. А., Михайлюк Ю. П.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Михайлюк Ю. П.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: firstdrz@gmail.ru

Аннотация — Разработан алгоритм, оценивающий интенсивность дождя, который может быть применен в видеоустройстве оценки параметров осадков.

1. Введение

Современные технологии предоставляют широкие возможности для мониторинга и анализа осадков, однако многие существующие методы имеют ограничения, связанные с необходимостью прямого контакта с осадками или низкой скоростью реакции на изменения погодных условий. Видеоустройство оценки параметров осадков, представленное в данной работе, основано на использовании современных камер высокого разрешения и алгоритмов обработки изображений, что позволяет проводить анализ осадков в реальном времени с высокой степенью точности.

2. Основная часть

Для определения интенсивности осадков используется следующий алгоритм обработки видео.

Первым шагом является удаление неподвижного фона исходного изображения (рис. 2, а) посредством вычисления среднего значения яркостей каждого пикселя на некотором количестве кадров, и последующее его вычитанием из следующих кадров. Далее осуществляется свертка полученного изображения с вертикальным и горизонтальным операторами Собеля [2] по формулам

$$G_x(x,y)=\begin{bmatrix}-1 & 0 & 1\\ -2 & 0 & 2\\ -1 & 0 & 1\end{bmatrix} * I_{rain}(x,y)$$

$$G_y(x,y)=\begin{bmatrix}1 & 2 & 1\\ 0 & 0 & 0\\ -1 & -2 & -1\end{bmatrix} * I_{rain}(x,y)$$

где $I_{rain}(x,y)$ — изображение без неподвижного заднего фона; $G_x(x,y)$ и $G_y(x,y)$ — изображения, полученные при свертке с горизонтальным и вертикальным операторами Собеля, соответственно.

Далее для каждого пикселя происходит вычисление градиента $\Theta(x,y)$ по формуле

$$\Theta(x,y)=\operatorname{arctg}\left(\frac{G_y(x,y)}{G_x(x,y)}\right),$$

после чего определяется преимущественное значение Θ_0 для всего изображения путем поиска максимума гистограммы функции $\Theta(x,y)$ (рис. 2, г).

Исходя из преимущественного направления градиента, подбирается ближайший по направлению оператор Щарра K_{scharr} (рис. 1), и осуществляется его свертка с изображением без заднего фона по формуле (результат на рис. 2, б)

$$I'_{rain}(x,y)=I_{rain}(x,y)*K_{scharr}.$$

После этого производится пороговая обработка полученного изображения и его свертка с вейвлетом Хаара для тонких линий.

$$K_{scharr0}=\begin{bmatrix}3 & 10 & 3\\ 0 & 0 & 0\\ -3 & -10 & -3\end{bmatrix}\quad K_{scharr30}=\begin{bmatrix}10 & 10 & 0\\ 0 & 0 & -3\\ -3 & -3 & -3\end{bmatrix}\quad K_{scharr45}=\begin{bmatrix}10 & 3 & 0\\ 3 & 0 & -3\\ 0 & -3 & -10\end{bmatrix}$$

$$K_{scharr60}=\begin{bmatrix}10 & 0 & -3\\ 10 & 0 & -3\\ 0 & -3 & -3\end{bmatrix}\quad K_{scharr90}=\begin{bmatrix}3 & 0 & -3\\ 10 & 0 & -10\\ 3 & 0 & -3\end{bmatrix}\quad K_{scharr120}=\begin{bmatrix}3 & 0 & -10\\ 3 & 0 & -10\\ 3 & 3 & 0\end{bmatrix}$$

$$K_{scharr135}=\begin{bmatrix}0 & -3 & -10\\ 3 & 0 & -3\\ 10 & 3 & 0\end{bmatrix}\quad K_{scharr150}=\begin{bmatrix}0 & -10 & -10\\ 3 & 0 & 0\\ 3 & 3 & 3\end{bmatrix}$$

Рис. 1

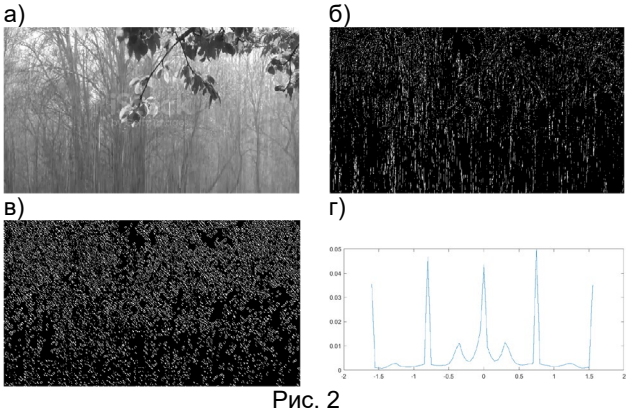


Рис. 2

Интенсивность дождя оценивается следующим образом: вычисляется средняя яркость результирующего кадра (рис. 2, в), и сравнивается с пороговыми значениями интенсивности дождя, полученными при калибровке алгоритма. По результату сравнения можно определить качественную характеристику интенсивности дождя [1].

3. Заключение

Таким образом, разработан алгоритм оценки интенсивности дождя, который может быть применен в видеоустройстве оценки параметров осадков.

Результаты данной работы могут быть использованы для дальнейшей разработки системы оценки погодных условий в существующих телекоммуникационных сетях.

4. Список литературы

[1] Пат. 2611696 Российская Федерация, Способ определения интенсивности осадков в реальном времени в авиационных системах улучшенного видения; опубл. 2017 в бюл. № 7.

[2] Edge detection using Prewitt, Scharr and Sobel Operator // geeksforgeeks.org. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.geeksforgeeks.org/edge-detection-using-prewitt-scharr-and-sobel-operator (дата обращения: 20.05.2024).

WEATHER FORECAST ALGORITHM OF VIDEO DEVICE

Rukosuyev E. R., Nacharov D. V., Ivanov V. A., Mickhayluck Yu. P.
Scientific adviser: Mickhayluck Yu. P.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The algorithm that estimates the intensity and duration of rainfall by video, as well as the device that applies this algorithm to images taken from the video camera, are developed.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ

Кагиров И. Б., Савочкин А. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Савочкин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: kagorov.i03@mail.ru

Аннотация — На основе использования методов глобального позиционирования разработана структурная схема устройства, определены особенности практической реализации, разработан алгоритм работы устройства на уровне программного кода.

1. Введение

Число систем навигации и позиционирования в мире с каждым годом становится больше. Это связанно с ростом востребованности систем такого назначения. Системы навигации и позиционирования — комплексная электронно-техническая система, состоящая из совокупности наземного и космического оборудования, предназначенная для определения местоположения, а также параметров движения (скорости и направления движения и т.д.) для наземных, водных и воздушных объектов.

2. Основная часть

Спутниковая система навигации состоит из трёх основных сегментов: космический, управляющий и пользовательский. Космический: 32 КА у GPS и 28 КА у ГЛОНАСС на средневысотной орбите; управляющий: станции мониторинга и наземные антенны для обработки и корректировки данных; пользовательский: совокупность находящихся в работе спутниковых приемников (GPS трекер, Яндекс карты и т.д.).

Разрабатываемое устройство на структурном уровне должно содержать: GSM модуль — для передачи навигационной информации к месту ее обработки; GPS приемник — для работы спутниковой системы навигации, обеспечивающая измерение расстояния, времени и определяющая местоположение во всемирной системе координат; аккумулятора (например, 2000 мАч) и системы контроля электропитанием; LED индикаторы [1, 2]. Упрощенная структурная схема устройства представлена на рис. 1.



Рис. 1

Элемент GSM используется для передачи данных от GPS-трекера. Трекер содержит GPS-приемник, GSM-передатчик и антенну (например, печатного типа [3]). Данные передаются через связь GSM (GPRS или SMS) в серверный центр с программным обеспечением спутникового отслеживания. Сервер обрабатывает полученные данные и предоставляет информацию о местонахождении объекта пользователю через Интернет или мобильное приложение.

Надежность работы GSM обеспечивает стабильное соединение. Так же GSM-модули легко интегрируются с различными типами GPS-трекеров и совместимы со многими системами слежения.

Для расчёта энергетики канала передачи данных будем использовать формулу Фрииса:

$$\frac{P_r}{P_t} = G_t G_r \left(\frac{\lambda}{4\pi R}\right)^2 \cdot V^2$$

Оценка энергетики показывает, что мощность, принимаемая антенной мобильной станции, изменяется от 13,32 нВт до 14,72 нВт, а при расчете в направление от базовой станции на мобильную станцию, при чувствительности в –90 дБм определяем максимальное расстояние уверенной работы 4000 м.

Мощность, принимаемая антенной базовой станции, изменяется от 133,2 нВт до 14,72 нВт, а при расчете в направление от базовой станции на мобильную станцию, при чувствительности в –90 дБм определяем максимальное расстояние уверенной работы 2000 м.

3. Заключение

Разработано устройство для определения местоположения автомобиля на уровне структурной и принципиальной схем. Изучены существующие способы реализации технологии. Определены и обоснованы схемы включения элементов. Рассчитана энергетика канала передачи данных устройства. Разработан алгоритм работы на уровне программного кода и реализован веб-интерфейс. Программный код веб-интерфейса проверен практически при размещении сервера на хостинге.

4. Список литературы

[1] Руководство Пользования GPS - трекер Proline TR02 [Электронный ресурс] / PROLINE. — Режим доступа: https://www.proline-rus.ru/data/uploads/a/iblock/products/21319/36366.pdf.

[2] Пушкарев, О. GSM/GPRS модемы Wavecom для быстрой разработки и внедрения GSM-решений / О. Пушкарев, А. Уголев // Беспроводные технологии. — 2006. — № 2(3). — С. 24—26.

[3] Bezgin, A. A. The patch circular polarization antenna for autonomous marine platforms / A. A. Bezgin, A. A. Savochkin // Proc. of 2021 Ural Symposium on Biomedical Engineering, Radioelectronics and Information Technology, USBEREIT 2021. — 2021. — P. 289—292.

DEVICE FOR DETERMINING THE LOCATION OF A VEHICLE

Kagirov I. B., Savochkin A. A.
Scientific adviser: Savochkin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract - The operating principle of GPS monitoring has been studied, a simplified structural diagram of the device has been developed, a printed circuit board has been developed, and the operating principle and algorithm of the device at the program code level have been developed.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИИ

Андрейчук А. М., Широков И. Б.
Научный руководитель: д-р. техн. наук, доц. Широков И. Б.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: ketsuji22@gmail.com

Аннотация — Предложена структурная схема устройства контроля качества воздуха в помещении. На основе структурной схемы был определен наиболее целесообразный вариант реализации системы. Разработана принципиальная схема устройства контроля и устройства сбора данных в составе системы контроля качества воздуха в помещении.

1. Введение

Микроклимат в помещении, согласно последним исследованиям, может оказывать значительное влияние на самочувствие и здоровье человека, особенно в длительной перспективе. В связи с этим было придумано и реализовано множество систем управления микроклиматом для рабочих мест и производственных помещений. Недостатками данных систем являются: узкий выбор измеряемых параметров; ограниченность работы в базовом варианте исполнения; высокая стоимость готовой системы; необходимость вызова специалиста для правильной установки и настройки системы. Поэтому целесообразной является разработка системы контроля качества воздуха, которая будет обеспечивать контроль как основных, так и неосновных параметров качества воздуха, обладать достаточным уровнем автоматизации, иметь возможность удобной установки.

2. Основная часть

С учетом результатов сравнительного анализа коммерческих решений реализации систем контроля качества воздуха в помещении, а также с учетом выявленных основных требований к системе была разработана структурная схема устройства системы контроля качества воздуха в помещении.

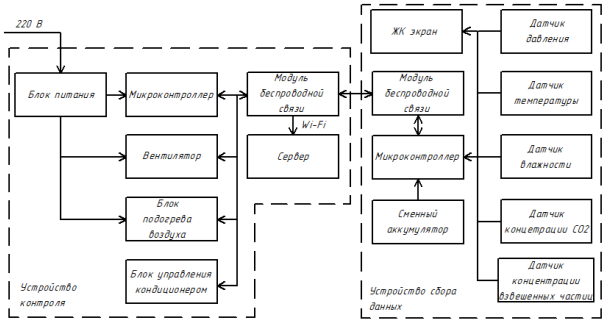


Рис. 1

Система состоит из двух устройств, обозначенных пунктирным контуром: устройства управления и контроля параметров воздуха, и устройства сбора информации.

Разделение системы на два устройства в значительной степени усложняет ее дальнейшее проектирование, однако решает проблему взаимного влияния исполнительных устройств на измерительные датчики. Устройство сбора информации, находящееся отдельно от устройства управления, предоставляет более надежные данные с датчиков, а также в целом позволяет адекватнее оценивать параметры воздушной среды в помещении.

Далее был составлен алгоритм работы системы описывающий последовательность действий и основную логику работы. Произведен краткий расчет основных аэродинамических параметров системы. Определен их оптимальный уровень.

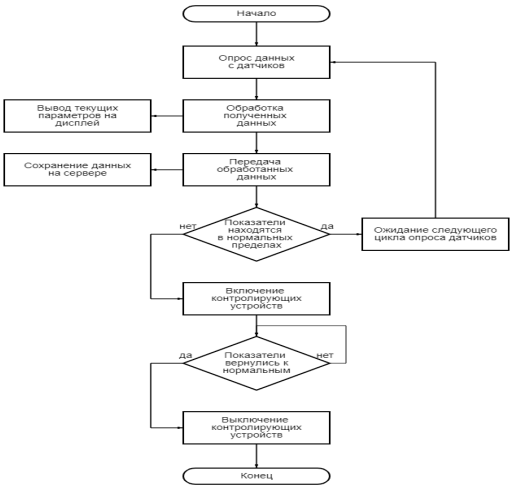


Рис. 2

Была проведена разработка принципиальной схемы устройства сбора данных в составе системы контроля качества воздуха в помещении и принципиальной схемы устройства контроля в составе системы контроля качества воздуха в помещении. Был проведен подбор элементной и компонентной базы устройств системы контроля качества воздуха в помещении.

3. Заключение

Разработанная система удовлетворяет основным требованиям к точности измерений. Система обладает высоким уровнем автоматизации. Благодаря модульности устройств в составе системы обеспечивается стабильная работа в большинстве помещений.

4. Список литературы

[1] Фролов, А. М. Исследование проблемы загрязнения атмосферы и разработка системы мониторинга атмосферного воздуха. / А. М. Фролов, Д. Ю. Елисеева, В. Л. Симонов // Научно-практический электронный журнал Аллея Науки. — 2019. — №4 (31). — С. 890—901.

[2] Самохвалова, С. Г. Разработка систем локального и удаленного контроля и мониторинга температуры и влажности / С. Г. Самохвалова, С. В. Худяков // Альманах современной науки и образования. — 2017. — № 3 (117). — С.85—90.

DESIGN OF INDOOR AIR QUALITY CONTROL SYSTEM

Andreychuk A. M., Shirokov I. B.
Scientific adviser: Shirokov I. B.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A structural diagram of the indoor air quality control device is proposed. Based on the diagram, the most appropriate implementation option for the system was determined. A basic diagram of the control device and data collection device as part of the indoor air quality control system was developed.

ПРОГРАММИРОВАНИЕ СВЕТОДИОДНЫХ ИНДИКАТОРОВ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ PROTEUS

Шульгин В. В., Слезкин Г. В.
Научный руководитель: Слезкин Г. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: gvslezkin@sevsu.ru

Аннотация — Смоделирована микроконтроллерная система в программе *Proteus*, реализующая свечение светодиодных индикаторов. Разработано программное обеспечение реализованной микроконтроллерной системы на языке *Assembler*.

1. Введение

Для изучения микроконтроллерных систем на старших курсах нашего университета направлений 11.03.01 и 11.05.01 студенты выполняют шесть лабораторных работ на базе отладочных стендов *EV8031V34*, построенных на базе 8-разрядных микроконтроллеров *Atmega8515* компании *Atmel*. Постепенно эти отладочные стенды приходят в негодность, а их замена затруднительна из-за финансовых трудностей в СевГУ. В связи с этим актуальной является замена стареющих отладочных стендов на их компьютерные модели.

Современным и мощным средством для моделирования микроконтроллерных систем является программная среда *Proteus*, которая и была использования в настоящей работе.

На данном этапе планируется реализация первой лабораторной работы из шести «Программирование светодиодных индикаторов».

2. Основная часть

В соответствии с заданием на лабораторную работу, студенты должны написать программу на языке Ассемблер, по которой светодиоды на светодиодной линейке должны зажигаться в соответствии с определенным алгоритмом, указанным в индивидуальном задании. Для примера, выберем вариант 3, согласно которому комбинация светодиодов **xxxxxx должна циклически перемещаться слева направо со скоростью одно положение в секунду (* — светодиод светится, *x* — светодиод не светится).

Таким образом, для реализации первой лабораторной работы нам потребуется модель микроконтроллера *Atmega8515* компании *Atmel*, а также восемь программных элементов — светодиодов. В библиотеке среды *Proteus* предлагается линейка светодиодов, состоящая из 10 ячеек.

Основная проблема при разработке виртуального стенда — наличие значительного количества периферийных устройств (ПУ) при ограниченном количестве выводов микроконтроллера. В стенде *EV8031V34* эта проблема решается микросхемой *DD4*, выполняющей функции маршрутизатора управляющих сигналов и системного контроллера. Обращение микроконтроллера к периферийному устройству происходит как обращение к определенному адресу внешней памяти.

Все периферийные устройства соединены с общей шиной данных. При обращении к соответствующему адресу внешней памяти регистр перед ПУ защелкивает значение на шине данных.

Микроконтроллер *ATmega8515* способен адресовать 64К байт внешней памяти. Шина данных микроконтроллера 8-битная, а для адресации всей внешней памяти необходимо 16 бит, поэтому необходимо использование защелки.

Создание логической схемы из простейших элементов излишне перегружает дизайн, поэтому был использован подход разработчика стенда — использовать ПЛИС в качестве системного контроллера.

На рис. 1 представлена модель виртуального стенда, реализующая лабораторную работу №1 — свечение светодиодов в соответствии с заданной программой.

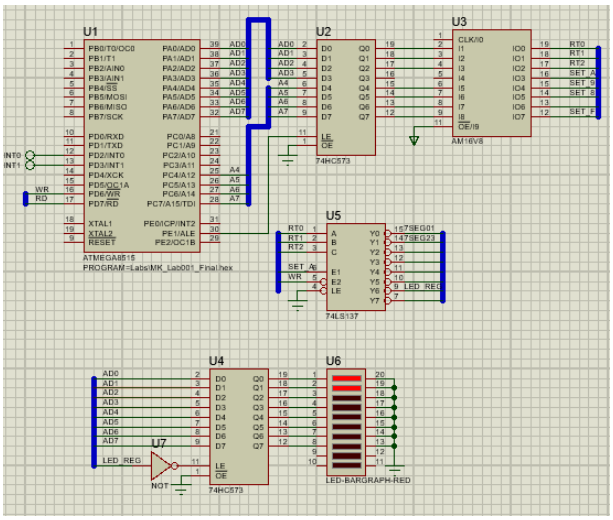


Рис. 1

3. Заключение

Разработана модель виртуального стенда, реализующая выполнение лабораторной работы № 1 курса «Микроконтроллеры».

Для реализации адресации периферийных устройств использовалась микросхема ПЛИС.

4. Список литературы

[1] Учебно-методическое пособие «Лабораторный практикум по дисциплине «Микроконтроллерные устройства» [Электронный ресурс] / СевГУ; сост. А. А. Щекатурин, Г. В. Слезкин. — Севастополь : Изд-во СевГУ, 2022. — 62 с.

[2] Моделирование в PROTEUS VSM : учеб.-методич. пособ. / В. И. Марсов, Р. А. Гематудинов, В. С. Селезнёв, Х. А. Джабраилов. — М. : МАДИ, 2019. — 44 с.

PROGRAMMING OF LED INDICATORS IN PROTEUS SOFTWARE ENVIRONMENT

Shulgin V.V., Slyozkin G.V.
Scientific adviser: Slyozkin G.V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A microcontroller system in the Proteus program is modeled, which implements the illumination of LED indicators. The software of the implemented micro-controller system in the Assembler language has been developed.

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИХ КЛАПАНОВ

Норенко Е. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: norugin@gmail.com

Аннотация — Разработана методика диагностирования состояния быстродействующего автоматического клапана (БАК), на основе которой был реализован мобильный измерительный программно-аппаратный комплекс (ПАК) для безразборной виброакустической диагностики. Приведены результаты исследования.

1. Введение

Техническое обслуживание ответственного оборудования, к которому относятся БАК, постоянно совершенствуется и оптимизируется с целью повышения устойчивости функционирования критически важных объектов. Аудиовибродиагностика является основным возможным способом определения технического состояния БАК. Существующие приспособления диагностики не могут оперативно указывать на наличие определенного вида дефекта или на причины отказа. Исходя из этого тема данной статьи является актуальной.

2. Основная часть

Полученный ПАК должен быть максимально мобильным, а также предоставлять наиболее точные данные. Также есть теорема Котельникова, накладывающая ограничения на интервал дискретизации анализируемого сигнала. Исходя из поставленных задач и ограничений, была сформирована структурная схема ПАК, представленная на рис. 1



Рис. 1

Полученные с датчиков данные обрабатывает одноплатный компьютер Raspberry Pi, и выделяет из них наиболее важные для анализа параметры: основную частоту сигнала, амплитуду частотных компонент, среднеквадратическую мощность сигнала и спектральную плотность мощности сигнала. Также, строится график распределения полученного сигнала. Для того чтобы сравнивать эталонный график распределения с графиком полученного распределения сигнала, вычисляется расстояние Хеллингера.

Для определения эталонных параметров срабатывания БАК, были использованы данные заявленные производителем, а также был проведен ряд экспериментов на исправном БАК, для определения среднего значения каждого из параметров.

Полученный ПАК, обрабатывает данные с датчиков, и если один из параметров отличается от эталонного более чем на 20%, то оператору выводится информация о неисправности БАК, а также полученные графики для визуального наблюдения. Пример работы ПАК, можно увидеть на рисунке 2.

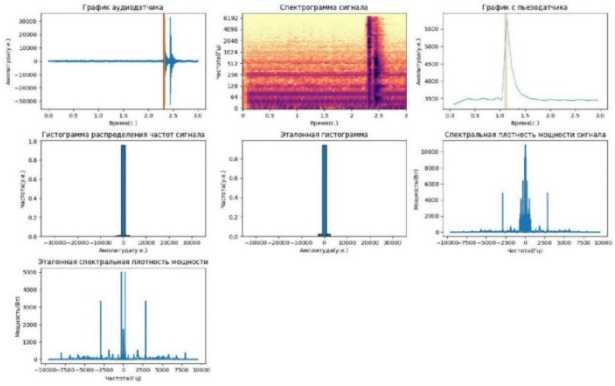


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, был разработан ПАК для виброакустической диагностики. Достоверность полученных результатов исследования обусловлена применением стандартных математических методов и проведением сравнительных опытов на моделях и реальных БАК. Результаты позволяют утверждать о целесообразности применения ПАК для провеедения технической диагностики БАК и обеспечивают налаживание производства таких комплексов.

4. Список литературы

[1] Козлов, В. Н. Системный анализ, оптимизация, принятие решений и управление / В. Н. Козлов. — СПб. : Изд-во СПбГПУ, 2011. — 244 с.
[2] Костюков, В. Н. Основы виброакустической диагностики и мониторинга машин : учеб. пособ. / В. Н. Костюков, А. П. Науменко. — Омск : Изд-о ОмГТУ, 2011. — 441 с.

DEVELOPMENT OF THE MOBILE MEASURING SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEX FOR VIBROACOUSTIC OF HIGHT-SPEED VALVES

Norenko E. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A method for diagnosing the condition of a high-speed automatic valve (HAV) has been developed, on the basis of which a mobile measuring software and hardware complex (SHC) for in-place vibroacoustic diagnostics was implemented. The results of the study are presented.

УСТРОЙСТВО ОПОВЕЩЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ДВЕРИ ПОМЕЩЕНИЯ НА TELEGRAM

Козьменко О. К., Мурзин Д. Г.
Научный руководитель: канд. техн. наук Мурзин Д. Г.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: oleg271202@mail.ru

Аннотация — В работе проведен анализ существующих решений и выбраны наиболее подходящие компоненты для разработки устройства. Была создана аппаратная и программная часть системы, включающая в себя датчики состояния дверей и модуль связи с Telegram.

1. Введение

В наше время технологии прочно вошли во все сферы нашей жизни, упрощая и автоматизируя множество процессов. Одним из таких процессов является мониторинг состояния дверей и помещений. Благодаря развитию Интернет вещей (*IoT*) и мессенджеров, таких как *Telegram,* стало возможным создание устройств оповещения, которые позволяют получать информацию о состоянии дверей и помещений. Эта система позволяет пользователям получать уведомления о любых изменениях в состоянии дверей и помещений.

2. Основная часть

Принцип работы устройства оповещения о состоянии дверей и помещений в Telegram заключается в следующем.

Блок питания обеспечивает электрическую энергию для всех компонентов системы и защищает систему от перепадов напряжения и коротких замыканий, когда датчик двери фиксирует изменение состояния (например, дверь открылась), он отправляет сигнал устройству управления, оно анализирует сигнал и, если требуется, активирует Wi-Fi модуль для отправки уведомления через Telegram API в Telegram-канал или чат пользователя. Печатную плату будем изготавливать из стеклотекстолита фольгированного двухстороннего толщиной 1,5 мм СФ-2-35-1,5.

При разводке печатной платы установим преобладающую ширину проводников равной 0,2 мм, а расстояние между дорожками — 0,2 мм.

Номинальный диаметр монтажных металлизированных и не металлизированных отверстий устанавливают исходя из следующего соотношения:

$$d - (|\Delta d|)_{н.о} \geq d_э + r\,,$$

где, $d_{н.о}$ — нижнее предельное отклонение диаметра отверстия;

$d_э$ — максимальное значение диаметра вывода ЭРИ, устанавливаемого на ПП;

r — разность между минимальным значением диаметра отверстия и максимальным диаметром вывода, устанавливаемого ЭРИ.

$$1{,}1 - 0{,}18 \geq 0{,}4 + 0{,}2\,,$$
$$0{,}92 \geq 0{,}6\,.$$
$$d_0 \geq 1{,}3 \times 0{,}41\,,$$
$$d_0 \geq 0{,}533\,,$$

Соответственно минимальный диаметр металлизированного монтажного отверстия не может быть меньше, чем 0,533 мм.

На рис. 1 представлена принципиальная схема устройства оповещения состояния двери на *Telegram*.

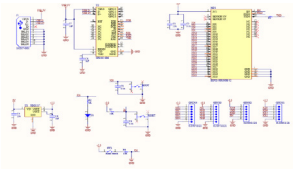


Рис. 1

Интерфейс управления для устройства мониторинга разработан с использованием сервиса *Telegram Bot API*. Интерфейс управления должен быть интуитивно понятным и удобным в использовании. Интерфейс должен быть адаптирован под различные устройства, включая мобильные телефоны и планшеты, чтобы пользователь мог управлять системой оповещения с любого устройства. Дизайн интерфейса изображён на рис. 2



Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, была разработана и реализована система оповещения о состоянии двери с использованием платформы Telegram. Это устройство представляет собой недорогое и надежное решение для контроля доступа и безопасности в помещениях.

Результаты исследования могут быть использованы для дальнейшего усовершенствования системы оповещения, включая интеграцию с другими умными устройствами в доме и разработку мобильного приложения для более удобного управления системой.

4. Список литературы

[1] Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры : учеб. для вузов / К. И. Билибин, А.И. Власов [и др.]; под общ. ред. В. А. Шахнова. — М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. — 528 с.

[2] Муромцев, Д. Ю. Конструирование узлов и устройств электронных средств: учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин, О. А. Белоусов. — Ростов-на-Дону : Феникс, 2013. — 540 с.

DEVICE FOR TELEGRAM NOTIFICATION ABOUT THE ROOM DOOR STATUS

Kozmenko O. K., Murzin D. G.
Scientific adviser: Murzin D. G.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the analysis of modern solutions and selection of the most suitable components for the design of the device are presented. The hardware and software part of the system was created, which includes door status sensors and a Telegram communication module.

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Алексеева Е. Е., Панитевский А. В., Ночовный А. Д., Курбонов М. М.
Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: alekceeva2004@mail.ru

Аннотация — в статье рассмотрены системы мониторинга автотранспорта на примере «*Global Tracer*», «*Mobitel*» и низкоорбитальной спутниковой системы «Гонец».

1. Введение

В последние годы системы мониторинга автотранспорта стали неотъемлемой частью логистических процессов во многих компаниях. Актуальность использования таких систем обусловлена несколькими факторами. Точное планирование и контроль процесса доставки грузов, исключает возможность простоев и задержек. Анализ времени в пути, простои и частоту доставок, ускоряет процесс доставки и повышает удовлетворённость клиентов. Также отслеживание маршрута и условий перевозки гарантирует сохранность продукции и соблюдение стандартов доставки.

В современной экономике, где эффективность и снижение издержек являются ключевыми факторами успеха, использование систем мониторинга становится неотъемлемой частью бизнес-процессов.

Рассмотрим несколько подобных систем.

2. Основная часть

Системы мониторинга автотранспортных средств играют ключевую роль в логистике, позволяя оптимизировать маршруты, обеспечивать безопасность перевозок и предотвращать угоны. Использование таких технологий, как «*Global Tracer*» и «*Mobitel*», значительно повышает эффективность управления автопарком компаний, предоставляя возможность в реальном времени отслеживать местоположение и состояние транспортных средств.

«*Global Tracer*» — это система, состоящая из бортового оборудования и диспетчерского центра, которая позволяет отслеживать координаты автомобилей с помощью *GPS*. Бортовое оборудование, установленное в автомобиле, непрерывно записывает маршрут и передает данные на диспетчерский пульт, который строится на базе персонального компьютера клиента и состоит из: специальных модемов «*Tracer*» для стационарной и/или мобильной сети телефонной связи; программного обеспечения, осуществляющего мониторинг за парком транспортных средств в автоматическом режиме и вывод путевых листов; комплекта электронных карт. Система «*Tracer*» использует встроенный *GPS*-приемник для определения координат автомобиля. *GPS* (*Global Positioning System*) — это спутниковая радионавигационная система, созданная министерством обороны США. Она состоит из *GPS*-приемников, которые принимают сигналы от радионавигационных спутников и в любую погоду определяют координаты объекта с высокой точностью в любой точке Земли. Однако у этой системы есть некоторые недостатки, такие как низкая помехоустойчивость и отсутствие информации о состоянии автомобиля, когда он выходит из зоны покрытия мобильной связи.

Система удаленного мониторинга транспортных средств «*Mobitel*» предназначена для сбора и передачи информации о местоположении и состоянии удаленных подвижных объектов. Контроллер удаленного мониторинга транспортных средств «*Mobitel*» устанавливается в автомобиле и позволяет получать оперативную информацию о его местоположении (с помощью системы спутниковой навигации *GPS*) и состоянии датчиков, подключенных к устройству. Данные могут как передаваться по радиоканалу (*CDMA, GSM, THURAYA*) в режиме реального времени или по запросу (модификация *TELETRACK*), так и накапливаться в энергонезависимой памяти с последующей передачей в диспетчерскую систему через беспроводное соединение (радиомодем, *Bluetooth* или с помощью кабеля (модификация *MEMOTRACK*). Возможна также комбинация этих двух режимов. К недостаткам системы «*Mobitel*» можно отнести невысокую точность определения координат; отсутствие информации о передвижении автомобиля в случае выхода его из зоны покрытия оператора мобильной *GSM* связи.

Низкоорбитальные спутниковые системы, такие как «Гонец», открывают новые горизонты для связи и передачи данных в труднодоступных регионах. Они обеспечивают высокую скорость передачи информации и могут быть использованы для различных задач, включая мониторинг автотранспорта. Стоит отметить, что низкоорбитальные спутники обладают рядом преимуществ перед высокоорбитальными, такими как меньшие затраты на запуск и более высокая скорость передачи данных. Это делает их перспективными для дальнейших исследований и внедрения в области мониторинга и связи. Однако, при этом возникают определенные сложности, связанные с высотой орбиты и необходимостью использования более мощных ракет для достижения требуемой высоты.

3. Заключение

В статье была рассмотрена актуальность применения систем мониторинга автотранспортных средств на примере таких систем как «Global Tracer» и «*Mobitel*», выявлены их достоинства и недостатки. Также была рассмотрена проблема создания низкоорбитальной спутниковой системы «Гонец» и её преимущества

4. Список литературы

[1] Датчики движения: какими они бывают и какие лучше? [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://ichip.ru/sovety/ekspluataciya/datchiki-dvizheniya-kakimi-oni-byvayut-i-kakie-luchshe-847022.

OVERVIEW OF MODERN VEHICLE MONITORING SYSTEMS

Alekseeva E. E., Panitevsky A. V., Nochovny A. D., Kurbonov M. M.
Scientific adviser: Tyschuk Y. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, vehicle monitoring systems using the example of "Global Tracer" and "Mobitel" and the low-orbit satellite system "Gonets" are discussed.

РАЗРАБОТКА УМНОГО МАССАЖНОГО УСТРОЙСТВА

Алексеева Е. Е., Панитевский А. В., Тыщук Ю. Н.
Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: alekceeva2004@mail.ru

Аннотация — в статье представлена идея разработки массажера, перемещающийся по поверхности массажируемой зоны по принципу печати 3D-принтера.

1. Введение

В настоящее время у людей всё чаще появляется необходимость в курсах массажа спины и шеи. Проходить специальный курс у врача-мануала или же покупать дорогостоящие массажеры, которыми неудобно пользоваться, не самая лучшая идея. Поэтому ниже изложена идея реализации нового массажера, который сам регулирует силу нажатия и перемещение по поверхности массажируемой зоны.

2. Основная часть

3*D*-принтер перемещает печатную головку (экструдер) с помощью механизмов перемещения, состоящих из двигателей и нескольких направляющих.

Чаще всего для эффективной работы принтера достаточно трёх двигателей, обеспечивающих передвижение головки по осям *X* и *Y*, и платформы, двигающейся по вертикали (оси *Z*). [1]

Для преобразования вращательных движений роторов двигателей система дополняется шкивами, зубчатыми ремнями или валами с резьбой, которые отвечают за преобразование вращения в поступательные движения.

Крайние позиции рабочего стола и печатающей головки контролируются датчиками, которые устанавливаются в разных местах. Наиболее точными являются светодиодные датчики, фотодиоды и датчики, принцип работы которых основывается на магнитном излучении. [2]

Движение экструдера управляется встроенным контроллером, который распознаёт *G*-код, написанный специальной программой и скорректированный пользователем.

Для нашего устройства мы возьмем вместо экструдера уже разработанный ранее тип массажера – вибрационный массажер. Принцип работы вибрационного массажера заключается в создании вибрации, которая влияет на нервные окончания в коже. При этом кровеносная, лимфатическая и нервная системы дают ответную реакцию. Вибрации разной частоты заставляют мышечные волокна сокращаться и вызывают изменения в мышечных клетках, как при физических нагрузках. Таким образом, увеличивается упругость мышечной ткани и работоспособность мышц.

Массажер будет при настройке выбирать фиксировано координату на оси *Z* и в течение сеанса данная координата меняться не будет. Осуществляться процесс массажа будет за счет перемещения по осям X, Y экструдера.

Крайние позиции массажируемой поверхности будут определяться с помощью инфракрасных датчиков, так как, в отличие от светодиодных датчиков, просты и дешевы, абсолютно безопасны для человека, потому что сами ничего не излучают. Однако они плохо работают на ветру и при крайних значениях температур.[1]

Траектория движения экструдера будет определяться специальным G-кодом, который пользователь сможет задать самостоятельно.

Пример массажной насадки, которая будет использоваться вместо экструдера, представлен на Рис. 1.



Рис. 1

Ниже приведён пример программы для массажа на основе *G*-кода*:*

G21 ; переводим единицы измерения в мм
G90 ; используем абсолютные координаты
M82 ; используем абсолютную длину экструзии
M107 ; выключаем вентиляторы (на всякий случай)
M117 start ; пишем стартовое сообщение
G28 ; выход головки на начальное положение (по концевикам)
G1 Z.4 ; поднимаем головку на 0,4 мм
G92 E0 ; обнуляем положение экструдера
G1 E2 F300 ; надавливаем на поверхность на 2 мм
G1 X100 E15 F1000 ; поехали по оси X в положение 100 мм со скоростью 1000 мм/мин
G0 X150 Z5 F2000 ; поехали еще на 50 мм со скоростью 2000 без экструзии
M117 stop ; выводим сообщение
M19 ; выключаем моторы осей

3. Заключение

Для нашего массажного устройства мы планируем внести изменения в конструкцию принтера. Вместо печатающей головки будет использоваться специальный массажный элемент, который будет создавать вибрацию для воздействия на кожу. Массажный элемент будет функционировать следующим образом: он будет неподвижно установлен, а печатающая головка будет перемещаться в различных направлениях, создавая массажный эффект. Для определения областей, подлежащих массажу, будут использоваться специальные датчики, которые будут отслеживать положение поверхности, подлежащей воздействию. Массажный элемент будет перемещаться в соответствии с заданными параметрами.

4. Список литературы

[1] 3D принтеры: описание, назначение и принцип работы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://3dtool.ru/stati/kak-rabotaet-3d-printer.
[2] Difference between LED and Photodiode [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.tutorialspoint.com/difference-between-led-and-photodiode.

DESIGN OF SMART MASSAGE DEVICE

Alekseeva E. E., Panitevsky A. V., Tyschuk Y. N.
Scientific adviser: Tyschuk Y. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the idea of design a massager that moves along the surface of the massaged area according to the principle of printing a 3D printer is presented.

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ АВТОТРАНСПОРТА

Алексеева Е. Е., Панитевский А. В., Ночовный А. Д.
Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: alekceeva2004@mail.ru

Аннотация — в статье описана разработка структурной схемы системы контроля автотранспорта, которая включает в себя множество функций, таких как отслеживание местоположения, скорости, уровня топлива и мониторинг различных технических параметров автомобиля.

1. Введение

В данной статье представлена разработка структурной схемы системы контроля автотранспорта. Эта система обладает множеством функций, включая отслеживание местоположения, скорости, уровня топлива и мониторинг различных технических параметров автомобиля.

2. Основная часть

Основными компонентами системы являются блоки питания, датчики, микроконтроллеры, индикаторы, клавиатура, *GPS* и *Ethernet*. Все эти элементы взаимодействуют друг с другом, обеспечивая эффективный контроль и мониторинг состояния транспортного средства.

Структурная схема системы контроля автотранспорта приведена на рисунке 1.

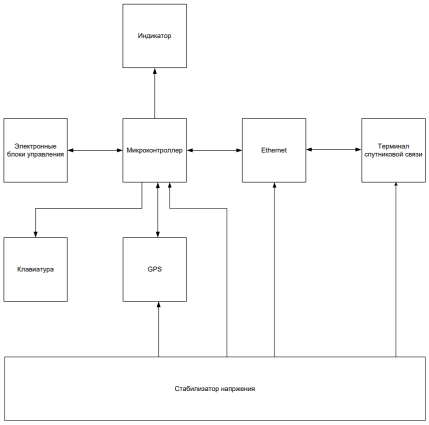


Рис. 1

Система контроля будет отслеживать местоположение, скорость, уровень топлива и другие параметры транспортных средств. Мониторинг ошибок в электронных блоках управления, оборотов двигателя, температуры и других параметров. Мониторинг вскрытия грузового отсека и сообщений о тревоге.

Элементы структурной схемы: питание, система датчиков, микроконтроллер, индикаторы режимов работы, клавиатура, система *GPS*, блок Ethernet, терминал спутниковой связи.

Блок "Стабилизатор напряжения" обеспечивает питание для необходимых блоков. Блок "Электронные блоки управления" считывает информацию и передает её через *CAN*-шину в микроконтроллер. Блок "Микроконтроллер" обрабатывает данные и передает их другим блокам. Блок "Индикаторы режимов работы" предупреждают о проблемах с автомобилем. Блок "Клавиатура" используется для ввода данных и управления функциями мониторинга. Блок "Система *GPS*" определяет местоположение и скорость с помощью спутников. Блок "Терминал спутниковой связи" собирает данные о местоположении и передает их на центральный сервер.

Описание протоколов. Протокол *CAN* обеспечивает надежную передачу данных и масштабируемость. *CAN*-шина ускоряет передачу сигналов и уменьшает количество проводов. *CAN*-шина имеет три режима работы: активный, спящий и пробуждения. *CAN*-шина находится в пластмассовом корпусе под капотом или в салоне автомобиля. CAN-шина принимает и отправляет данные в закодированном виде [1].

Описание протокола для блока *GPS*. *NMEA* 0183 - текстовый протокол связи навигационного оборудования. Сообщения передаются через последовательный интерфейс *UART*. Сообщения содержат данные о широте, долготе, скорости, курсе, времени и количестве спутников.

Структура сообщений *GPS*. Первые две буквы обозначают тип навигационной системы. Следующие 3 символа определяют формат сообщения. Запятая разделяет тело сообщения. Контрольная сумма вычисляется как *XOR* всех шестнадцатеричных кодов *ASCII* символов. В конце сообщения следуют символы перевода строки

Описание протокола *Ethernet*. Протокол Ethernet используется для локальных вычислительных сетей. Включает плату сетевого интерфейса (*NIC*), кабель *Ethernet*, коммутатор Ethernet и кадр Ethernet. *MAC*-адрес используется для идентификации устройств в сети. Протокол определяет формат кадра *Ethernet* и правила передачи данных [2].

3. Заключение

Разработана структурная схема системы контроля автотранспорта. Определены основные блоки и функциональные элементы системы. Функционал включает мониторинг и контроль параметров автомобиля. Структурная схема представляет собой иерархическую структуру с модулями и компонентами. Протоколы связи обеспечивают передачу данных между компонентами системы. Разработка структурной схемы является важным шагом в создании эффективной системы мониторинга и управления автотранспортом

4. Список литературы

[1] Протокол CAN. Описание, формат кадра, контроль ошибок [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://microtechnics.ru/protokol-can/
[2] Технология Ethernet. Обзор, описание, формат кадра [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://microtechnics.ru/tehnologiya-ethernet-obzor-opisanie-format-kadra/

DESIGN OF STRUCTURAL DIAGRAM OF MOTOR VEHICLE CONTROL SYSTEM

Alekseeva E. E., Panitevsky A. V., Nochovnyi A. D.
Scientific adviser: Tyschuk Y. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the design of a structural diagram of a vehicle control system, which includes many functions such as tracking location, speed, fuel level and monitoring of various technical parameters of the vehicle is described.

ГИДРОАКУСТИЧЕСКАЯ СЕТЬ МОНИТОРИНГА

Щекатурина Д. А., Любарец А. И., Протько А. А., Щекатурин А. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Щекатурин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: pulsonstar2011@gmail.com

Аннотация — Разработана структура буйковой сети слежения за неопознанными объектами в водном пространстве с целью улучшения качества защиты объектов, расположенных у прибрежной зоны и в ней.

1. Введение

Настоящее время уровень безопасности акватории около различных важных объектов является недостаточным [1].

Имеющееся решение проблемы — РЛС и ГЛС на кораблях и подводных лодках, а также БПЛА — не объединены в единую сеть, что снижает эффективность их работы. В настоящее время в Черноморском регионе выращивается около шести тысяч тонн мидий, из них 5—7% теряется из-за действий злоумышленников.

2. Основная часть

Для решения проблемы предлагается использовать сеть буйков с гидроакустическими датчиками.

Для определения дальности в системе применяется метод триангуляции.

Использование технологии LoRa обеспечивает сверхнизкое энергопотребление — что делает ее хорошо подходящей для устройств, которым требуется срок службы в течение 10 лет на одном заряде аккумулятора [2]. При этом обеспечивается низкая стоимость использованного оборудования, высокая емкость (тысячи конечных устройств) и большая дальность связи — до 15 км.

Ориентировочная себестоимость устройства (40-70 тыс. рублей) существенно ниже существующих аналогов.

Система может использоваться в аквакультурных фермах, береговой охране, управляющими компаниями портов, заинтересованными в повышении безопасности.

Обобщённая структурная схема элемента системы показана на рис. 1.

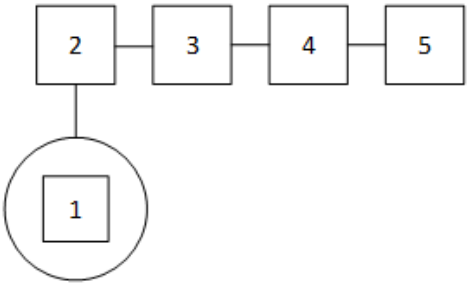


Рис.1

На рис. 1 использованы следующие обозначения: 1 — акустическая антенна, 2 — приёмник-усилитель, 3 — селектор сигналов, 4 — микроконтроллер, 5 — модуль LoRa.

Главный узел отправляет поочерёдно запросы на периферийные узлы и получает в ответ от этих узлов данные телеметрии.

На рис. 2 показана схема определения положения объекта.

При макетировании использовались платы ESP32 с радиоканалом [3, 4].

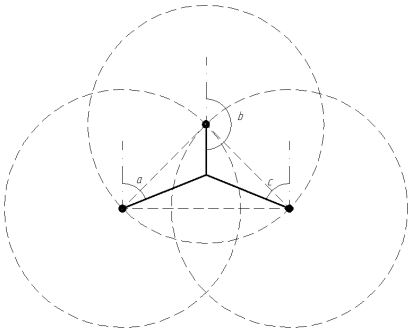


Рис. 2

Плата ESP32 содержит Wi-Fi, Bluetooth (в том числе BLE), четыре 64-битных таймера, два многоканальных АЦП, два ЦАП, драйвер сенсорных кнопок, интерфейсы SPI, I2C, I2S, UART, контроллеры Enternet, CAN, SD-карт, ИК-датчиков, многоканальные формирователи ШИМ-сигналов для управления двигателями и светодиодами, аппаратные ускорители алгоритмов шифрования AES, SHA, RSA и ECC, датчик Холла.

3. Заключение

В результате проведённого исследования можно сделать вывод, что предложенная гидроакустическая система обладает рядом преимуществ по сравнению с конкурирующими системами, позволяет уменьшить необходимые человеко-ресурсы и снизить стоимость системы примерно в 2 раза.

4. Список литературы

[1] Защита акваторий морских портов. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://atb-tsa.ru/wp-content/uploads/2022/08/Zashhita-akvatorij.pdf?ysclid=m4hhr3ji3y126522125 (дата обращение 02.09.2024).

[2] Обзор технологии LoRa. Технологии связи [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://itechinfo.ru/node/46 (дата обращение 02.09.2024).

[3] ESP32 Datasheet [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.sgbotic.com/products/datasheets/development/esp32_datasheet_en_0.pdf (дата обращение 02.09.2024).

[4] Программирование МК ESP32 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://narodstream.ru/programmirovanie-mk-esp32/ (дата обращение 02.09.2024).

HYDROACOUSTIC MONITORING NETWORK

Lyubarets A. I., Protko A. A., Shchekaturina D. A.,
Schekaturin A. A.
Scientific adviser: Schekaturin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The structure of a violent network of tracking unopened objects in the water space has been developed in order to improve the quality of protection of objects located at the inbreed zone and in it.

РАЗРАБОТКА КОНТРОЛЛЕРА ТЕПЛИЦЫ

Громоткова Л. В., Щекатурина Д. А., Щекатурин А. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Щекатурин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: pulsonstar2011@gmail.com

Аннотация — Проанализированы и описаны основные свойства умных теплиц. Разработана структурная и принципиальная схемы контроллера теплицы. Контроллер выполнен на базе модуля Arduino Uno. Разработанный контроллер теплицы позволяет осуществлять программируемый полив и подачу питательных веществ, управление освещением, температурой, влажностью и концентрацией углекислого газа.

1. Введение

Современные технологии выращивания овощей, рассады, цветов и зеленных культур требуют постоянного поддержания определенных режимов микроклимата в теплицах. Тепличное производство относится к числу наиболее энергоемких производств. В среднем затраты на обогрев теплиц составляют 40-80% от себестоимости продукции. К примеру, на обогрев 1 Га зимних теплиц расходуется более 200 тонн условного топлива в год, поэтому повышение эффективности его использования имеет важное значение [1].

В работе представлены результаты разработки контроллера теплицы, который позволяет производить регулярный полив и введение питательных веществ в почву, управление концентрацией углекислого газа, выполняет регулирование температуры и влажности, поддерживает необходимый уровень освещенности, имеет часы реального времени.

2. Основная часть

Структурная схема контроллера показана на рис. 1.

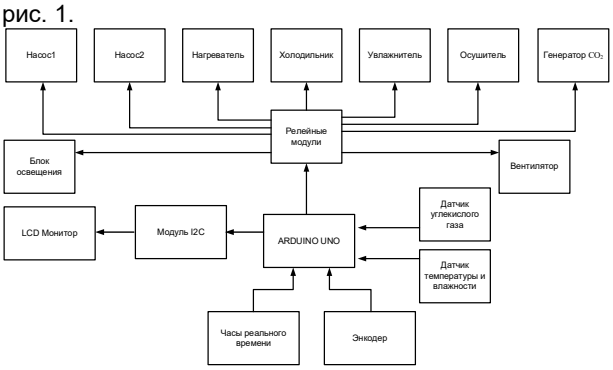


Рис. 1

Контроллер выполнен на основе модуля Arduino Uno [2]. Для отображения информации используется жидкокристаллический дисплей LCD1602. Сопряжение жидкокристаллического дисплея с модулем Arduino осуществляется с помощью адаптера, выполненного на микросхеме PCF8574T. Передача данных от Arduino к жидкокристаллическому дисплею происходит по протоколу I2C. Для управления исполнительными механизмами использованы релейные модули 1CH и 4CH. Энкодер KY-040, датчики температуры и влажности DHT11, датчик углекислого газа MQ-135, модуль часов реального времени на базе DS3231.

Контроллер выполняет следующие действия.

1. Контроль влажности от 85% до 95 % с датчиком влажности. При уменьшении влажности менее 85% включается увлажнитель воздуха и работает до тех пор, пока влажность не повысится до 95 %.
2. Контроль температуры от 22 до 24 градусов с датчиком температуры. При понижении температуры ниже 22 градусов включается обогреватель и работает до тех пор, пока температура не повысится до 24 градусов.
3. Контроль температуры от 24 до 26 градусов. При повышении температуры выше 26 градусов включается кондиционер и работает до тех пор, пока температура не понизится до 24 градусов.
4. Включение и выключение освещения по заданной программе ежедневно, например, освещение включено с 9 до 19 часов.
5. Включение вентиляции по показаниям датчика, включение вентиляции до заданной программе периодически. Например, вентилятор 10 минут работает, 2 часа выключен.
6. Насос для подачи воды включается 3 раза в день.
7. Насос для подачи питательных веществ включается 3 раза в день.
8. Если уровень углекислого газа превышает максимальная значение, включается вентилятор. Если концентрация углекислого газа меньше установленного значения, то включается электромагнитный клапан и открывается баллон с углекислым газом.

LCD индикатор отображает текущее время и выбранный режим работы.

С помощью часов реального времени задаются времена будильников, при срабатывании которых вырабатывается одиночный импульс.

3. Заключение

В результате разработан контроллер теплицы, обоснован выбор типов датчиков и схем их включения в состав контроллера, выбраны режимы работы контроллера.

4. Список литературы

[1] Микроклимат [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.lis-agro.com/30-mikroklimat.html (дата обращения 02.09.2024).
[2] Arduino Uno: характеристики, распиновка, питание платы связи [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://arduinoplus.ru/plata-arduino-uno/?ysclid=m4itzcqqjg348522759 (дата обращение 02.09.2024).

DEVELOPMENT OF A GREENHOUSE CONTROLLER

Gromotrjva L. A., Shchekaturina D. A., Schekaturin A. A.
Scientific adviser: Schekaturin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The main properties of smart greenhouses are analyzed and described. The structural and schematic diagrams of the greenhouse controller have been developed. The controller is based on the Arduino Uno module. The developed greenhouse controller allows for programmable irrigation and supply of nutrients, control of lighting, temperature, humidity, carbon dioxide concentration.

Крымский научно-технологический центр им. профессора А. С. Попова

г. Севастополь, пр. Октябрьской революции, д .23
Тел. +7(978)7452751

Организация международных научно-технических конференций, выставок, презентаций.
Полиграфическая деятельность.

Секция 4

АНТЕННЫ, УСТРОЙСТВА МИКРОВОЛНОВОЙ ТЕХНИКИ И РАДИОФОТОНИКА

СНИЖЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ В ФОТОННЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМАХ ЗА СЧЁТ ПРИМЕНЕНИЯ ГРЕБЕНЧАТЫХ ВОЛНОВОДОВ

Скрылев А. А.[1], Нежданов А. В.[1], Бобров А. И.[1], Сидоренко К. В.[1], Волков П. В.[2], Вязанкин О. С.[2]
Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук, доц. Нежданов А. В.
[1] Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского, Россия
[2] Институт физики микроструктур Российской академии наук, Россия
E-mail: skrylev@unn.ru

Аннотация — В работе проведено исследование оптических потерь в планарных волноводах с различной конфигурацией. Рассмотрены канальные и гребенчатые волноводы.

1. Введение

Фотонные интегральные схемы (ФИС), созданные на основе структур «кремний-на-изоляторе» (КНИ), полностью совместимы со стандартной микроэлектронной технологией [1]. Кроме того, кремниевые ФИС имеют меньшие топологические размеры по сравнению с другими планарными оптическими системами [2]. Благодаря этим преимуществам стало возможным появление вычислительных устройств на основе кремния, способных выполнять со скоростью света векторно-матричные преобразования над входящими когерентными оптическими сигналами [3].

На данный момент, одним из главных ограничений на создание эффективных фотонных вычислительных устройств, является наличие в ФИС высоких оптических потерь. Последние могут быть разделены на несколько основных составляющих: потери на ввод/вывод лазерного излучения в волновод; потери в самом волноводе; потери на изгибах волноводов.

Снизить влияние перечисленных факторов возможно за счёт замены геометрии волновода с канальной (рис. 1а) на гребенчатую (рис. 1б) — как предсказывает математическое моделирование, это должно позволить снизить потери на распространение лазерного излучения в рамках ФИС за счёт уменьшения эффективной площади рассеяния оптической моды на боковых стенках волноводов. Одновременно с этим возможно снизить потери на ввод/вывод излучения в ФИС за счёт использования дифракционных решеток неполного травления, изготавливаемых в едином технологическом цикле с гребенчатыми волноводами.

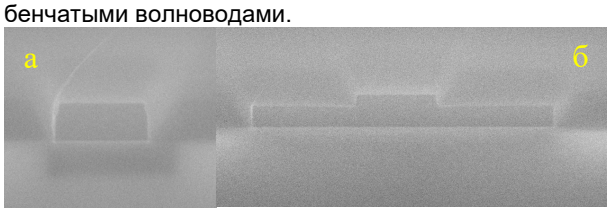


Рис. 1

2. Основная часть

Для исследования оптических потерь в канальных и гребенчатых планарных оптических волноводах были созданы тестовые структуры кремниевых ФИС. Их дизайн был определён по результатам математического моделирования. Измерение оптических потерь проводилось в схеме с вертикальным подводом оптического одномодового волокна на вводе и на выводе под углом 13° относительно вертикали. В качестве источника излучения использовался лазер с длиной волны 1560 нм.

Измерения линейных волноводов различной геометрии позволили определить характерные для них оптические потери: для канальных волноводов они составили 11,4 ± 0,2 дБ/см, для гребенчатых — 5,5 ± 0,2 дБ/см.

Представленный результат демонстрирует целесообразность применения гребенчатых волноводов в перспективных фотонных интегральных схемах.

3. Заключение

Таким образом, осуществлено изготовление по технологии «кремний на изоляторе» фотонных интегральных схем, содержащих планарные оптические волноводы в различной конфигурации. Проведены изменения оптических характеристик соответствующих структур. В результате установлено, что использование гребенчатых волноводов позволяет уменьшить оптические потери, возникающие при распространении лазерного излучения в рамках фотонной интегральной схемы.

В части математического моделирования работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, проект № *FSWR*-2022-0007. В части эксперимента исследование выполнено в рамках научной программы Национального центра физики и математики, направление № 1 «Национальный центр исследования архитектур суперкомпьютеров. Этап 2023-2025».

4. Список литературы

[1] Subbaraman, H. Recent advances in silicon-based passive and active optical interconnects / H. Subbaraman // Optics Express. — 2015. — №23 (3). — P. 2487.
[2] Baets, R. High speed phase modulators for silicon photonic integrated circuits: a role for lithium niobate? / R. Baets, B. Kuyken // Advanced Photonics. — 2019. — № 1. — P. 030502.
[3] Shen, Y. Deep learning with coherent nanophotonic circuits / Y. Shen // Nature Photonics. — 2017. — № 11. — P. 441—446.

REDUCING OPTICAL LOSSES IN PHOTONIC INTEGRATED CIRCUITS USING RIB WAVEGUIDES

Skrylev A. A.[1], Nezhdanov A. V. [1], Bobrov A. I. [1], Sidorenko K. V. [1],Volkov P. V. [2], Vyazankin O. S. [2]
Scientific adviser: Nezdanov A. V.
Lobachevsky State University, Russia
Institute for Physics of Microstructures RAS, Russia

Abstract — In the paper, optical losses in waveguides with different configurations were studied. Losses in channel and RIB waveguides were considered.

РАСЧЕТЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ МАТРИЦЫ ПЛАЗМЕННЫХ ТЕЛ ДЛЯ ОЦЕНКИ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ АНТЕНН РЛС В ДАЛЬНЕЙ ЗОНЕ

Горелов А. А., Егоров В. В.
Научный руководитель: Егоров В. В.
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Россия
E-mail: sasha.gorelov.2000@mail.ru

Аннотация — В работе рассматриваются количество и конфигурация плазменных тел, создаваемых импульсным ультрафиолетовым лазером и системой зеркал, способных наилучшим образом отразить радиосигнал. Рассмотрены основные свойства плазменной среды, влияющие на отражение сигнала и его характеристики.

1. Введение

При разработке метода контроля качества антенн РЛС с помощью отражения сигнала от матрицы плазменных тел (ПТ), как от точечных объектов, появился вопрос нахождения конфигурации и количества таких тел для получения лучшей отражательной способности плазмы. Сам этот метод функционального контроля основан на отражении от точечного объекта и астрономическом методе, где вместо отражения используется само излучение плазмы.

2. Основная часть

При расчёте конфигурации и количества ПТ нужно определить ЭПР плазмы, расстояние между ПТ и проводимость плазмы. Для упрощения задачи будем считать плазму идеальным проводником, такое можно будет утверждать, когда зондирующая частота радиолокатора ω будет меньше плазменной частоты ω_p, рассчитанной по формуле (1)

$$\omega_p = \sqrt{\frac{q_e^2 n_e}{\varepsilon_0 m_e}} \quad (1)$$

где q_e — заряд электрона; m_e — масса электрона; n_e — концентрация электронов в единицу объёма. Например, при температуре 3000К плазменная частота примерно равна 0,942 МГц. Для плазмы проводимость принято считать комплексной величиной по формуле (2)

$$G = \frac{n_e e^2}{m(\omega^2 + v_e^2)}(v_e - i\omega), \quad (2)$$

где $v_e = 4 \cdot 10^9 \sqrt{P_0}$ — частота столкновений электронов с ионами в плазме. Так как ЭПР одной ПТ слишком мала, есть необходимость расчёта ЭПР матрицы ПТ, которую, для упрощения задачи, можно считать прямоугольной пластиной. Расстояние между ПТ в матрице считаем $L = \frac{\lambda}{2}$, где λ — длина волны сигнала радиолокатора. Форма пластины ПТ для удобства будет считать квадратом, тогда ЭПР можно рассчитать

$$\sigma = \frac{8\pi a^2}{\lambda^2}, \quad (3)$$

где $a = L + 2R\sqrt{n}$ — расстояние между гриниными узнали матрицы ПТ, где n — количество ПТ.

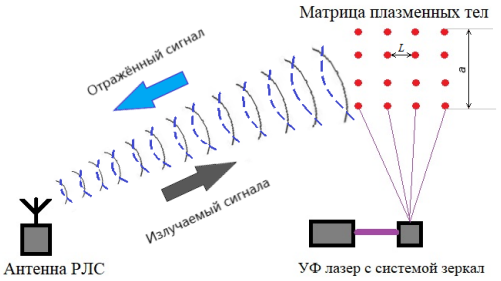


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, было выявлено, что для использования в качестве отражателя сигнала матрицу ПТ, необходимо, чтобы частота электронно-ионного столкновения была ниже частоты плазмы.

Выявлена зависимость отражательной способности матрицы плазменных образований при различных их конфигурациях и количестве. И выбраны оптимальные с учётом затрат на их создания и поддержания параметры этих тел.

4. Список литературы

[1] Шевяков, И. А. Радиофизические свойства столкновительной плазмы газового разряда / И. А. Шевяков, В. И. Тамбовцев, А. А. Кучуркин // Вестн. Южно-Уральского гос. ун-та. Сер. «Математика. Механика. Физика». — 2013. — Т. 5. — № 1. — С. 100—106.

[2] Горелов, А. А. Способ осуществления функционального контроля антенны БРЛС с помощью матрицы плазменных образований / А. А. Горелов, М. К. Золотенкова // Девятая Всерос. молодеж. науч.-технич. конф. «КОЛАЧЁВСКИЕ ЧТЕНИЯ». — 2024. — С. 86—87.

[3] Ширяев, А. М. Методы контроля качественных показателей активных фазированных антенных решеток / А. М. Ширяев, Г. В. Сбитнев // Век качества. — 2014. — Т. 1. — № 1. — С. 68—72.

CALCULATIONS OF THE GEOMETRIC STRUCTURE OF MATRIX OF PLASMA BODIES FOR EVALUATION OF RADIATION PATTERN OF RADAR ANTENNA IN THE FAR ZONE

Gorelov A. A., Egorov V. V.
Scientific adviser: Egorov V. V.
Moscow Aviation Institute (national research university), Russia

Abstract — In the paper, the number and configuration of plasma bodies created by a pulsed ultraviolet laser and a system of mirrors capable of best reflecting a radio signal are considered. The main properties of the plasma medium affecting the reflection of the signal and its characteristics are considered.

СИСТЕМА ОЦЕНКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ БОРТОВОЙ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ АНТЕННЫ

Золотенкова М. К., Матвеев А. М.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Матвеев А. М.
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Россия
E-mail: avelene77@mail.ru

Аннотация — Данная статья посвящена разработке метода контроля антенн авиационных бортовых радиолокационных средств. Так как разрабатываемый метод основан на принципе обработки диаграммы направленности антенны, то особый акцент в работе уделен исследованиям влияния механических повреждений на изменение диаграммы направленности в задней полусфере.

1. Введение

При современном стремительном развитии авиации возрастает необходимость повышения надежности авиационного оборудования, в частности бортовых РЛС. На данный момент каждый блок БРЛС оснащен системой контроля, но именно антенны являются исключением.

Существует проблема отсутствия достаточно простых методов контроля состояния антенны БРЛС. В связи с этим была предложена система контроля, основанная на исследовании состояния задних и боковых лепестков диаграммы направленности, в следствии чего мы сможем судить о состоянии основного лепестка.

2. Основная часть

Для подтверждения гипотезы, что механические повреждения антенны могут нанести достаточный ущерб были проведены исследования в системе моделирования CST microwave studio.

Для исследований была выбрана рупорная антенна, т. к. она имеет достаточно устойчивую ДН при различного рода повреждениях, а также является простой в моделировании. Были промоделированы следующие варианты: рупор с изгибом стенки; рупор с царапиной; рупор, засоренный мокрым песком (рис. 1) рупор с нарушением сварного шва (рис. 2).

Данные повреждения интересны тем, что могут отражать как неисправности, возникшие при изготовлении антенны, так и полученные в результате эксплуатации.

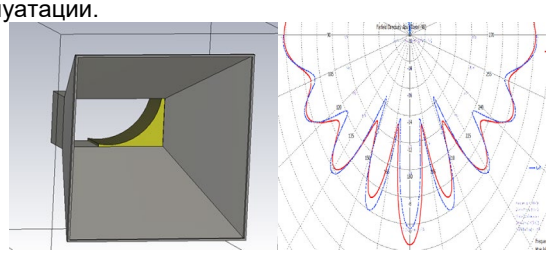


Рис. 1

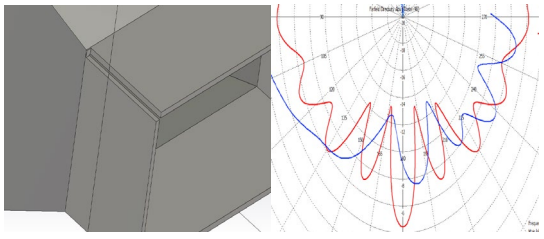


Рис. 2

Частота антенны — 7 ГГц, материал — PEC. На рисунках представлены модели антенны и графики ДН, где красный график — ДН антенны без внесенных нарушений, синий график — ДН антенны с внесенным нарушением.

Анализ результатов.

1. Рупор с изгибом левой стенки. При данном виде повреждения можно заметить уменьшение уровня задних лепестков приблизительно на 1 Дб. Но стоит отметить, что направление основного лепестка смещается, что является важным аспектом.

2. Рупор с царапиной. Данное повреждение не приводит к изменению уровня боковых лепестков передней полусферы, но уровень заднего лепестка изменяется на 1 Дб.

3. Рупор, засоренный песком. При данном виде повреждения происходит смещение основного лепестка. Так же незначительно уменьшается уровень боковых передней полусферы. Уменьшается уровень лепестков задней полусферы.

4. Рупор с нарушением сварного шва волновода. Можно пронаблюдать сильное разрушение всех лепестков задней полусферы, уменьшение уровня на 4 Дб. Передний лепесток раздваивается.

Было проведено моделирование и других нарушений, но в силу ограниченного формата статьи был представлены только некоторые варианты.

3. Заключение

В ходе проведенного исследования можно отметить, что основное влияние на диаграмму направленности из рассмотренных вносят именно механические повреждения волновода. Происходит раздваивание основного лепестка передней полусферы, что крайне негативно влияет на формирование радиолокационного изображения.

Помимо этого, сильное влияние вносит засорение рупора песком, данное повреждение не требует демонтажа антенны и может быть легко исправлено при ремонте в условиях ангара.

Проведенные исследования подтверждают необходимость дальнейшей работы. В перспективе планируются работы по моделированию других типов антенн, а также проработка математических и конструкторских аспектов данного метода.

THE SYSTEM FOR EVALUATING THE PERFORMANCE OF ON-BOARD RADAR ANTENNAS

Zolotenkova M. K., Matveev A. M.
Scientific adviser: Matveev A. M.
Moscow Aviation Institute (national research university), Russia

Abstract — The paper is devoted to the development of a method for monitoring aeronautical airborne radar antennas. Since the method being developed, based on the principle of processing the antenna radiation pattern, special emphasis in the work is given to studies of the effect of mechanical damage on the change in the radiation pattern in the rear hemisphere.

РАЗРАБОТКА ШИРОКОПОЛОСНОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ СКАНИРУЮЩЕЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ

Косак Р. Э., Репенко Т. К., Флейтенг В. А., Орлова В. В., Синанян К. А., Китайский М. С.
Научный руководитель: канд. техн. наук Китайский М. С.
Передовая Инженерная Школа «Инженерия киберплатформ» ЮФУ, Россия
E-mail: kosak@sfedu.ru

Аннотация — Рассмотрена конструкция широкополосного двухполяризационного дипольного излучателя (ДИ) антенных решеток базовых станций (БС), работающего в диапазоне 806–960 МГц для систем LTE и 2G. Определена конфигурация излучателя и исследованы его характеристики излучения.

1. Введение

Постоянное развитие мобильных технологий требует непрерывного совершенствования устройств беспроводной связи. Значительная часть имеющихся сетей БС в мире все еще основана на стандартах LTE и 2G. Следовательно, разработка конструкций ДИ, работающих в диапазонах 850, 900 МГц (LTE) и 890-960 МГц (2G) является актуальной задачей [1—3].

Целью данной работы является разработка и исследование характеристик излучения ДИ сканирующей антенной решетки (АР) для работы в диапазоне рабочих частот 806–960 МГц. Излучатель рассчитан в составе линейной бесконечной антенной решетки.

2. Основная часть

Исследуемый элемент состоит из двух пар ортогональных ДИ, попарно возбуждаемых коаксиальными линиями. Излучатели располагаются над отражающим экраном (рис. 1).

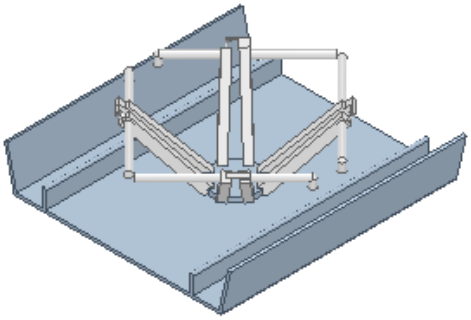


Рис. 1

Характеристики излучения разработанного ДИ в диапазоне 760-1000 МГц — КСВН и КУ — представлены на рис. 2-3, соответственно. Характеристики излучения приведены в режиме сканирования в секторе углов ±10°, где 0° (—), ±5° ( ), ±10° (– –).

КСВН

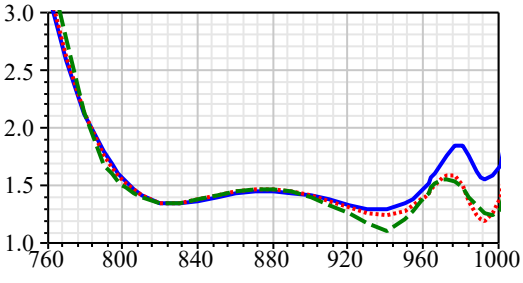


Рис. 2 f, МГц

КУ

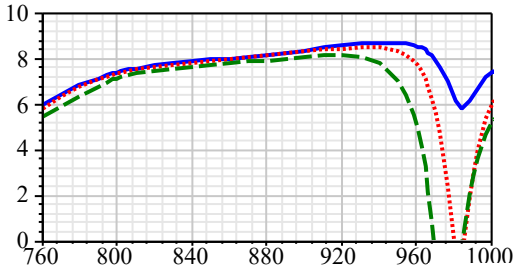


Рис. 3 f, МГц

Согласно рис. 2, диапазон рабочих частот ДИ по уровню КСВН ≤ 1,5 в режиме сканирования в секторе углов ±10° составляет 806-960 МГц, чему соответствует коэффициент перекрытия ≈ 1,2. КУ в диапазоне рабочих частот располагается от 4,0 до 8,8 дБ, как видно из рис. 3.

3. Заключение

Разработана конструкция излучателя АР и исследованы его характеристики в составе АР в режиме сканирования. Определено, что в режиме сканирования в секторе углов ±10° относительно нормали рабочий диапазон частот по уровню КСВН ≤ 1,5 составляет 806-960 МГц. В диапазоне рабочих частот КУ в направлении нормали располагается от 4,0 до 8,8 дБ.

Работа выполнена при поддержке студенческого научно-исследовательского проекта по Гранту 4L/22-04-ПИШ СТУД-02 ПИШ ЮФУ в г. Таганрог.

4. Список литературы

[1] A Compact Dual-Broadband Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) Indoor Base Station Antenna for 2G/3G/LTE Systems / Y. Zhao, C. Rakluea, T. Hongnara, S. Chaimool // IEEE Access. — 2019. — Vol. 7. — P. 82238—82245.

[2] Pradana, B. J. Profiling subscriber dynamic database of mobile communication of LTE network co-exist with 2G and 3G network / B. J. Pradana // 2017 Int. Conf. on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications (ICRAMET), Jakarta, Indonesia. — 2017. — P. 118—123.

[3] Kathrein [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://kathrein.com/en/ (дата обращения: 01.07.2024).

DESIGN OF BROADBAND RADIATOR OF SCANNING ANTENNA ARRAY

Kosak R. E., Repenko T. K., Flejteng V. A., Orlova V. V., Sinanyan K. A., Kitajskij M. S.
Scientific adviser: Kitajskij M. S.
Advanced Engineering School
“Cyber Platform Engineering” SFU, Russia

Abstract — The design of a broadband dual-polarization dipole radiator (DR) for base station (BS) antenna arrays operating in the 806—960 MHz frequency range for LTE and 2G systems is considered. The configuration of the radiator was determined and its radiation characteristics were studied.

ДВУХПОЛЯРИЗАЦИОННЫЙ ИЗЛУЧАТЕЛЬ ЛИНЕЙНОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ

Флейтенг В. А., Орлова В. В., Косак Р. Э., Репенко Т. К., Синанян К. А., Китайский М. С.
Научный руководитель: канд. техн. наук Китайский М. С.
Передовая Инженерная Школа «Инженерия киберплатформ» ЮФУ, Россия
E-mail: kosak@sfedu.ru

Аннотация — Рассмотрена конструкция двухполяризационного дипольного излучателя (ДИ) антенных решеток базовых станций (БС), работающего в диапазоне 1770—2740 МГц для систем связи. Определена конфигурация излучателя и исследованы его характеристики излучения.

1. Введение

Постоянное развитие мобильных технологий требует непрерывного совершенствования устройств беспроводной связи. Разработка конструкций ДИ, работающих в диапазонах 1770—2740 МГц, является актуальной задачей [1-2].

Целью данной работы является разработка и исследование характеристик излучения ДИ антенной решетки (АР) для работы в диапазоне рабочих частот 1770—2740 МГц. Излучатель рассчитан в составе линейной бесконечной антенной решетки.

2. Основная часть

Исследуемый элемент состоит из двух пар ортогональных ДИ, попарно возбуждаемых коаксиальными линиями. Излучатели располагаются над отражающим экраном (рис. 1).

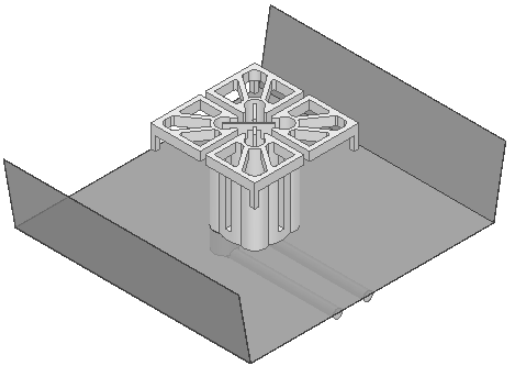


Рис. 1

Характеристики излучения разработанного ДИ в диапазоне 1770—2740 МГц — КСВН и КУ — представлены на рис. 2—3, соответственно.

КСВН

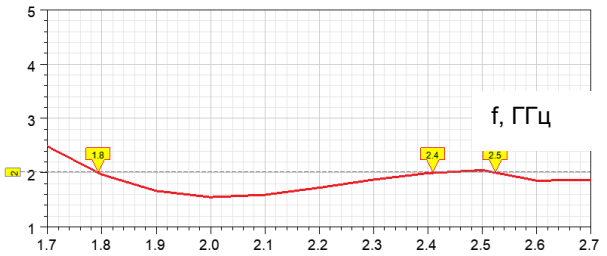


Рис. 2

КУ

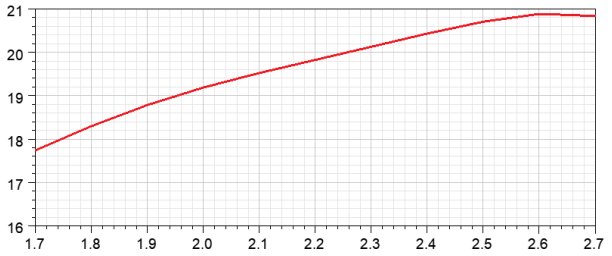


Рис. 3

Согласно рис. 2, диапазон рабочих частот ДИ по уровню КСВН ≤ 2 в 1770—2700 МГц, чему соответствует коэффициент перекрытия ≈ 1,5. КУ в диапазоне рабочих частот располагается от 17,9 до 20,8 дБ, как видно из рис. 3.

3. Заключение

Разработана конструкция излучателя АР и исследованы его характеристики в составе АР. Определено, что рабочий диапазон частот по уровню КСВ ≤ 2 составляет 1770—2700 МГц. В диапазоне рабочих частот КУ в направлении нормали располагается от 17,9 до 20,8 дБ.

Работа выполнена при поддержке студенческого научно-исследовательского проекта по Гранту 4L/22-04-ПИШ СТУД-02 ПИШ ЮФУ в г. Таганрог.

4. Список литературы

[1] A Miniaturized Base Station Antenna With Novel Phase Shifter for 3G/LTE Applications / Y. He [et al.] // IEEE Access. — 2018. — Vol. 6. — P. 52877—52888. — Doi: 10.1109/ACCESS.2018.2866482.

[3] Kathrein [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://kathrein.com/en/ (дата обращения: 01.07.2024).

DUAL-POLARISATION RADIATOR OF A LINEAR ANTENNA ARRAY

Fleyteng V. A., Orlova V. V., Kosak R. E.,
Repenko T. K., Sinanyan K. A., Kitajskij M. S.
Scientific adviser: Kitajskij M. S.
Advanced Engineering School
“Cyber Platform Engineering” SFU, Russia

Abstract — The design of a dual-polarisation dipole radiator (DR) of base station (BS) antenna arrays operating in the 1770—2740 MHz range for communication systems is considered. The transmitter configuration is determined and its radiation characteristics are investigated.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОХОДНОГО ФАЗОВРАЩАТЕЛЯ В ПОЛОСКОВОМ ИСПОЛНЕНИИ

Орлова В. В., Флейтенг В. А., Репенко Т. К., Косак Р. Э., Синанян К. А., Китайский М. С.
Научный руководитель: канд. техн. наук Китайский М. С.
Передовая Инженерная Школа «Инженерия киберплатформ» ЮФУ, Россия
E-mail: valnazarova@sfedu.ru

Аннотация — Рассмотрена конструкция проходного фазовращателя в полосковом исполнении для антенных решеток базовых станций (БС), работающего в диапазоне 2000—2700 МГц. Определена конфигурация фазовращателя и исследованы его характеристики передачи.

1. Введение

Постоянное развитие мобильных технологий требует непрерывного совершенствования устройств беспроводной связи. Значительная часть имеющихся сетей БС в мире. Следовательно, разработка конструкций фазовращателей является актуальной задачей для систем связи [1].

Целью данной работы является разработка и исследование характеристик передачи и согласования фазовращателя для сканирующих антенных решеток для работы в диапазоне рабочих частот 1930—2700 МГц.

2. Основная часть

Исследуемый фазовращатель содержит фазосдвигающий элемент с электрическими выводами управления фазой, имитирует установленную в отрезке волновода микрополосковую линию. Корпус выполнен из идеально проводящего материала, выполняющего роль экрана. (рис. 1).

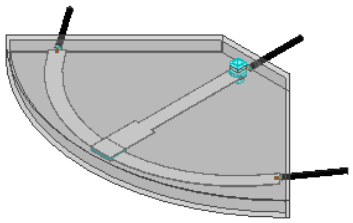


Рис. 1

Характеристики передачи и согласования разработанного фазовращателя в диапазоне 1930—2700 МГц — КСВН и S-параметры — представлены на рис. 2—3, соответственно. Характеристики передачи фазовращателя приведены на рис.3, где $S_{1,1}$(——), $S_{2,1}$ (——), $S_{3,1}$ (·····).

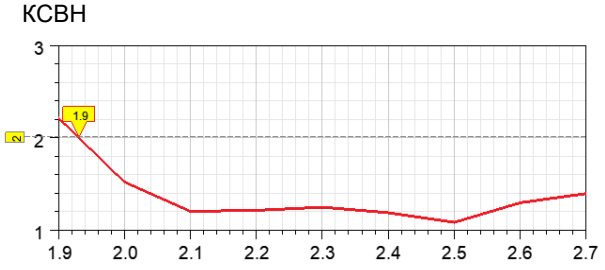


Рис. 2

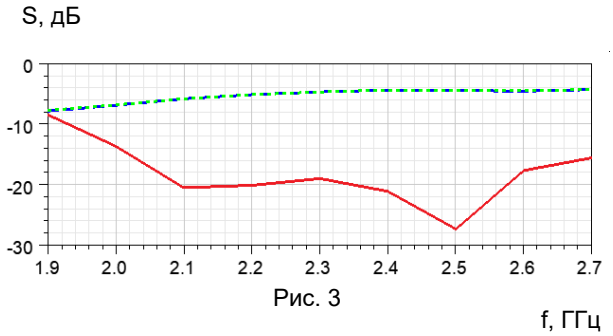


Рис. 3

Согласно рис. 2, диапазон рабочих частот фазовращателя по уровню КСВН ≤ 2 составляет 1930—2700 МГц. Коэффициент отражения $S_{1,1}$ в полосе частот составляет менее –10 дБ, коэффициенты передачи $S_{2,1}$ и $S_{3,1}$ в полосе частот составляет от – 7 дБ до –4 дБ рис. 3.

3. Заключение

Разработана конструкция проходного фазовращателя в полосковом исполнении и исследованы его характеристики. Определено, что рабочий диапазон частот по уровню КСВ ≤ 2 составляет 1930—2700 МГц. Коэффициент отражения $S_{1,1}$ в полосе частот составляет менее –10 дБ, коэффициенты передачи $S_{2,1}$ и $S_{3,1}$ в полосе частот составляет от – 7 дБ до –4 дБ.

Работа выполнена при поддержке студенческого научно-исследовательского проекта по Гранту 4L/22-04-ПИШ СТУД-02 ПИШ ЮФУ в г. Таганрог.

4. Список литературы

[1] Kathrein [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://kathrein.com/en/ (дата обращения: 01.07.2024).

NUMERICAL STUDY OF THE PASS-THROUGH PHASE SHIFTER IN STRIP DESIGN

Orlova V. V., Fleyteng V. A. Repenko T. K., Kosak R. E.,
Sinanyan K. A., Kitajskij M. S.
Scientific adviser: Kitajskij M. S.
Advanced Engineering School
“Cyber Platform Engineering” SFU, Russia

Abstract — In the paper, the design of pass-through phase shifter in a strip design for antenna arrays of base stations (BS), operating in the range of 2000—2700 MHz, is considered. The configuration of the phase shifter is determined and its characteristics are investigated transmissions.

СОВМЕЩЕННЫЙ ДВУХДИАПАЗОННЫЙ ИЗЛУЧАТЕЛЬ ЛИНЕЙНОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ

Репенко Т. К., Косак Р. Э., Орлова В. В., Флейтенг В. А. Синанян К. А., Китайский М. С.
Научный руководитель: канд. техн. наук Китайский М. С.
Передовая Инженерная Школа «Инженерия киберплатформ» ЮФУ, Россия
E-mail: penkovskaya@sfedu.ru

Аннотация — В данной статье рассматривается электродинамическая модель совмещенного двухдиапазонного излучателя линейной антенной решетки. Приведены результаты расчета характеристик совмещенного двухдиапазонного излучателя.

1. Введение

В настоящее время стоит актуальным вопрос разработки антенных систем сотовой связи. В таких системах используются различные комбинации излучателей в виде линейных антенных решеток. В качестве излучателей линейной антенной решетки чаще всего выбираются дипольные антенны. В данной работе приводится модель совмещенного двухдиапазонного излучателя линейной антенной решетки.

2. Основная часть

Разработана электродинамическая модель совмещенного двухдиапазонного излучателя линейной антенной решетки. Данная модель является возможным вариантом реализации излучателя, для конструкции антенной решетки, представленной в патенте [1].

На рис. 1 представлен вид электродинамической модели совмещенного излучателя антенной решетки, работающего в двух диапазонах частот.

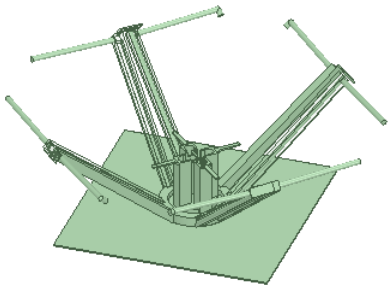


Рис. 1

Рассматриваемый излучатель представляет собой совокупность пары скрещенных высоко частотных вибраторов и четырех низкочастотных вибраторов, возбуждаемых поперечно синфазно. Совмещенный излучатель линейной антенной решетки формирует поле излучателя на двух ортогональных поляризациях в низкочастотной и высокочастотной частях рабочего диапазона частот.

На рис. 2 приведены частотные характеристики КСВ для каждого входа. При этом на рисунке 2 входы первый (—), второй (- - -), третий (· · ·) и четвертый (— —) соответствуют низкочастотным излучателям, а пятый (- - -) и шестой (·····) принадлежат высокочастотному излучателю.

На рис. 3 приведена частотная характеристика коэффициента усиления совмещенного двухдиапазонного излучателя линейной антенной решетки.

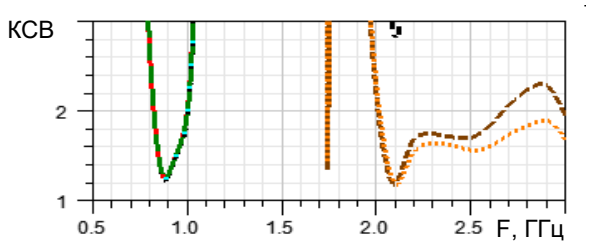


Рис. 2

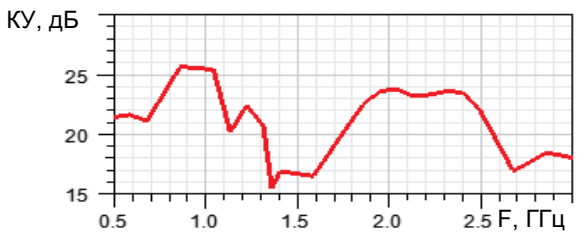


Рис. 3

Из графиков видно, что рассмотриваемый излучатель обеспечивает работу в линейной антенной решетки по уровню КСВН не более 2 в частотных диапазонах от 0,82 до 1,00 ГГц и от 2,01 до 2,67 ГГц, а коэффициент усиления в направлении максимального излучения в этих диапазонах частот составляет не менее 20 дБ.

3. Заключение

Таким образом, был разработан совмещенный двухдиапазонный излучатель для линейной антенной решетки. Представленный излучатель имеет рабочие полосы частот по КСВН не более 2 от 0,82 до 1,00 ГГц и от 2,01 до 2,67 ГГц. КУ представленного излучателя в направлении максимума в рабочих диапазонах частот составляет от 20 дБ до 26 дБ.

Работа выполнена при поддержке студенческого научно-исследовательского проекта по Гранту 4L/22-04-ПИШ СТУД-02 ПИШ ЮФУ в г. Таганрог.

4. Список литературы

[1] Pat. № 6339407 US, H01Q 21/26 B1. Antenna Array with SeveraL Vertically Superposed primary Radiator modules : № PCT/EP99/03483 : stated 20.06.1999 : published. 15.01.2002 / Roland Gadriel, Maximilian Gottl – 11 p.

THE COMBINED DUAL-BAND RADIATOR OF LINEAR ANTENNA ARRAY

Repenko T. K., Kosak R. E., Orlova V. V., Fleiteng V. A.,
Sinanyan K. A., Kitajskij M. S.
Scientific adviser: Kitajskij M. S.
Advanced Engineering School
“Cyber Platform Engineering” SFU, Russia

Abstract — In the paper, the electrodynamic model of a combined dual-band radiator in a linear antenna array is examined. The results of calculating the characteristics of the combined dual-band radiator are presented.

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ МИКРОПОЛОСКОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Палаев С. В., Литовский А. В., Палаев И. С.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Палаев С. В.
Черноморское высшее военно-морское орденов Нахимова и Красной Звезды училище имени П. С. Нахимова, Россия
E-mail: spalaiev@yahoo.com

Аннотация — Рассмотрены и показаны широкие возможности использования микрополосковой технологии в компонентах и устройствах СВЧ диапазона.

1. Введение

Микрополосковые линии были впервые предложены в 1952 г. С тех пор они были значительно улучшены с технологической точки зрения и получили массовое распространение [1].

2. Основная часть

Микрополосковые линии — линии передачи планарного типа, у которых проводящая полоска отделена от заземляющего слоя диэлектрической подложкой. Отдельные компоненты и устройства, например, антенны, фазовращатели, антенные переключатели, разъёмы, фильтры и делители мощности формируются из металлических структур, нанесённых на подложку. Благодаря этому микрополосковые линии более лёгкие, компактные и доступные, чем другие типы линий передач [1].

Так на рис. 1 представлена антенная решётка 2×2 с параллельно-последовательным питанием, работающая на частоте 10 ГГц (исходным элементом является одноэлементная прямоугольная патч-антенна).

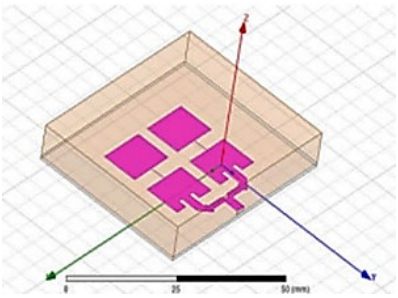


Рис. 1

На рис. 2 показан дискретный СВЧ-фазовращатель проходного типа в микрополосковом исполнении с использованием фрактальных линий Гильберта на переключающих элементах *p-i-n*-диодах в диапазоне частот 430—470 МГц.

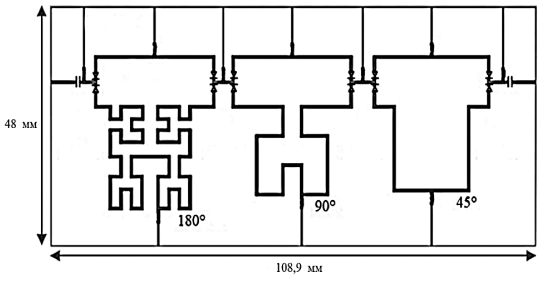


Рис. 2

На рис. 3 изображена топология ступенчатого фильтра нижних частот 5 порядка, работающего на частоте 2 ГГц (размеры топологии 39,8 х 6,6 мм).

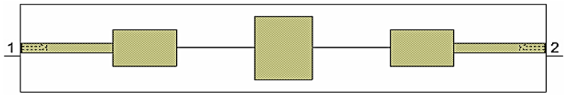


Рис. 3

На рис. 4 продемонстрирована топология микрополоскового встречноштыревого полосно-пропускающего фильтра 6 порядка с полосой пропускания 11,0—14,5 ГГц (размеры топологии 8,85 х 3,3 мм).

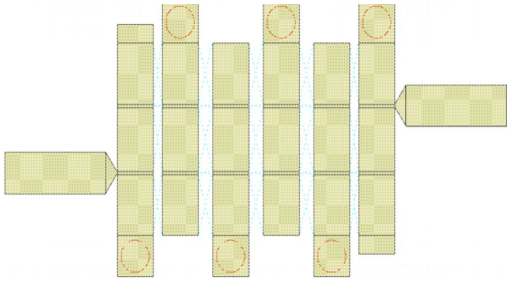


Рис. 4

Преимущества микрополосковой технологии:

— миниатюризация и уменьшения веса, упрощения конструкции;

— снижение стоимости материалов и сборки;

— микрополосковые линии допускают ряд вариантов дизайна, включая трассировку на разных слоях и включение изгибов и углов;

— микрополосковые линии — надёжный выбор для высокочастотных приложений.

В тоже самое время, микрополосковые линии чувствительны к излучению и помехам от внешних источников, что может привести к искажению и ухудшению сигнала.

3. Заключение

Таким образом, использование микрополосковой технологии в компонентах СВЧ диапазона позволяет сделать конструкцию таких устройств доступными, легкими в реализации. При этом, пакеты программ систем автоматизированного проектирования реально значительно облегчают работу при проектировании СВЧ-компонентов и устройств [2].

4. Список литературы

[1] Таланов, А. Микрополосковые фильтры / А. Таланов // Электронные компоненты. — 2019. — № 5. — С. 15—17.

[2] Разевиг В. Д. Проектирование СВЧ устройств с помощью MicrowaveOffice / В. Д. Разевиг, Ю. В. Потапов, А. А. Курушин ; под ред. В. Д. Разевига. — М. : СОЛОН-Пресс, 2003. — 496 с.

ON THE ISSUE OF THE APPLICATION OF MICROSTRIP TECHNOLOGY

Palaev S. V., Litovskii A. V., Palaev I. S.
Scientific adviser: Palaev S. V.
Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov; Russia

Abstract — The wide possibilities of using microstrip technology in microwave components and devices are considered.

АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК ДИСКОКОНУСНОЙ АНТЕННЫ ОТ КОНФИГУРАЦИИ ЕЁ ЭЛЕМЕНТОВ

Иванюк Т. А.
Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: drimov.serafim@bk.ru

Аннотация — В статье рассматривается зависимость характеристик дискоконусной антенны от структуры ее излучателя. Приведены графики, отражающие зависимости характеристик дискоконусной антенны от количества используемого материала.

1. Введение

Для передачи и приема радиоволн в различных направлениях таких как радиосвязь, радиолокация, радионавигация и спутниковая связь используются дискоконусные антенны. Эти антенны обладают широкой полосой пропускания и хорошей направленностью излучения. Целью исследования являлось определение минимально возможного количества использованного материала при сохранении работоспособности и приемлемых характеристик рассматриваемой антенны.

2. Основная часть

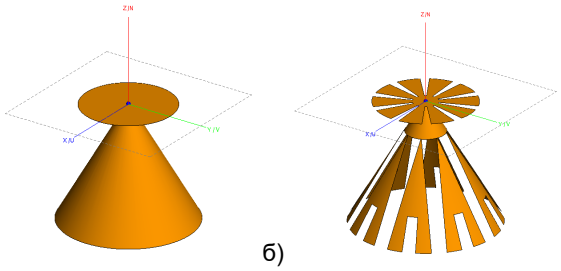
В работе проводился анализ дискоконусной антенны, работающей в диапазоне частот от 2,4 ГГц до 7 ГГц (рис. 1а).

Для определения минимального количества материала, при котором возможно сохранение работоспособности и приемлемых характеристик рассматриваемой антенны было необходимо проанализировать изменения характеристик антенны при добавлении вырезов в обеих частях антенны и по отдельности в каждой. На первом этапе менялось количество вырезов в конусной части антенны с фиксированным размером промежутков между материалом, пока не было достигнуто предельное значение. На втором этапе увеличивалось количество вырезов в дисковой части антенны, при этом отслеживалась зависимость от ширины и количества «лепестков», пока не было достигнуто предельное значение. На третьем этапе проводилось добавление вырезов с ровными промежутками в конусную часть антенны, а не расширяющихся к основанию конуса, как в первом случае. На четвертом этапе в уже оставшиеся «лепестки» металла в нижней части были добавлены небольшие вырезы. На пятом этапе было принято решение объединить случай с вырезами в дисковой и в конусной части антенны, чтобы добиться улучшения характеристик (рис. 1б).

Большее количество различных вариантов вырезов в конусной части антенны производилось, так как в ходе исследований было выяснено, что влияние вырезов в конусной части антенны на вид характеристик сильнее, чем влияние вырезов в дисковой части.

Геометрические размеры антенны, следующие: диаметр диска 25,5 мм, расстояние между дисковой и конусной частью 0,53 мм, высота конуса 30,67 мм, диаметр вершины конуса 1,8 мм, диаметр основания конуса 37,2 мм и угол между основанием и стороной конуса 60°.

На рис. 2 представлен график зависимости КСВ дискоконусной антенны для четырех случаев: отсутствие вырезов, вырезы в дисковой и в конусной части антенны, десять вырезов в дисковой части и четырнадцать вырезов в конусной части антенны.



а) б)

Рис. 1

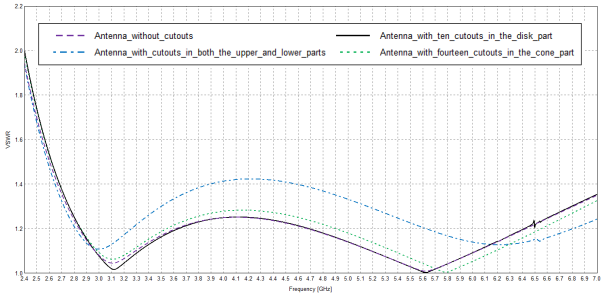


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, рассмотрена зависимость характеристик антенны от количества используемого маетриала и структуры излучателя. Было определено необходимое соотношение количества материала и выходных характеристик антенны.

Выявлено, что наилучший КСВ антенны, то есть достаточно небольшое значение и широкая рабочая полоса частот достигается в случае вырезов в обеих частях антенны с дополнительными вырезами в каждом из «лепестков» у основания конусной части.

4. Список литературы

[1] Карл, Р. К. Антенны / Р. К. Карл — М. : Энергия, 1969. — 314 с.
[2] Волынцев, Ю. Н. Дискоконусные антенны и устройства / Ю. Н Волынцев. — М. : Связь, 1990. — 200 с.
[3] Головин, В.В. Проектирование радиофотонных диаграммо образующих схем фазированных антенных решеток в микроволновой САПР AWR DE / В. В. Головин, Ю. Н. Тыщук, М. Е. Белкин, М. О. Ткаченко // Журнал радиоэлектроники. — 2022. — № 11. — С. 1—12.

ANALYSIS OF THE DEPENDENCE OF CHARACTERISTICS OF DISCONE ANTENNA ON CONFIGURATION OF ITS ELEMENTS

Ivanyuk T. A.
Scientific adviser: Tyshchuk Y. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the dependence of the characteristics of a discone antenna on the structure of its emitters is considered. Graphs, showing the dependence of the characteristics of a discone antenna on the amount of used material, are presented.

АНТЕННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ЦИФРОВОГО СКАНИРУЮЩЕГО ПЕЛЕНГАТОРА

Иванюк Т. А., Филиппов М. Д., Тыщук Ю. Н., Беленко М. С.
Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: drimov.serafim@bk.ru

Аннотация — В статье рассматриваются основные принципы работы пеленгаторов. Было разработано две кольцевые антенные решётки для цифрового сканирующего пеленгатора с 11 и 12 излучателями.

1. Введение

На сегодняшний день существует ряд технических и научных задач, связанных с улучшением систем пеленгации. Основные проблемы включают в себя необходимость повышения точности определения направления на источники сигналов, улучшение антенных систем и адаптация к современным стандартам связи. Целью исследования является разработка антенной системы цифрового сканирующего пеленгатора, отвечающего высоким стандартам в области связи и навигации.

2. Основная часть

Для определения направления на источник излучения в пеленгаторе используется метод корреляционного интерферометра, работающий по принципу вычисления пеленга на основе разности фаз сигналов на элементах антенной решётки [1].

Для построения антенной системы пеленгатора использовалась кольцевая антенная решётка с дискоконусными излучателями (рис. 1) [2]. Для обеспечения диапазонности антенная система пеленгатора разбита на две решётки, работающих в диапазонах 0,5—1,3 ГГц (АР1) и 1,3—3 ГГц (АР2).

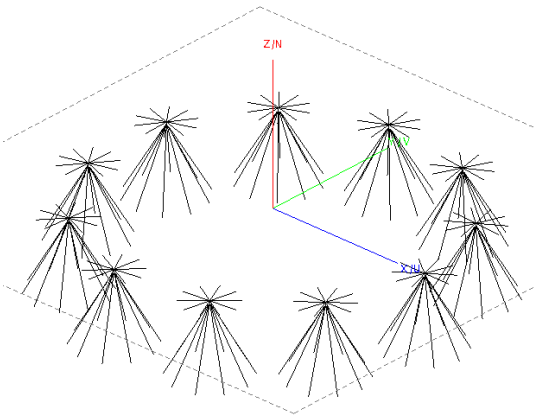
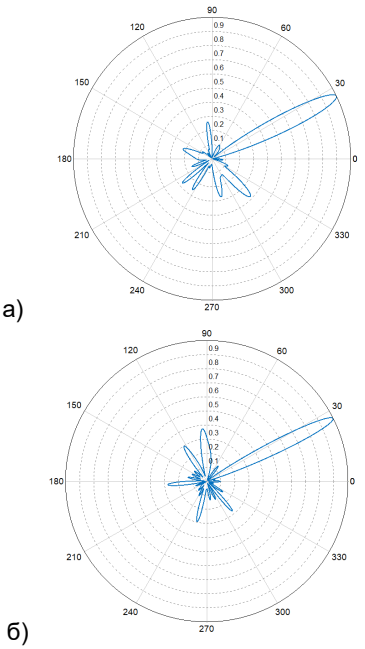


Рис. 1

Задача определения направления прихода электромагнитной волны при расчёте решалась в два этапа.

Первый этап — определение сдвига фаз тока на выходе каждого из излучателей. При этом антенная решётка работает в режиме приёма. Облучает антенну диполь, отнесённый на 1000 м.

Второй этап — определение направления прихода электромагнитной волны. Для этого антенная решётка рассчитывается как передающая, при этом на вход каждого излучателя подаются напряжения с амплитудами 1 В и сдвигами фаз, определёнными в первом этапе. Максимум диаграммы направленности, в данном случае, показывает направление прихода электромагнитного излучения. На рис. 2а показана диаграмма направленности АР1 на частоте 1,3 ГГц, на рис. 2б — АР2 на частоте 3 ГГц. В обоих случаях источник излучения смещён относительно оси OX на 26°.



а)

б)

Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, в статье были рассмотрены основные принципы работы пеленгаторов, особенности их антенных систем.

Также было разработано две антенные системы для цифрового сканирующего пеленгатора, кольцевая фазированная решётка с 11 излучателями диаметром 0,8 метра. Для второй решётки взяли все идентичное кроме количества излучателей и диаметра кольца, а именно излучатели в количестве — 12 штук. Диаметр кольца — 0,4 метра.

4. Список литературы

[1] Снегур, Д.А. Разработка фазированной антенной решётки для системы связи пятого поколения диапазона ниже 6 ГГЦ / Снегур Д.А., Щекатурин А.А. // Наноиндустрия. 2020. — № S96-2. — С. 704—707.

[2] Беневенцев, В. И. Фазированные антенные решетки: теория и применение / В. И. Беневенцев. — М. : Радио и связь, 2008. — 115 с.

ANTENNA SYSTEM FOR DIGITAL SCANNING DIRECTION FINDER

Ivanyuk T. A., Filippov M. D., Tyschuk Y. N., Belenko M. S.
Scientific adviser: Tyschuk Y. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the basic principles of operation of direction finders are discussed. Two ring antenna arrays were designed for a digital scanning direction finder with 11 and 12 emitters.

РАЗРАБОТКА МНОГОЧАСТОТНОЙ АНТЕННОЙ СИСТЕМЫ

Иванюк Т. А., Филиппов М. Д., Тыщук Ю. Н., Беленко М. С.
Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: drimov.serafim@bk.ru

Аннотация — Разработана антенная система, необходимая для работы устройства подавления БПЛА. Проанализированы методы построения антенн типа *Yagi-Uda* в печатном исполнении. Приведены графики, подтверждающие согласование разработанных антенн с питающей линией КСВ не хуже 1,5.

1. Введение

В настоящее время для различных целей используется большое количество беспилотных летательных аппаратов. Данные летательные аппараты используют для работы несколько диапазонов рабочих частот, для управления, передачи данных и навигации. Основной особенностью устройства подавления является то, что для работы на каждом из необходимых рабочих частот использовался отдельный генератор с усилителем мощности. Использовать в таком случае сумматор мощности не является целесообразным, так как он непременно будет вносить потери в СВЧ тракт. Целью исследования являлась разработка антенной системы, необходимой для работы устройства подавления БПЛА, содержащая три независимые антенны.

2. Основная часть

В работе проводился анализ характеристик, каждой из трёх используемых директорных антенн [1—3], работающих в диапазонах с центральными частотами 1,6 ГГц, 2,45 ГГц и 5,8 ГГц. В антидроновых ружьях антенны располагаются в едином пространстве, закрытом радиопрозрачным куполом. Конструкция рассматриваемой в работе антенной системы представлена на рис. 1.

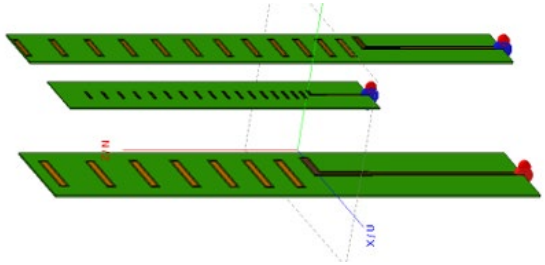


Рис. 1

Были рассчитаны входные характеристики и характеристики излучения. Трёхмерные диаграммы направленности, при размещении антенн друг рядом с другом представлены на рис. 2. Из рисунка видно, что максимум диаграмм направленности смещается на 5-7°, что незначительно влияет на технические характеристики устройства подавления.

Коэффициент усиления антенны с центральной частотой 1,6 ГГц не опускается ниже значения 11,5 дБи, с центральной частотой 2,45 ГГц не опускается ниже значения 14 дБи и с центральной частотой 5,8 ГГц не опускается ниже значения 15 дБи.

Значение коэффициента стоячей волны в диапазоне 1,55—1,65 ГГц не превышает значение 1,31, в диапазоне 2,40—2,50 ГГц не превышает значение 1,51, в диапазоне 5,75—5,85 не превышает значение 1,35.

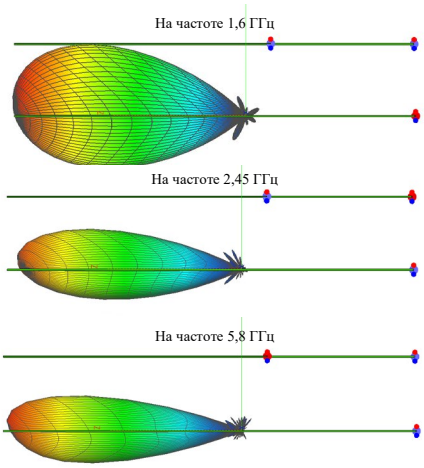


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом проанализированы методы построения антенн типа *Yagi-Uda* в печатном исполнении. Показано, что подобные антенны более компактны, по сравнению с проволочными, позволяют сформировать диаграмму направленности нужной ширины, достаточно легки в изготовлении.

Разработана антенная система, необходимая для работы устройства подавления БПЛА, содержащая три директорные антенны, выполнен-ные в печатном исполнении. Антенны работают в диапазонах с центральными частотами 1,6 ГГц, 2,45 ГГц и 5,8 ГГц. Проведённые расчёты показывают, что размещение трёх антенн друг рядом с другом не ухудшают их характеристики.

4. Список литературы

[1] Bezgin, A. A. Patch Antennas Characteristics Design Using Rwg Functions / A. A. Bezgin, A. A. Savochkin // Proceedings of 2021 Antenna Design and Measurement International Conference, ADMInC. — 2021. — P. 51—53.
[2] Головин, В. В. Проектирование антенных систем : учеб. пособ. / В. В. Головин, Ю. Н. Тыщук, И. Л. Афонин. — М. : Центркаталог, 2020. — 152 с.
[3] Bezgin, A. A. The Patch Circular Polarization Antenna For Autonomous Marine Platforms / A. A. Bezgin, A. A. Savochkin // Proceedings of 2021 Ural Symposium on Biomedical Engineering, Radioelectronics and Information Technology, USBEREIT 2021. — P. 289—292.

DESIGN OF MULTI-FREQUENCY ANTENNA SYSTEM

Ivanyuk T. A., Filippov M. D., Tyschuk Y. N., Belenko M. S.
Scientific adviser: Tyschuk Y. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The antenna system, which is necessary for the operation of the UAV suppression device, has been developed. Methods for constructing printed Yagi-Uda antennas are analyzed. Graphs are presented that confirm the coordination of the designed antennas with the supply line SWR no worse than 1.5.

КОМПАКТНАЯ АНТЕННА КРУГОВОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

Ткаченко М. О., Борисенок А. В., Николаев А. К., Легашова А. А., Головин В. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Головин В. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: lastmoment3000@gmail.com

Аннотация — в статье представлены результаты разработки слабонаправленоой цилиндрической спиральной антенны с круговой поляризацией при ненаправленном излучении в горизонтальной плоскости.

1. Введение

Для задач управления беспилотными летательными аппаратами перспективным является использование различных антенн круговой поляризации [1, 2]. При этом важным вопросом является перераспределение излучаемой антенной мощности в сторону границы зоны покрытия. Поэтому представляет интерес разработать антенну с небольшими габаритными размерами (цилиндрической формы) с ненаправленным излучением в горизонтальной плоскости, с отклонением максимумов диаграммы направленности вверх от линии горизонта, и с сохранением при этом круговой поляризации.

2. Основная часть

Разработанная антенна представляет собой контракцию нерегулярной четырехзаходной цилиндрической спиральной антенны с круговой поляризацией и «тарелочной» формой диаграммы направленности в азимутальной плоскости.

Конструкция антенны содержит трубчатый диэлектрический каркас с расположенными на нем ленточными спиральными проводниками, форма которых определяется следующими параметрами: линейной возрастающий угол намотки, количество витков, а также диаметр диэлектрического каркаса. При определенном порядке возбуждения излучателей, как показано в [2], данная структура позволяет реализовать требуемый режим работы и получить улучшенные поляризыционные характеристики во всем рабочем диапазоне частот. Трехмерная модель антенны представлена на рисунке 1.



Рис. 1

Форма формируемой антенной диаграммы направленности определяется отношениями фаз токов, подаваемых на каждый из спиральных излучателей [2].

Полученная трехмерная нормированная диаграмма направленности антенны показана на рис. 2. Как видно, диаграмма направленности имеет круговую форму в азимутальной плоскости. Приподнятые максимумы главных лепестков позволяют сконцентрировать излучение в направлениях максимального удаления управляемых беспилотных летательных аппаратов, что позволит повысить надежность работы канала связи.

На рис. 3 показана угловая зависимость коэффициента эллиптичности разработанной антенной системы.

Отличительной особенностью разработанной антенны является формирование круговой поляризации излучения во всей верхней полусфере при специальной форме диаграммы направленности.

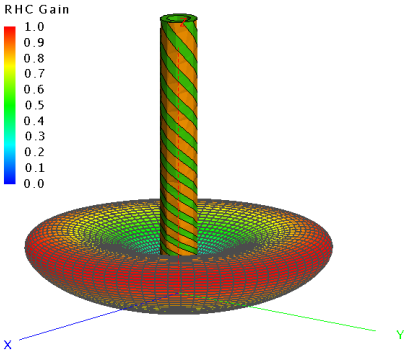


Рис. 2

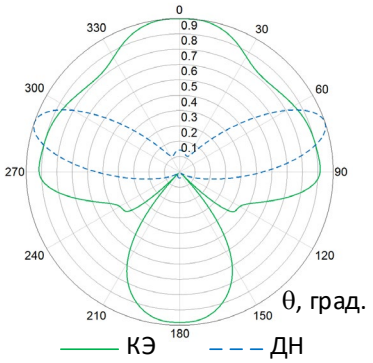


Рис. 3

3. Заключение

Разработанная антенна имеет габариты 20×3×3 см. Поле излучения характеризуется круговой поляризацией во всей верхней полусфере при ненаправленном излучении в азимутальной плоскости и приподнятой диаграмме в угломестной плоскости.

4. Список литературы

[1] Bezgin, A. A. The patch circular polarization antenna for autonomous marine platforms / A. A. Bezgin, A. A. Savochkin // 2021 Ural Symposium on Biomedical Engineering, Radioelectronics and Information Technology, USBEREIT 2021. — 2021. — P. 289—292.

[2] Антенна судовой земной станции системы INMARSAT-C / В. В. Головин, Ю. Н. Тыщук, Ю. П. Михайлюк, И. Л. Афонин // Журнал радиоэлектроники. — 2019. — № 10. – 12 с. — DOI 10.30898/1684-1719.2019.10.8.

[3] Bezgin, A.A. PATCH ANTENNAS CHARACTERISTICS DESIGN USING RWG FUNCTIONS / Bezgin A.A., Savochkin A.A. // Proceedings of 2021 Antenna Design and Measurement International Conference, ADMInC 2021. - P. 51-53.

COMPACT CIRCULAR POLARIZATION ANTENNA FOR UNMANNED AERIAL VEHICLE CONTROL SYSTEM

Tkachenko M. O., Borisenok A. V., Nikolaev A. K.,
Legashova A.A., Golovin V. V.
Scientific adviser: Golovin V. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the results of the design of the weakly directional helix antenna with circular polarization with non-directional radiation in the horizontal plane are presented.

СХЕМА ПИТАНИЯ АНТЕННЫ КРУГОВОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

Ткаченко М. О., Борисенок А. В., Николаев А. К., Легашова А. А., Головин В. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Головин В. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: artyom.nikolayev.05@mail.ru

Аннотация — в статье представлены результаты разработки квадратурной микрополосковой топологии распределительного устройства четырехзаходной цилиндрической спиральной антенны. Показано, что схема на основе Т-образных ответвителей наилучшим образом отвечает поставленной задаче, так как позволяет обеспечить качественное согласование в точках подключения излучателей и укладывается в габариты конструкции экрана антенны.

1. Введение

Задачам организации устойчивой работы канала радиосвязи с беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) уделяется значительное внимание, в связи с тем, что в радиоканале возникают запирания сигнала, наблюдается его деполяризация, присутствуют различные радиопомехи — промышленные или искусственно внесенные в радиоканал. В связи с этим перспективным считается использование для управления БПЛА антенн круговой поляризации, для расчета которых разработан эффективный математический аппарат [1].

2. Основная часть

Для организации радиоканала системы управления БПЛА предложено использовать нерегулярную четырехзаходную цилиндрическую спиральную антенну [2] (Н4ЦСА), которая отличается ненаправленным излучением в азимутальной плоскости при сохранении круговой поляризации во всём верхнем полупространстве. Для возбуждения такой антенны в нужном режиме [2] требуется разработать топологию микрополосковой схемы, интегрированной на фольгированную диэлектрическую подложку, образующую экран самой антенны. То есть габариты для размещения топологии ответвителя ограничены допустимыми поперечными габаритами Н4ЦСА.

Первый вариант линии питания показан на рис. 1.

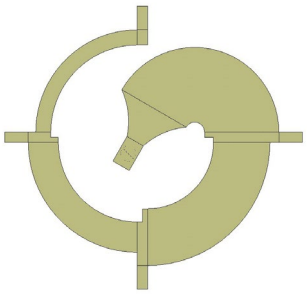


Рис. 1

Полосковая линия реализована на диэлектрической подложке FR-4 толщиной 1,6 мм. Представлен последовательный квадратурный ответвитель с несимметричным делением мощности между выходными портами, поскольку на каждый последующий порт необходимо получить коэффициент передачи – 6 дБ относительно входного порта, который размещается в центре топологии. Однако в данной схеме не удается разместить в центре платы разъем SMA, который перекрывает часть топологии ответвителя. Другой недостаток данной схемы — потери на рассогласовании с реальным комплексным входным сопротивлением спиральных излучателей и увеличение отклонения набега фазы в направлении к дальним портам с отклонением от средней, расчетной частоты.

Наилучшие результаты получены для топологии ответвителя, показанной на рис. 2.

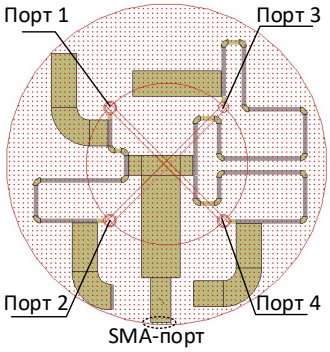


Рис. 2.

3. Заключение

Разработана топология квадратурного делителя мощности 1×4 для возбуждения Н4ЦСА со специальной формой диаграммы направленности и круговой поляризацией излучения. Обеспечено симметричное деление мощности с минимальными потерями и качественной квадратурой фаз.

4. Список литературы

[1] Bezgin, A. A. Patch antennas characteristics design using RWG functions / A. A. Bezgin, A. A. Savochkin // 2021 Antenna Design and Measurement International Conference, ADMInC 2021. — 2021. — P. 51—53.

[2] Применение четырехзаходных цилиндрических спиральных антенн в системе INMARSAT-C для подвижных объектов / И. Л. Афонин, В. В. Головин, С. А. Маврин, Ю. Н. Тыщук // Сб. «Морская стратегия и политика России в контексте обеспечения национальной безопасности и устойчивого развития в XXI веке». — 2021. — Вып. 4 (36). — С. 134—139.

FEEDING CIRCUIT OF CIRCULARLY POLARIZED ANTENNA FOR AN UNMANNED AERIAL VEHICLE CONTROL SYSTEM

Tkachenko M. O., Borisenok A. V., Nikolaev A. K.,
Legashova A. A., Golovin V. V.
Scientific adviser: Golovin V. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the results of the design of the quadrature microstrip topology of feeder line for the four-way helix antenna are presented. It is shown, that the scheme based on T-shaped couplers best meets the task, because it allows high-quality matching at the points of radiators connection and fits into the dimensions of the antenna shield design.

ШИРОКОПОЛОСНАЯ ОДНОНАПРАВЛЕННАЯ ТУРНИКЕТНАЯ АНТЕННА

Неведров М. Г., Хомочкина Д. С.
Научный руководитель: Неведров М. Г.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: MGNevedrov@sevsu.ru

Аннотация — С помощью численного моделирования в среде CST Studio Suite доказано, что печатная широкополосная антенна с однонаправленной диаграммой направленности и круговой поляризацией излучения может быть выполнена на основе четырёхплечей структуры.

1. Введение

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) различных типов, широко применяемые в настоящее время остро нуждаются в специализированных антенных устройствах. Одним из способов управления БПЛА является управление строго с земли, значит излучение этой антенны можно сделать однонаправленным. Основными свойствами для таких антенн являются небольшие размеры, простота и дешевизна производства и высокие электрические характеристики.

Доклад посвящен реализации малогабаритной антенны на основе принципа турникета, с перспективой дальнейшей установкой на БПЛА.

2. Основная часть

Основываясь на очевидных условиях работы радиосистем управления БПЛА с земли, можем сформулировать основные требования к соответствующей бортовой антенне. Она должна обеспечивать однонаправленное излучение в нижнее полупространство, значительную ширину диаграммы направленности, широкую полосу рабочих частот.

Антенну с такими электрическими характеристиками можно получить на основе турникетного принципа [1]. «Классическая» турникетная антенна (ТА) состоит из двух, взаимно перпендикулярно расположенных вибраторов, которые возбуждаются равноамплитудно, но со сдвигом фаз 90°. Максимумы излучения, в направлениях «зенит» и «надир» будут иметь несколько больший уровень, а поляризация излучения станет круговой (для промежуточных углов — эллиптической).

Турникетный излучатель можно также выполнить плоским, в виде четырёх полосок фольги на диэлектрическом основании. Если основание имеет круглую форму, а плечи излучателя возбуждаются вблизи центра структуры, то появляется возможность подбирать форму плеч для получения наибольшей возможной полосы рабочих частот. Целесообразно, также, развести сектора на противоположных поверхностях диэлектрического основания структуры, и самих оснований сделать два. Это поможет избежать прямого контакта секторов и позволит провести в полости стойки крепления экрана коаксиальный кабель возбуждения.

В качестве рабочего диапазона частот была выбрана полоса ДМВ от 1500 до 3500 МГц с центральной частотой f0, равной 2500 МГц (длина волны λ равна 120 мм). В качестве материала был выбран фольгированный высокочастотный диэлектрик ФЛАН [2] толщиной 1 мм, с толщиной фольги 0,035 мм и относительной диэлектрической проницаемостью 2,8.

Моделирование выполнялось в специализированной САПР *CST Studio Suite* [3]. Двое из четырех плеч антенны, расположенные под углом 90° возбуждались имитированным коаксиальным кабелем, соединенным с точечными портами в основании экрана. Сами стойки обладают свойствами четвертьволновых изоляторов.

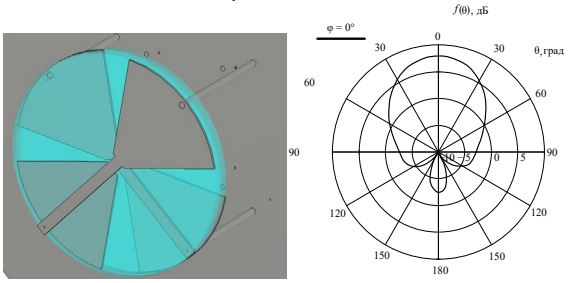


Рис. 1

Неравномерность ДН в коническом сечении по углу θ, равному 66°, была незначительной, не более ±0,5 дБ, уровень КНД был не менее 1,2 дБ, а направленность по левой круговой поляризации — не менее 0,8 дБ, что соответствует коэффициенту эллиптичности около 0,8. Относительная полоса согласования входа модели по уровню КСВ 2,0 составила около 15 %, а по уровню КСВ 3,0 — около 26 %.

3. Заключение

По результатам моделирования в среде *CST Studio Suite* можно утверждать, что компактная, высокотехнологичная антенна на основе турникета с плоскими клиновидными плечами и плоским экраном может обеспечить приемлемые для антенны БПЛА электрические характеристики. Возбуждение такой антенны возможно стандартным 50 Ом коаксиальным кабелем.

4. Список литературы

[1] Сазонов, Д. М. Антенны и устройства СВЧ / Д. М. Сазонов. — М. : Высш. шк., 1988. — 432 с.
[2] Фольгированные СВЧ диэлектрики [Электронный ресурс] / ООО «Фирма Элмика». — Режим доступа: http://elmica.ru/assets/files/listovki/folgirovannye-svch-dielektriki-2016.pdf?ysclid=149get8xt652904694.
[3] Курушин, А. А. Проектирование СВЧ устройств в CST STUDIO SUITE / А. А. Курушин. — М. : СОЛОН-Пресс, 2018. — 428 с.

THE BROADBAND TURNSTILE ANTENNA

Nevedrov M. G., Khomochkina D. S.
Scientific adviser: Nevedrov M. G.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — By the numerical simulation in the CST Studio Suite environment, it was proved that a compact, simple in design broadband antenna with a quasi-isotropic radiation pattern can be realized on the basis of a flat four-arm structure with turnstile excitation.

АНТЕННАЯ РЕШЁТКА ДЛЯ СИСТЕМ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ 5G NR

Лысенко Н. М., Литовко Е. В., Тыщук Ю. Н.
Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: timonchik13@gmail.com

Аннотация — В работе приведены результаты расчёта характеристик излучения и входных характеристик широкополосного излучателя, работающего в диапазонах n78 и n79 5G NR. Приведены результаты расчёта четырёхэлементного кластера антенной решётки с углом сканирования 360°.

1. Введение

В настоящее время во всём мире активно развиваются сети мобильной связи пятого поколения. Новые технологии позволяют снизить задержку при передаче данных до нескольких миллисекунд, что особенно важно для реализации интерактивных приложений и услуг, таких как игры, видеозвонки и автономные автомобили. 5*G* поддерживает большее количество устройств, подключённых к сети одновременно, что особенно актуально для Интернета вещей и умных городов [1].

Антенные решётки в сетях мобильной связи 5G используются для увеличения дальности и качества сигнала мобильной связи. Они помогают улучшить покрытие сотовой сети, увеличить пропускную способность и снизить помехи, что позволяет обеспечить более стабильное и надёжное соединение для пользователей мобильной связи. Важным этапом в разработке антенных систем 5*G* является разработка универсальных широкополосных излучателей, способных работать в различных частотных диапазонах [2].

2. Основная часть

Излучатель разрабатывался для работы в диапазонах 5G NR n78 (3,3—3,8 ГГц) и n79 (4,4—5 ГГц).

На рис. 1 показан модель излучателя в САПР Гамма.

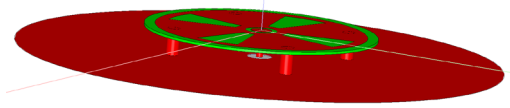


Рис. 1

Разрабатываемый излучатель формирует слабонаправленную диаграмму направленности, практически не меняющуюся в диапазоне *n*78. Параметры диаграммы направленности близки к подобным параметром симметричного вибратору. Однако, разрабатываемый излучатель является значительнее более широкополосным.

Коэффициент усиления излучателя изменяется в пределах от 3,3 дБ на частоте 3,3 ГГц, до 5,5 дБ на частоте 5 ГГц. При этом видно, что в диапазоне n79 коэффициент усиления практически не изменяется.

Разрабатываемый излучатель должен быть согласован с питающей линией с волновым сопротивлением 50 Ом. Критерием для удовлетворительного согласования являлось получение величины коэффициента стоячей волны на входе антенны менее 2.

На рис. 2 показана рассчитанная зависимость коэффициента стоячей волны от частоты на входе антенны и диаграмма направленности излучателя при φ=0 на частоте 5 ГГц. Из рис. 2 видно, что разработанный излучатель согласован с питающей линией во всём рабочем диапазоне частот от 3,3 ГГц до 5 ГГц со значением коэффициента стоячей волны не выше значения 1.9.

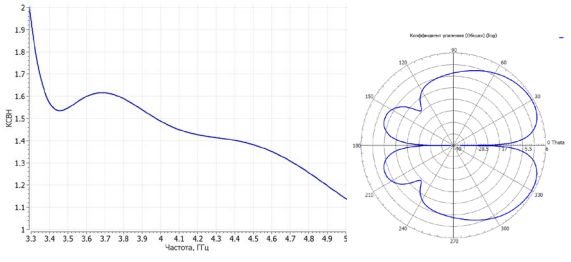


Рис. 2

На базе рассчитанного излучателя построен четырёхэлементный кластер антенной решётки. На рис. 3 показан внешний вид кластера и объёмная диаграмма направленности с фазировкой излучателей 0°, 0°, 150°, 150°.

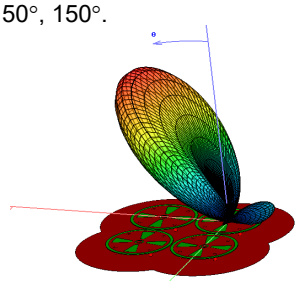


Рис. 3

3. Заключение

Разработан излучатель антенной решётки, работающий в диапазонах мобильной связи пятого поколения *n*78 и *n*79. Показано, что излучатель согласован с питающей линией во всём диапазоне рабочих частот с КСВ не хуже 1,9. Излучатель формирует слабонаправленную диаграмму направленности (ненаправленную в азимутальной плоскости) с коэффициентом усиления, изменяющимся от 3,3 дБ до 5,5 дБ. Четырёхэлементная антенная решётка, построенная на базе разработанного излучателя, позволяет управлять диаграммой направленности, формируя излучения в заданном направлении.

4. Список литературы

[1] Savochkin, A. A. Review and study of software packages for emulating 2G/4G mobile networks / A. A. Savochkin, R. R. Gasparyan, A. V. Lukyanchikov, E. A. Redkina, A. D. Nochovnyi // Third International Conference on Optics, Computer Applications, and Materials Science (CMSD-III 2023). Washington, 2024. — P. 130650V.

[2] Electromagnetic compatibility studies between HAPS and IMT terrestrial networks of legacy mobile standards (GSM, UMTS, LTE) in the frequency bands below 2.7 GHz / A.S. Pastukh, V. O. Tikhvinskiy, E. E. Devyatkin, A. A. Savochkin, A. V. Lukyanchikov // T-Comm. — 2024. — Т. 18. — No 5. — С. 49—60.

ANTENNA ARRAY FOR 5G NR MOBILE COMMUNICATION SYSTEMS

Lysenko N. M., Litovko E. V., Tyschuk Y. N.
Scientific adviser: Tyschuk Y. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the results of calculating the radiation characteristics and input characteristics of a broadband emitter operating in the n78 and n79 5G NR ranges are presented. The results of calculating a four-element cluster of the antenna array with a 360-degree scanning angle are presented.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ Wi-Fi В ПОМЕЩЕНИЯХ

Вальянина Е. С., Бычков А. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Бычков А. А.
Черноморское высшее военно-морское орденов Нахимова и Красной Звезды училище имени П. С. Нахимова, Россия
E-mail: madelon.ru@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены упрощенные условия распространения радиоволн в помещении, влияющее на равномерность его покрытия сигналами сетей Wi-Fi разных диапазонов. Приводятся оценки потерь энергии радиоволн для некоторых материалов. Отмечена необходимость экранировки металлом помещения для обеспечения информационной безопасности работ.

1. Введение

Работа *Wi-Fi* сетей основана на технологии передачи цифровых потоков информации через радиоканалы. В основе *WI-FI* лежит набор стандартов *IEEE* (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) 802.11 — это правила, которые используются для создания беспроводной локальной сети.

2. Основная часть

При эксплуатации этих сетей приходится сталкиваться с рядом факторов, которые кардинально влияют на работу оконечных устройств всей радиолинии. Это связано с тем, что радиоволны от роутера до потребителя проходят не в идеальной среде, а в среде с потерями в виде стен, перегородок из различных материалов и конфигураций, а также переотражениями радиоволн от них. Это обстоятельство усугублено тем, что антенна роутера не всенаправленна. Из-за этого вместо равномерного покрытия сигналами помещения *Wi-Fi* появляются зоны, где оконечные устройства не работают (темные пятна).

В известной нам литературе даны некоторые оценки неравномерности электромагнитного поля в помещении, но только из-за направленности антенн роутера [1,2].

Целью данной работы является предварительная оценка затухания электромагнитных волн, излучаемых роутером внутри помещения с точки зрения теории электромагнитного поля. Оценим затухание электромагнитного поля в средах с потерями, то есть в реальных помещениях со стенами, перекрытиями, перегородками из разных материалов на типовых частотах *WI-FI*. Электромагнитные поля в таких средах можно определить [1]

$$\dot{E}_x(z,t) = E_m e^{-\alpha z} e^{j(\omega t - \beta z)};$$
$$\dot{H}_y(z,t) = \frac{\dot{E}_m}{|\tilde{Z}|} e^{-\alpha z} e^{j(\omega t - \beta z - \frac{\delta}{2})},$$

где α — коэффициент затухания ЭВМ в среде,
β — постоянная распространения,

δ — угол потерь,

$\tilde{Z} = Z\sqrt{\cos\delta}\, e^{j\frac{\delta}{2}}$ — комплексное характеристическое сопротивление среды с потерями.

Будем рассматривать среды, в которых **σ** много больше 1, тогда [1]

$$\alpha = \sqrt{\mu_0 \cdot \pi \cdot f \cdot \sigma}.$$

Результаты проведенных расчетов сведены в таблицу 1,

Таблица 1

материал	2,4ГГц		5ГГц		6ГГц		
	α=β ,1/м	λ ,м	α =β,1/м	λ,м	α =β,1/м	λ,м	σ ,См/м
сталь	$2{,}57\times10^{5}$	$2{,}44\times10^{-5}$	$3{,}71\times10^{5}$	$1{,}69\times10^{-5}$	$4{,}07\times10^{5}$	$1{,}54\times10^{-5}$	7×10^{6}
медь	$7{,}34\times10^{5}$	$2{,}13\times10^{-4}$	$10{,}6\times10^{5}$	$1{,}48\times10^{-3}$	$11{,}6\times10^{5}$	$1{,}35\times10^{-3}$	$5{,}7\times10^{7}$
железо	$3{,}06\times10^{5}$	$2{,}04\times10^{-5}$	$4{,}44\times10^{5}$	$1{,}41\times10^{-5}$	$4{,}86\times10^{5}$	$1{,}29\times10^{-5}$	1×10^{7}

Видно, чем выше частота, тем длина волны в среде короче. Электромагнитные волны могут подвергаться большим потерям в материалах, что существенно ограничивает радиус действия Wi-Fi.

3. Заключение

Полученные результаты приведенные в таблице 1 подтверждают граничные условия для границы воздух-металл, известные как граничные условия Дирихле для $\vec{E}$ и для Неймана $\vec{H}$. Результаты наглядно иллюстрируют необходимость экранировки металлом помещения для обеспечения информационной безопасности проводимых работ. В дальнейшем интересно рассмотреть те же вопросы, но применительно к другим строительным материалам, используя другие аналитические зависимости изложенные, например, в [1].

4. Список литературы

[1] Бычков, А. А. Электродинамика и распространение радиоволн : учеб. пособ. / А. А. Бычков / Севастополь : ЧВВМУ имени П.С.Нахимова, 2017. — 144 с.
[2] Технологии современных беспородных сетей Wi-Fi : учеб. пособ. /. Е. В. Смирнов [и др.]. — М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017. — 446 с.

FEATURES OF THE WI-FI USAGE IN PREMISES

Valyanina E. S, Bychkov A. A.
Scientific adviser: Bychkov A. A.
Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov, Russia

Abstract — Simplified conditions for the propagation of radio waves in a room are considered, affecting the uniformity of its coverage by signals from Wi-Fi networks of different frequency ranges. Estimates of radio wave energy losses for some materials are given. The need for metal shielding of the room to ensure information security is noted.

АНТЕННАЯ РЕШЁТКА MIMO 4x4 ДЛЯ ПРИЛОЖЕНИЙ 5G IoT

Манько А. С., Головин В. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Головин В. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: sahamanko@mail.ru

Аннотация — Представлены результаты разработки антенной решётки (АР) *MIMO* 4×4 для приложений 5*G IoT* в диапазоне *n*79, а также предложены страницы матрицы предкодирования, обеспечивающие вариативность диаграммообразования разработанной АР в зависимости от условий трассы распространения ЭМ волн.

1. Введение

С увеличением требований, диктуемых потребителем, основной тенденцией к развитию современных телекоммуникационных сетей становится повышение скорости передачи данных, помехоустойчивости связи и числа единовременно обслуживаемых абонентов. Существенные преимущества даёт использование технологии *Multiple-Input Multiple-Output* (*MIMO*), которая нашла применение в сотовых сетях, начиная с поколения 4*G*.

Использование нескольких антенн на стороне приёма и передачи позволяет реализовать пространственно-разнесённые передачу и приём сразу нескольких параллельных потоков данных (пространственное мультиплексирование). Особый интерес представляет возможность управления лучами антенны (*beamforming*) путём формирования фазового распределения на отдельных излучателях в соответствии с коэффициентами матриц предкодирования, что позволяет адаптировать диаграмму направленности (ДН) в зависимости от условий трассы.

В докладе представлены результаты разработки антенной решётки (АР) печатных излучателей *MIMO* 4×4 в диапазоне частот *n*79 для приложений 5*G*, а также предлагаются страницы матрицы предкодирования для разработанной АР.

2. Основная часть

Широкое распространение в качестве одиночных излучателей для построения АР получили печатные антенны (ПА), образованные излучающей пластиной на одной стороне диэлектрической подложки и заземляющей пластины на другой стороне. Такие излучатели характеризуются простотой конструкции, параметрами, хорошими эксплуатационными и малыми массогабаритными параметрами, а также позволяют формировать все существующие виды поляризаций при сравнительной простоте согласования [1].

Разработана модель ПА с усечёнными углами и смещением точки питания относительно геометрического центра ПА, работающая в диапазоне частот 4,7-5,3 ГГц с коэффициентом усиления не менее 6,7 дБи. На её основе разработана модель АР (рис. 2) с расстоянием d_1 = 32 мм, причём излучатели A1, A4 формируют левостороннюю круговую поляризацию (*LHC*), а излучатели A2, A3 — правостороннюю (*RHC*). Для моделирования использовался САПР *FEKO*.

В табл. 1 представлены предлагаемые варианты матрицы предкодирования для 4-х пространственных потоков АР *MIMO* 4×4, которые представляют наибольший интерес. Так, в пределах одной АР могут быть сформированы 4 потока с разными максимумами направленности и видами поляризации. Это позволяет как распределить информацию между потоками так, что в точке приёма обеспечивается наибольшая скорость передачи данных, так и обеспечить независимую передачу на 4 приёмника с помощью многолучёвой ДН, что может найти применение в системах Интернета вещей (*IoT*) технологии 5*G*.

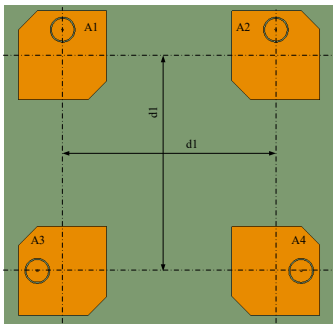


Рис. 1

Таблица 1

№	Матрица предкод. простр. потока	φ_{max}/ 2θ, °	G, дБи	Вид пол.	$K_{эл}$
1	$1/2\sqrt{2}\cdot[1\quad 1\quad 0\quad 0]$	0/50	6,6	Лин.	0,006
2	$1/2\sqrt{2}\cdot[1\quad -1\quad 0\quad 0]$	0/54	5,9	Лин.	0,005
3	$1/4\cdot[j\quad -j\quad -1\quad 1]$	0/46	9,2	Лин.	0,003
4	$1/4\cdot[j\quad 1\quad 1\quad -j]$	20/50	8,0	Лин.	0,020
5	$1/2\sqrt{2}\cdot[1\quad 0\quad 0\quad -j]$	0/100	6,5	*LHC*	0,910
6	$1/2\sqrt{2}\cdot[0\quad 1\quad j\quad 0]$	32/40; –40/40	7,2	*RHC*	0,800
7	$1/2\sqrt{2}\cdot[0\quad 1\quad -j\quad 0]$	15/35; –60/35	8,2	*RHC*	0,860
8	$1/4\cdot[1\quad 1\quad j\quad j]$	32/40; –32/40	1,6	*RHC* *LHC*	0,870

3. Заключение

Таким образом, разработана АР *MIMO* 4×4 для диапазона *n*79 и предложены варианты предкодирования, позволяющие осуществлять адаптивное изменение ДН разработанной АР в зависимости от условий трассы распространения радиоволн.

4. Список литературы

[1] Зеленкевич, Д. Ю. Печатный излучатель антенной решетки базовой станции 5G диапазона *n*79 / Д. Ю. Зеленкевич, А. С. Манько, В. В. Головин // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций. — 2022. — № 5. — С. 109.

[2] Снегур, Д. А. Разработка фазированной антенной решетки для системы связи пятого поколения диапазона ниже 6 ГГц / Д.А. Снегур, А.А. Щекатурин // Наноиндустрия. — 2020. — № S96-2. — С. 704—707.

[3] Головин, В.В. Проектирование радиофотонных диаграмма образующих схем фазированных антенных решеток в микроволновой САПР AWR DE / В. В. Головин, Ю. Н. Тыщук, М. Е. Белкин, М. О. Ткаченко // Журнал радиоэлектроники. 2022. № 11. — С. 1—14.

MIMO 4x4 ANTENNA ARRAY FOR 5G IoT APPLICATIONS

Manko A. S., Golovin V. V.
Scientific adviser: Golovin V. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of design of the MIMO 4×4 antenna array for 5G IoT applications in n79 band are considered, also precoding book pages, which might provide adaptive beamforming for different EM waves propagation routes, are proposed.

ПРИЧИНЫ ПАДЕНИЯ БПЛА И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Швец Н. С., Миронов А. Ф.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Миронов А. Ф.
Черноморское высшее военно-морское орденов Нахимова и Красной Звезды училище имени П. С. Нахимова, Россия
E-mail: nikitosmachos@mail.ru

Аннотация — Во внимание взяты основные проблемы падения БПЛА, рассмотрены возможные методы их решения.

1. Введение

Падение БПЛА — это всегда огромные потери, несмотря на отсутствие экипажа. Оно способно нанести значительный ущерб имуществу и людям, находящимся на земле, к тому же это всегда огромный удар по репутации производителя.

2. Основная часть

Беспилотные летательные аппараты давно переросли свое первоначальное назначение. Сегодня дроны — это функциональный инструмент, который используется во многих сферах — от любительской съемки до разведки местности правоохранительными органами и т. д. Частые причины падений заключаются в потере главного сигнала с пульта управления (вследствие работ установок РЭБ) или отсутствия сигнала *GPS*, по маршруту которого двигался БПЛА на автопилоте. В зависимости от конструкции и конфигурации БПЛА также уместны физический износ пропеллеров, неисправности в ДВС при его наличии, замерзание роторов и разрядившиеся аккумуляторы. Однако есть и другой ряд причин, связанный с электроникой.

На рис. 1 представлен «скелет» портативного гражданского БПЛА с имеющимся в нем центральным блоком управления, небольшой антенной и коммутационными проводами.



Рис. 1

Стоит обратить внимание на полное отсутствие защитного слоя, изолирующего центральный блок управления от посторонних радиосигналов (за исключением главного канала связи). Такой БПЛА уязвим к воздействию паразитного СВЧ поля и никак не сможет ему противостоять. В дронах используются защитные слои от подобного рода волн, как правило из волокнистых, металлических, углеродных, магнитных и полимерных материалов, а также способом напыления порошка феррита на поверхность.

Установки РЭБ способны работать в разных режимах, включая создание шумовых помех, направленное подавление определенных радиосигналов или их имитацию. Для предотвращения падения или сканирования беспилотного аппарата в пространстве используют многослойный экран шипованной формы, представленный на рис. 2. Он способен в большей мере избежать и минимизировать влияние вражеского облучения, преобразуя его в тепловую энергию.

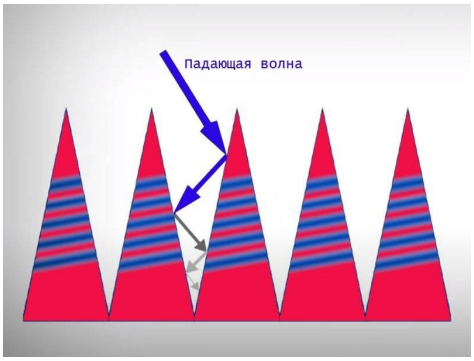


Рис. 2

Характеристики и свойства защитного слоя зависят от его толщины и структуры, определяющих диэлектрические потери на поверхности БПЛА. Состав же определяет согласованную нагрузку для падающей электромагнитной волны, демонстрируя сопротивление проникания чужого сигнала в определенном диапазоне частот. Данная технология находит свое отражение в авиации и корабельном деле, имеет название «стелс».

3. Заключение

Стоит отметить, что исследования в области стелс-маскировки продолжаются с целью достичь полной невидимости к чужим радиосигналам. Однако в данный момент эта технология несовершенна и требует тщательных доработок.

4. Список литературы

[1] Почему падают беспилотники? [Электронный ресурс] / Промтекс. — Режим доступа: https://www.promtex.org/areas/aviatsiya/pochemu-padayut-bespilotniki/
[2] Способы РЭБ с БПЛА [Электронный ресурс] / А. Ф. Миронов, Н. С. Швец. — Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=63430102.
[3] Радиопоглощающие материалы (РПМ) [Электронный ресурс] / НТЦ Фарадей. — Режим доступа: https://faradey.ru/catalog/materialyi-i-komponentyi-ems/radiopogloschayuschie_materialy

REASONS FOR UAV CRASHES AND METHODS FOR ELIMINATING THEM

Shvets N. S., Mironov A. F.
Scientific adviser: Mironov A. F.
Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov, Russia

Abstract — The main problems of UAV crashes are taken into account, and possible methods for solving them are considered.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА МОМЕНТОВ И МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Ходенкова А. О., Редькина Е. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Редькина Е. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: elenaredkina@gmail.com

Аннотация — В данной статье представлен сравнительный анализ существующих методов расчёта электромагнитных полей, а именно метода моментов (*MoM*) и метода конечных элементов (*FEM*). Рассмотрены основные преимущества и ограничения их применения.

1. Введение

В области вычислительной электродинамике для решения задач распределения полей в различных средах в прикладных задачах расчёта параметров электромагнитных структур широко применяются такие численные методы, как метод моментов (*MoM, method of moments*) и метод конечных элементов (*FEM, finite element method*) [1—3]. Оба метода позволяют свести задачу к решению систем линейных уравнений, что упрощает процесс моделирования сложных электромагнитных систем и позволяет алгоритмизировать расчеты в виде специальных программ, например, САПР «Гамма». Однако, для оптимального применения данных методов необходимо провести их сравнительный анализ.

2. Основная часть

Как известно, метод моментов используется для решения интегральных уравнений, возникающих при моделировании распределений электромагнитных полей, особенно на границах проводников. Основная идея метода заключается в преобразовании интегрального уравнения к дискретной системе линейных алгебраических уравнений. Например, в задаче о нахождении тока на поверхности проводящего тела при воздействии электромагнитной волны поле описывается интегральным уравнением

$$E(r) = \int_S G(r, r') J(r') dS' ,$$

где E — электрическая составляющая поле, G — функция Грина, J — плотность тока, S — поверхность проводника.

При этом, метод моментов позволяет преобразовать это уравнение в систему линейных уравнений следующего вида:

$$V=Z\cdot I,$$

где V — вектор напряжений, Z — импедансная матрица, I — вектор токов.

Тогда полученная система уравнений может быть решена любым численным методом, например, методом Гаусса.

При использовании метода моментов следует учитывать его ограничения, а именно трудности в применении к задачам с большими и сложными областями.

Что касается метода конечных элементов (*FEM*), то он основан на разбиении сложной области на множество малых подобластей (элементов), в которых решение аппроксимируется простыми функциями. В отличие от метода моментов, *FEM* решает дифференциальные уравнения напрямую, что делает его подходящим для расчёта электромагнитных полей внутри объёмных структур и для расчёта в больших объёмах.

Например, для нахождения электромагнитного поля в некотором объёме V должна быть решена система уравнений Максвелла в дифференциальной форме:

$$\nabla\times E=-\partial B/\partial t,\ \nabla\times H=J+\partial D/\partial t,$$

где E — электрическое поле, H — магнитное поле, B — магнитная индукция, J — плотность тока, D — электрическая индукция.

Тогда, метод конечных элементов аппроксимирует решение системы уравнений Максвелла на каждом элементе сетки и сводит задачу к решению большой системы линейных уравнений.

Следует также учитывать ограничения метода, а именно необходимость большого количества элементов для высокой точности, что требует применение аппроксимаций и сложность формирования сеток для задач со сложной геометрией.

Сравнительная характеристика методов представлена в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика	*MoM*	*FEM*
Область применения	Граничные задачи	Внутренние задачи
Математическая база	Интегральные уравнения	Дифференциальные уравнения
Применимость	Проводящие среды	Любые среды
Точность	Высокая для граничных задач	Зависит от разбиения сетки

3. Заключение

Метод моментов особенно эффективен для задач точного расчёта электромагнитного поля вблизи проводящих структур (на расстоянии до одной длины волны), тогда как метод конечных элементов лучше подходит для сложных объёмных задач и неоднородных сред, в том числе для расчёта на больших дальностях с применением аппроксимаций. Часто требуется совместное использование методов для перехода от расчёта в ограниченной области к расчёту на больших расстояниях, таким образом, выбор оптимального перехода — это задача будущего исследования.

4. Список литературы

[1] Harrington, R. F. Field Computation by Moment Methods / R. F. Harrington. — IEEE Press, 1993. — 219 p.
[2] Jin, J.-M. The Finite Element Method in Electromagnetics / J.-M. Jin // John Wiley & Sons, 2014. — 876 p.
[3] Bezgin, A. A. Patch antennas characteristics design using RWG functions / Bezgin A. A., Savochkin A. A. // Proceedings of 2021 Antenna Design and Measurement International Conference, ADMInC 2021. — P. 51—53.

COMPARATIVE ANALYSIS OF APPLICATION'S FIELD FOR MOM AND FEM METHODS

Khodenkova A. O., Redkina E. A.
Scientific adviser: Redkina E. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The comparative analysis of methods for electromagnetic fields calculations, such as MoM and FEM is presented. The main advantages and limitations of their application are considered.

МИКРОВОЛНОВЫЙ СМЕСИТЕЛЬ X-ДИАПАЗОНА С ФАЗОВЫМ ПОДАВЛЕНИЕМ ЗЕРКАЛЬНОГО КАНАЛА

Трушкина А. В., Манько А. С.
Научный руководитель: Манько А. С.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: nazarovaanastasia724@gmail.com

Аннотация — Представлены результаты разработки топологии микроволнового смесителя *X*-диапазона с фазовым подавлением зеркального канала до 21 дБ, предназначенного для работы в системах спутниковой, мобильной связи, радиолокации и навигации.

1. Введение

Архитектура супергетеродинного приёмника, имеющая целый ряд преимуществ, обладает существенным недостатком, связанным со сквозным прохождением сигнала т.н. «зеркального канала» (ЗК), отстоящего от частоты гетеродина $f_г$ на частоту ПЧ сигнала $f_{ПЧ}$ ($f_{ЗК} = f_г + f_{ПЧ}$ при верхней настройке гетеродина).

В докладе представлены результаты разработки в *AWR Microwave Office* микроволнового смесителя с фазовым подавлением ЗК для *X*-диапазона.

2. Основная часть

Архитектура, показанная на рис. 1, поясняет принцип подавления ЗК за счёт использования двух квадратурных ответвителей и двух смесителей, которые осуществляют вычитание частот РЧ сигнала $f_{РЧ} > f_г$ [1].

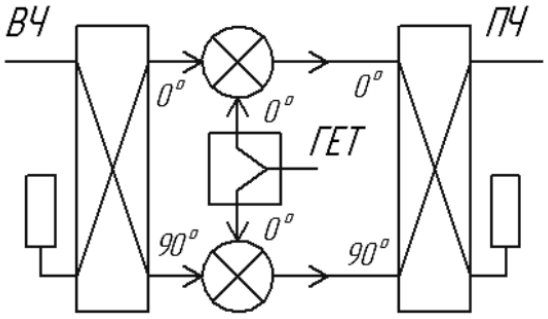


Рис. 1

Разработана топология пассивного диодного смесителя, представленная на рис. 2. В квадратурное плечо введена линия задержки, которая обеспечивает компенсацию набега фазы. Выбор пассивного типа преобразования частоты связан с повышенным динамическим диапазоном, а также сравнительной простотой реализации. В таблице 1 представлены полученные в результате моделирования параметры смесителя.

Таблица 1

Параметр	Знач.	Ед. изм.
Рабочий диапазон частот	8—12	ГГц
Рекомендуемая мощность гетеродина	13	дБм
	200	мВт
Коэффициент преобразования*	–10,4	дБ
Ослабление сигнала гетеродина*	42,6	дБ
Ослабление сигнала РЧ*	36,7	дБ
Подавление сигнала ЗК*	21	дБ

*измерено при $P_г$ = 13 дБм, $f_{РЧ}$ = 10,5 ГГц, $f_г$ = 11 ГГц

3. Заключение

Таким образом, разработана топология пассивного смесителя *X*-диапазона, обеспечивающего подавление ЗК до 21 дБ и предназначенного для приложений спутниковой связи и радиолокации.

4. Список литературы

[1] Пассивные смесители частот с подавлением зеркального канала / А. Пласкеев, А. Ющенко, Г. Айзенштат, Ф. Федотова // СВЧ-электроника. — 2020. — № 1. — С. 40—42.

THE X-BAND IMAGE REJECT MICROWAVE MIXER

Trushkina A. V., Manko A. S.
Scientific adviser: Manko A. S.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of design of the X-band image reject microwave mixer with image rejection up to 21 dB designed to satellite, mobile communications, radars and navigation systems are considered.

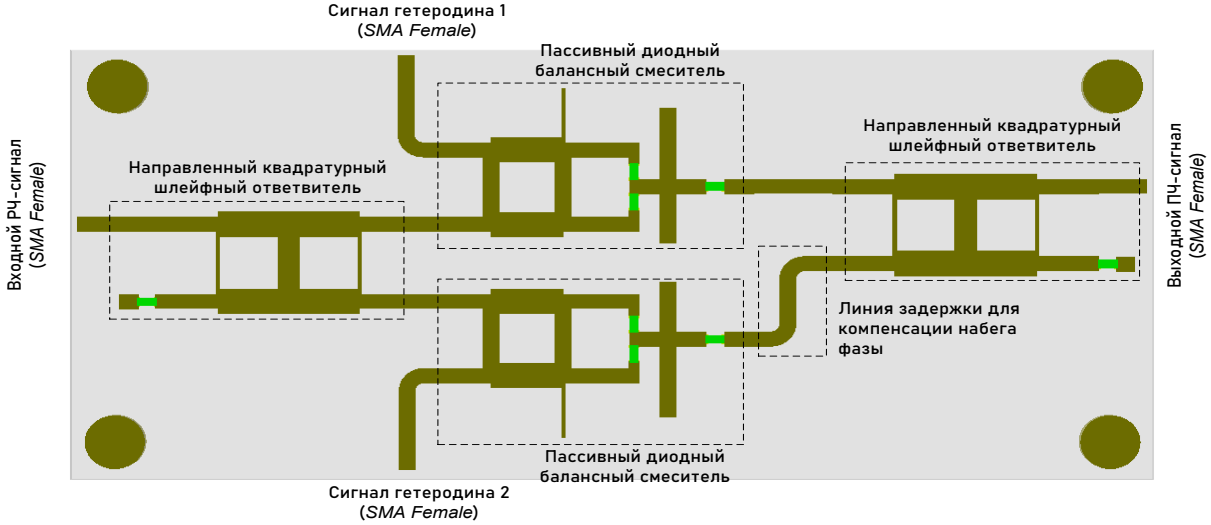


Рис. 2

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОДА ДЛЯ ОТРИСОВКИ АНТЕННЫ ПО ЕЕ ДИАГРАММЕ НАПРАВЛЕННОСТИ

Кальков Д. А., Старостенко В. В.
Научный руководитель: д-р физ.-мат. наук, проф. Старостенко В. В.
Крымский Федеральный Университет имени В. И. Вернадского

Аннотация — Рассматриваются методы создания программного обеспечения для автоматической идентификации типа антенны на основе загруженной пользователем диаграммы направленности. Программа анализирует диаграмму и генерирует 2D визуализацию антенны. Описаны алгоритмы анализа диаграмм и подходы к их интерпретации для построения визуальной модели антенны.

1. Введение

Современные системы связи требуют точной настройки антенн для обеспечения высококачественной передачи данных. Одной из ключевых характеристик антенн является диаграмма направленности, которая определяет распределение мощности излучения в пространстве. В настоящей работе рассматривается разработка программного обеспечения, которое автоматически анализирует загруженную пользователем диаграмму направленности и на основе этого анализа определяет тип антенны. Программа предоставляет визуализацию антенны в двумерном пространстве, что позволяет пользователю более точно оценить параметры антенны. Данный подход способствует упрощению анализа антенн и сокращению времени на их настройку.

2. Основная часть

Для построения программного кода, который определяет тип антенны по её диаграмме направленности, важно учитывать ключевые параметры, такие как форма диаграммы и особенности углового распределения мощности. При анализе диаграммы направленности определяются параметры, такие как амплитуда и фаза сигнала в различных угловых направлениях, что позволяет программе выделить основные характеристики антенны.



Рис. 1

Одним из важнейших шагов является интерпретация фазового распределения излучаемого поля. Если предположить, что фазовое распределение известно, можно точно определить направление основного лепестка и угловое распределение мощности. Программный алгоритм анализирует симметрию диаграммы и оценивает возможности антенны для равномерного сканирования в азимутальной плоскости, обеспечивая точность в определении её типа. Алгоритм использует известные математические методы для синтеза диаграммы направленности, такие как разложения Фурье-Бесселя, которые применяются для анализа кусочно-непрерывных функций. Эти методы позволяют определить параметры антенны и дать оценку её характеристик.

На основе анализа диаграммы программой выполняется расчёт параметров, таких как ширина луча и уровень боковых лепестков, которые наглядно отображаются в графическом виде. Это позволяет пользователю увидеть связь между характеристиками диаграммы и реальной антенной.

3. Заключение

Таким образом, на стадии разработки находится программа, которая анализирует загруженную диаграмму направленности для определения типа антенны и её визуализации в 2D. На данный момент разработаны основные алгоритмы для анализа диаграммы, включая вычисление ширины луча и уровня боковых лепестков. В дальнейшем планируется доработка и оптимизация программы для повышения точности и расширения функционала.

4. Список литературы

1 Баланис, К. Антенны. Теория и анализ / К. Баланис. — М. : Техносфера, 2016. — 1224 с.
2 Гольдберг, А. Б. Методы анализа диаграмм направленности антенн / А. Б. Гольдберг. — М. : Радио и связь, 2004. — 320 с.
3 Степанов, В. С. Автоматизация анализа антенн по их диаграммам направленности с использованием программных методов / В. С. Степанов // Вестник радиоэлектроники, 2018. — Т. 53. — № 2. — С. 28—35.
4 Харари, А. Теория и практика фазированных антенных решеток / А. Харари. — СПб. : Питер, 2019. — 736 с.

DEVELOPMENT OF SOFTWARE CODE FOR ANTENNAS RENDERING ACCORDING TO DIRECTIONAL PATTERN

Kal'kov D. A., Starostenko V. V.
V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Russia

Abstract — The methods of a software creating for automatic identification of the antenna type based on a user-uploaded radiation pattern are considered. The program analyzes the radiation pattern and generates a 2D visualization of the antenna. Algorithms of the radiation pattern analysis and approaches to its interpretation for constructing a visual antenna model are described.

ДВУХЗАХОДНАЯ ФРАКТАЛЬНАЯ АНТЕННА

Васин Е. Е., Щекатурин А. А., Иськив В. М., Пузырев А. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: pulson2011@gmail.com

Аннотация — В статье представлены результаты исследования двухзаходной фрактальной антенны. Проведено электродинамическое моделирование характеристик излучения антенны. Общий коэффициент усиления антенны варьируется в пределах 2,3 — 5,7 дБи рабочей полосы частот 0,48 — 10,0 ГГц. Антенна излучает поле эллиптической поляризации в диапазоне 2,0 — 10,0 ГГц.

1. Введение

Сверхширокополосные антенны с круговой поляризацией — это технология будущего, которая позволяет создавать высокоскоростные и надежные беспроводные системы, устойчивые к внешним факторам. В работе проведено электродинамическое моделирование характеристик излучения двухзаходной фрактальной антенны.

2. Основная часть

Антенна представляет собой совокупность элементов треугольной формы, последовательно соединённых в единую структуру. На рис. 1. показан порядок формирование фрактального захода спирали (а) и общий вид антенны (б).

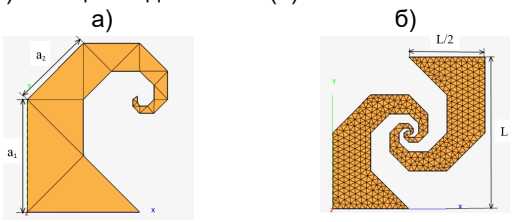


Рис. 1

Длинна антенны L составляет 170 мм, что обеспечивает настройку антенны на частоту 0,48 ГГц. При этом, точка возбуждения расположена в центре фрактала.

На рис. 2 показан коэффициент эллиптичности для частот 0,48 (а), 5,0 (б) и 10,0 ГГц (в).

Так, на нижних частотах антенна излучает поле линейной поляризации и с увеличением частоты в направлении оси Z формируется эллиптическое поле.

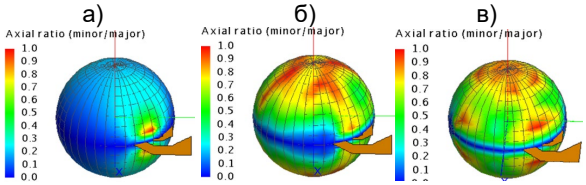


Рис. 2

Итоги моделирования коэффициента усиления (КУ) показаны на рис. 3.

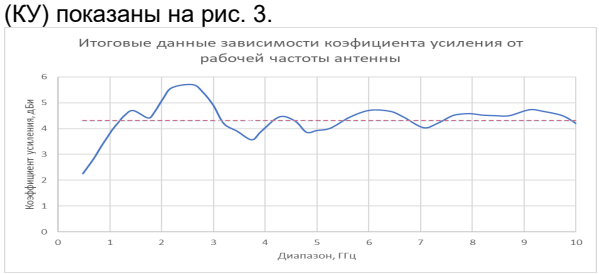


Рис. 3

Максимум КУ — 5,7 соответствует частоте 2,6 ГГц, минимум — 2,26 совпадает с нижней границей рабочего диапазона — 0,48 ГГц.

На рис. 4 показан коэффициент стоячей волны (КСВ) для сопротивления 240 Ом диапазона 0,48 — 5,0 ГГц (а) и диапазона 5,0 — 10,0 ГГц (б).

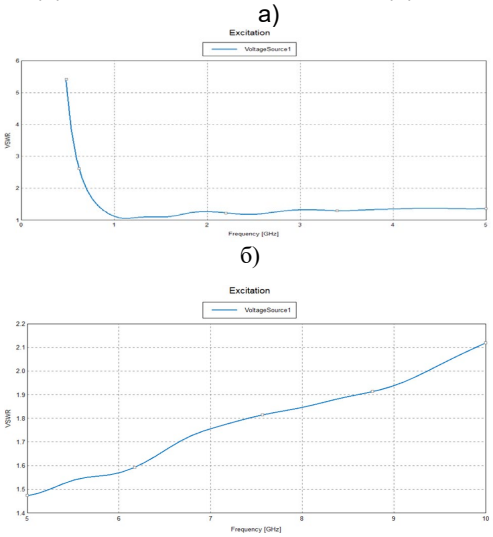


Рис. 4

Так, КСВ нижнего диапазона начиная от 1,0 ГГц имеет довольно стабильные значения от 1,1 до 1,4. КСВ верхнего диапазона возрастает в пределах 1,48 — 2,12.

3. Заключение

Таким образом, исследованы поляризационные характеристики, коэффициент усиления и коэффициент стоячей волны двухзаходной фрактальной антенны. Установлено, что в рабочем диапазоне частот 0,48 — 10 ГГц антенна излучает поле эллиптической поляризации в интеграле 2,0 — 10,0 ГГц, при этом КСВ при волновом сопротивлении 240 Ом изменяется в пределах 1,1 — 2,12.

4. Список литературы

[1] Bezgin, A. A. The Patch Circular Polarization Antenna For Autonomous Marine Platforms / A. A. Bezgin, A. A. Savochkin // Proceedings of 2021 Ural Symposium on Biomedical Engineering, Radioelectronics and Information Technology, USBEREIT 2021. — P. 289—292.

[2] Bezgin, A. A. Patch Antennas Characteristics Design Using Rwg Functions / A.A. Bezgin, A. A. Savochkin // Proceedings of 2021 Antenna Design and Measurement International Conference, ADMInC 2021. — P. 51—53.

TWO-WAY FRACTAL ANTENNA

Vasin E. E., Shchekaturin A. A., Iskiv V. M.,
Puzyrev A. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the results of the study of the two-way fractal antenna are presented. Electrodynamic modeling of the antenna radiation characteristics was carried out. The total gain of the antenna varies between 2.3—5.7 dBi of the 0.48—10.0 GHz operating frequency band. The antenna emits an elliptical polarization field in the range 2.0—10.0 GHz.

КУБИЧЕСКАЯ СПИРАЛЬНАЯ АНТЕННА

Васин Е. Е., Щекатурин А. А., Иськив В. М.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: pulson2011@gmail.com

Аннотация — В статье представлены результаты электродинамического моделирования кубической спиральной антенны. Коэффициент усиления антенны изменяется в пределах 1,3—9,1 дБи рабочей полосы частот 0,48—10,0 ГГц. Антенна излучает поле эллиптической поляризации в диапазоне 1,0—10,0 ГГц.

1. Введение

Спиральные структуры, благодаря своим свойствам, позволяют создавать антенны компактных размеров, обладающих широкой полосой пропускания. Конструкция исследуемой антенны подразумевает использование подобных спиральных архитектур, расположенных на гранях куба. Такая конфигурация позволяет оптимизировать диаграмму направленности антенны, что особенно важно для подвижных систем связи.

2. Основная часть

Антенна представляет собой куб (1а), каждая грань которой состоит из однотипных элементарных спиралей, скомпонованных определенным образом (1б). При этом, точка возбуждения расположена на верхней стороне, спиральные структуры остальных граней разомкнуты в середине. Длинна ребра куба составляет 170 мм, что обеспечивает настройку антенны на частоту 0,48 ГГц [1].

а) б)

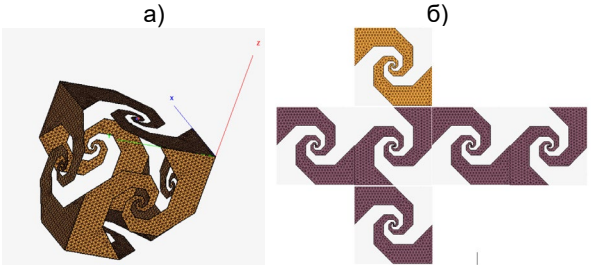


Рис. 1

Моделирование коэффициента эллиптичности показало, что антенна формирует равномерное поле эллиптической поляризации в диапазоне 1,0—10 ГГц. На нижних частотах 0,48—1 ГГц рабочего диапазона образуется поле линейной поляризации. На рис. 2 показан коэффициент эллиптичности для частот 0,48 (а), 5,0 (б) и 10,0 ГГц (в).

а) б) в)

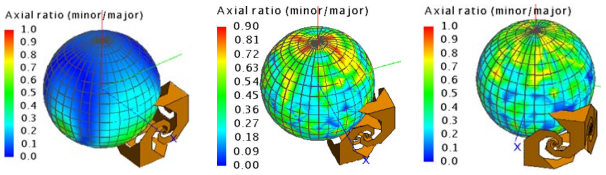


Рис. 2

Итоги электродинамического моделирования коэффициента стоячей волны (КСВ) для волнового сопротивления 50 Ом (а) и 240 Ом (б) показаны на рис. 3. Так, для при сопротивлении 240 Ом КСВ в рабочем диапазоне не выходит за пределы 2, при этом минимум 1,1 соответствует значению 1,5 ГГц.

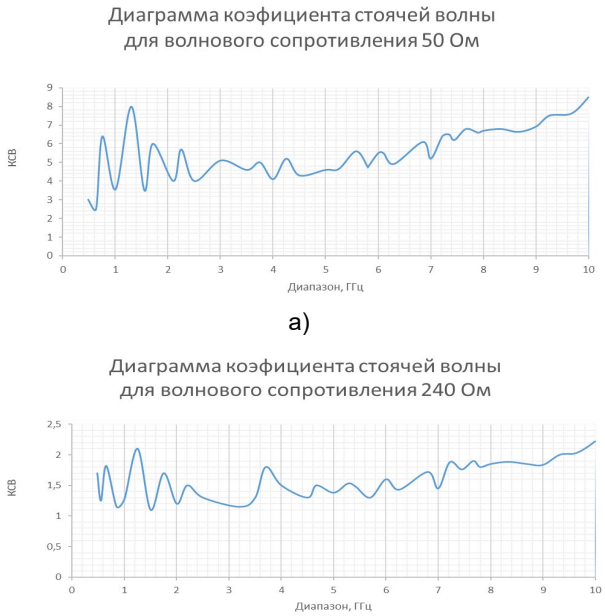


Рис. 3

Исследование коэффициента усиления (КУ) показало (рис. 4), что в диапазоне частот 2,0-10,0 ГГц происходит флюктуационное возрастание значения КУ с 3,1 до 7,64 дБи.

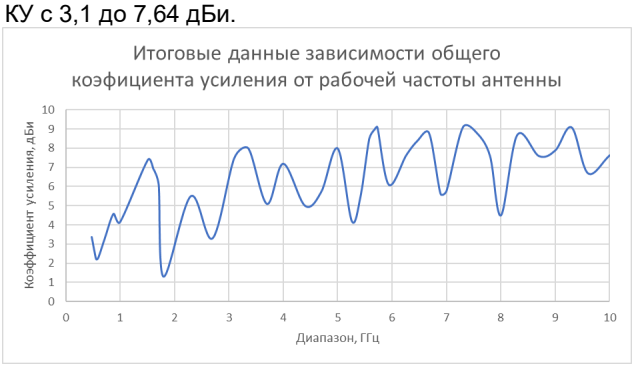


Рис. 4

3. Заключение

Проведено электродинамическое моделирование кубической спиральной антенны. Установлено, что максимум КУ 9,1 дБи соответствует частоте 5,73 ГГц.

4. Список литературы

[1] Kwon, O. Y. 3D-Printed Super-Wideband Spidron Fractal Cube Antenna with Laminated Copper / O. Y. Kwon [et al.] // Applied Sciences Journal. — 2017. — 9 p.

CUBIC SPIRAL ANTENNA

Vasin E. E., Shchekaturin A. A., Iskiv V. M.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the results of electrodynamic modeling of a cubic spiral antenna are presented. The antenna gain varies in the range of 1.3—9.1 dBi of the operating frequency band 0.48—10.0 GHz. The antenna emits an elliptical polarization field in the range of 1.0—10.0 GHz.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПИРАЛЬНЫХ РАВНОШАГОВЫХ КОНИЧЕСКИХ АНТЕНН

Щекатурина Д. А., Щекатурин А. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Щекатурин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: pulsonstar2011@gmail.com

Аннотация — Выполнено сравнение характеристик двухзаходных и четырёхзаходных спиральных равношаговых конических антенн при различных значениях высоты конуса. Приведены результаты расчета входных характеристик и характеристик излучения антенн.

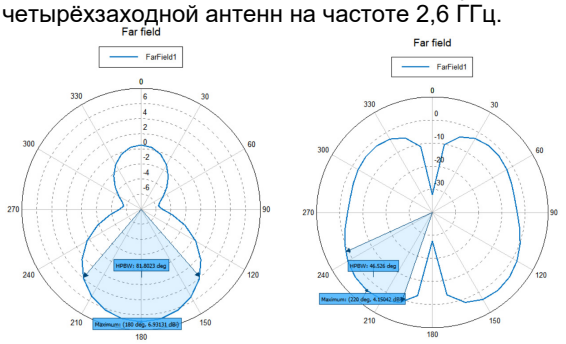
1. Введение

Для осуществления связи в подвижных системах необходимо обеспечить широкую диаграмму направленности в верхнем полупространстве при эллиптической поляризации поля излучения. Такое поле излучение может быть создано с помощью конических спиральных антенн [1, 2]. При этом могут использоваться разные способы возбуждения антенн с несколькими заходами, что существенным образом сказывается на входных характеристиках и характеристиках излучения таких антенн.

2. Основная часть

В работе исследовались двухзаходные и четырёхзаходные конические антенны различной длины. Для возбуждения двухзаходных антенн использовался противофазный способ возбуждения. При возбуждении четырёхзаходных антенн осуществлялось противофазного возбуждения двух пар смежных заходов [3]. Исследованы антенны с радиусом провода 0,5 мм, расположенные на конусах с начальным радиусом 2 мм, конечном радиусом 47,5 мм, числом витков одного захода равным пяти, высотой 47,5 мм.

На рис. 1 (вершина конуса направлена вниз) показаны диаграммы направленности двухзаходной и четырёхзаходной антенн на частоте 2,6 ГГц.



а) б)

Рис. 1

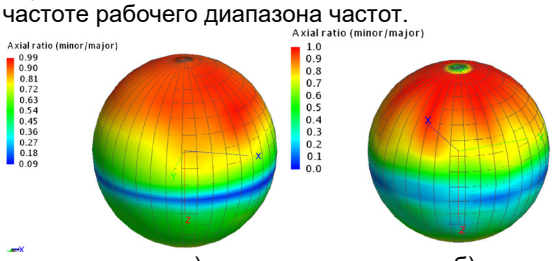
Ширина диаграммы направленности двухзаходной конической антенны слабо изменяется в рабочем диапазоне 2—14 ГГц

На частотах 2—6 ГГц излучение направленно в сторону вершины конуса. При этом ширина диаграммы направленности меняется от 79º до 102º. На частотах 6—14 ГГц излучение направленно в сторону основания конуса. При этом ширина диаграммы направленности меняется от 34º до 47º.

Для четырёхзаходной антенны средняя ширина диаграммы направленности равна 132º. При этом в направлении вершины конуса существует провал шириной 15º.

Для высоты конуса 95 мм диаграмма направленности двухзаходной антенны изменяется в рабочем диапазоне частот 2—14 ГГц следующим образом. На частотах 2—6 ГГц излучение направленно в сторону вершины конуса. При этом ширина диаграммы направленности меняется от 82º до 151º. На частотах 6—14 ГГц излучение направленно в сторону основания конуса. При этом ширина диаграммы направленности меняется от 24º до 53º.

Для четырёхзаходной антенны ширина диаграммы направленности меняется от 118º до 180º. На рис. 2 показан коэффициент эллиптичности двухзаходной и четырёхзаходной антенн на средней частоте рабочего диапазона частот.



а) б)

Рис. 2

Для двухзаходной антенны коэффициент эллиптичности с увеличением частоты уменьшается. Для четырёхзаходной антенны коэффициент эллиптичности с увеличением частоты увеличивается.

3. Заключение

В результате проведённого исследования можно сделать вывод, что четырёхзаходная антенна во всём рабочем диапазоне частот имеет однонаправленное излучение, в то время как направленность двухзаходной антенны зависит от частоты: в диапазоне 2—6 ГГц излучение направленно в сторону вершины конуса, от 6 ГГц и более излучение направленно в сторону основания конуса.

4. Список литературы

[1] Генералов, А. Г. Применение спиральных антенн для бортовых систем и комплексов [Электронный ресурс] / А. Г. Генералов, Э. В. Гаджиев, М. Р. Салихова // Тр. МАИ. — 2019. — № 109. — Режим доступа: https://trudymai.ru/published.php?ID=105685.

[2] Bezgin, A.A. THE PATCH CIRCULAR POLARIZATION ANTENNA FOR AUTONOMOUS MARINE PLATFORMS / Bezgin A.A., Savochkin A.A. // Proceedings - 2021 Ural Symposium on Biomedical Engineering, Radioelectronics and Information Technology, USBEREIT 2021. - P. 289-292.

[3] Юрцев, О. А. Спиральные антенны / О. А. Юрцев, А. В. Рунов, А. Н. Казарин. — М. : Совет. радио, 1974. — 224 с.

COMPARATIVE ANALYSIS OF HELICAL EQUAL-PITCH CONICAL ANTENNAS

Shchekaturina D. A., Schekaturin A. A.
Scientific adviser: Schekaturin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The characteristics of two-way and four-way spiral equal-pitch conical antennas are compared for different cone heights. The results of calculating the input characteristics and radiation characteristics of the antennas are presented.

АНАЛИЗ ДВУХЭЛЕМЕНТНОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ ИЗ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Любарец А. И., Протько А. А., Щекатурина Д. А., Щекатурин А. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Щекатурин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: pulsonstar2011@gmail.com

Аннотация — В работе выполнен анализ двухэлементной антенной решетки. Рассчитаны входные характеристики антенны. Исследовано влияние размеров на характеристики излучения.

1. Введение

В настоящее время широкое распространение получили системы *UWB*, которые используют метод передачи данных, основанный на использовании импульсов с низким уровнем энергии. Применение *UWB* позволяет осуществлять передачу данных на высоких скоростях с использованием ультракоротких импульсов при низкой мощности сигнала.

Существует несколько типов сверхширокополосных антенн, которые, как правило, являются несимметричными вибраторами специальной формы.

2. Основная часть

На рис. 1 показана модель двухэлементной антенной решетки с дисковыми излучающими элементами, расположенными над горизонтальным дисковым металлическим экраном.

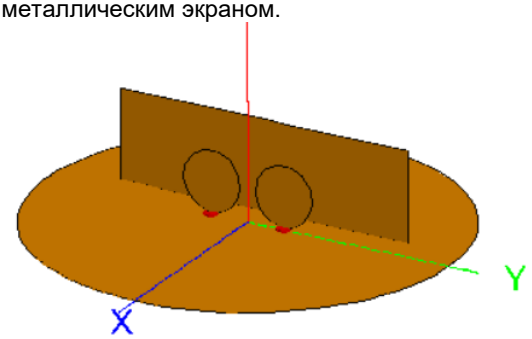


Рис. 1

Для формирования однонаправленного излучения используется экран, выполненный в виде вертикальной металлической полосы, расположенной параллельно излучающим дисковым элементам.

Коэффициент стоячей волны антенного элемента меньше 1,75 в диапазоне частот 6-8 ГГц (диапазон частот для безлицензионного использования сверхширокополосных сигналов в Евросоюзе). Активная часть входного сопротивления антенного элемента изменяется от 84 Ом на частоте 6 ГГц до 57 Ом на частоте 8 ГГц; реактивная часть входного сопроьтивления изменяется от 12 Ом на частоте 6 ГГц до 30 Ом на частоте 8 ГГц.

На рис. 2 показано сечение диаграммы направленности двухэлементной решетки на частотах 6-8 ГГц горизонтальной плоскостью.

Из рис. 2 следует, что ширина диаграммы направленности слабо изменяется в пределах рабочего диапазона частот и составляет 46,6°.

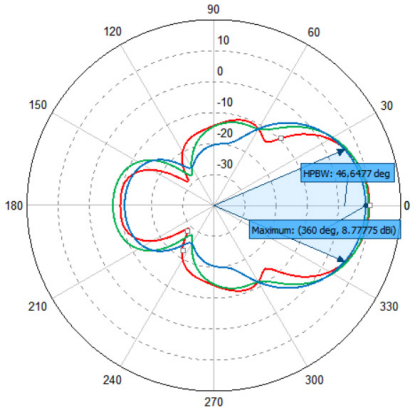


Рис. 2

На рис 2 синий цвет соответствует частоте 6 ГГц, зелёный — 7 ГГц, красный — 8 ГГц.

3. Заключение

Использование дискового элемента позволяет осуществить согласование антенны с питающей линией с волновым сопротивлением 50 Ом в диапазоне частот 6-8 ГГц. Диаграмма направленности дискового элемента близка к изотропной в горизонтальной плоскости. Использование решетки с вертикальным экраном позволяет сформировать однонаправленное излучение, при этом коэффициент усиления составляет 12,9 дБи, что на 7,3 дБи больше, чем коэффициент усиление однодискового элемента.

4. Список литературы

[1] Compact Broadband CPW-fed Taper-shaped Monopole Antenna with L-slots for C-band Applications [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/259451044_Compact_Broadband_CPW-fed_Taper-shaped_Monopole_Antenna_with_L-slots_for_C-band_Applications (дата обращение 02.09.2024)

[2] Ultra Wideband Antennas – Past and Present [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/46093503_Ultra_Wideband_Antennas_-_Past_and_Present (дата обращение 02.09.2024)

[3] Bezgin, A. A. Patch antennas characteristics design using rwg functions / A. A. Bezgin, A. A. Savochkin // Proceedings of 2021 Antenna Design and Measurement International Conference, ADMInC 2021. — 2021. — P. 51—53.

ANALYSIS OF THE TWO-ELEMENT ANTENNA ARRAY FROM ULTRA-WIDEBAND ELEMENTS

Lyubarets A. I., Protko A. A., Shchekaturina D. A., Schekaturin A. A.
Scientific adviser: Schekaturin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the two-element antenna array is analyzed. The input characteristics of the antenna are calculated. The influence of dimensions on radiation characteristics is studied.

МОДЕЛЬ ДЛЯ АНАЛИЗА ПЛОТНОСТИ ПОТОКА МОЩНОСТИ В ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ЗОНЕ ИЗЛУЧЕНИЯ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК БОЛЬШИХ РАЗМЕРНОСТЕЙ

Козуб М. С., Новикова Т. В., Громоздин В. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук Громоздин В. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: kozubms@niir.ru, novikovatv@niir.ru, gromozdinvv@niir.ru

Аннотация — Рассматривается методика анализа плотности потока мощности антенных решёток больших размерностей с целью получения оценки изотропно-излучаемой мощности (EIRP) и эквивалентной изотропной чувствительности (EIS) в направлении основного излучения.

1. Введение

В настоящее время, с целью снижения габаритов и стоимости безэховой камеры с системой позиционирования, рассматриваются решения, смещающие измерительное расстояние в область промежуточной зоны излучения испытуемого устройства (ИУ) [1].

Для тестирования *EIRP* и *EIS* не требуется трехмерное сканирование и информация о фазе излучения в точках измерения, используя при этом результаты измерений на двух (при подходе «черно-белого ящика» - без локального поиска направления пика луча в ближнем поле NF, поскольку его можно рассчитать) или трех (при подходе «черного ящика» - с локальным поиском вокруг пикового направления луча в дальнем поле (*FF - Far Field*)) различных расстояниях в зоне излучения ближнего поля для экстраполяции результатов в дальнее поле излучения.

Анализ зависимости плотности потока мощности от расстояния для решеток больших размерностей на основе программ электродинамического моделирования затруднено по причине необходимости значительных вычислительных ресурсов. С целью преодоления данной трудности предлагается воспользоваться представлением плоских дискретных антенных решеток в виде непрерывного раскрыва, при котором суммирование полей элементарных излучателей заменяется интегрированием по поверхности излучения, как это представлено в [2].

2. Основная часть

Для анализа плотности потока мощности в направлении главного максимума предлагается использование его нормализованного значения ($\Pi_{\text{норм}}$), под которым понимается отношение плотности потока мощности на измерительном расстоянии $d_{\text{изм}}$ к плотности потока мощности в дальней зоне излучения на некотором расстоянии нормировки d_{norm}, превышающим границу дальней зоны излучения d_{FF} при компенсации потерь на трассе:

$$\Pi_{\text{норм}}(d_{\text{изм}}) = \left(\frac{\Pi(d_{\text{изм}})}{\Pi(d_{norm})}\right) \cdot \left(\frac{d_{\text{изм}}}{d_{norm}}\right)^2, \qquad (1)$$

где компенсация потерь на трассе учитывается умножением плотности потока мощности на расстоянии $d_{\text{изм}}$ на квадрат этого расстояния.

На рисунке 1 приведена плоская антенная решетка, состоящая из микрополосковых патч-элементов размерностью 8×2.

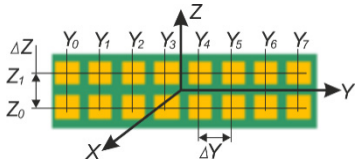


Рис. 1

Предлагаемая модель заменяет дискретное распределение излучателями поверхности антенны с последующим суммированием полей элементарных излучателей непрерывным интегрированием по поверхности, что позволяет представить (1) в виде:

$$\Pi_{\text{норм}}(d_{\text{изм}}) = \left(\frac{d_{\text{изм}}\left|\sum_{i=1}^{4}\int_{-D_y/2}^{D_y/2}\int_{-D_z/2}^{D_z/2} E_{\theta i}(d_{\text{изм}},y,z)\,dy\,dz\right|}{d_{norm}\left|\sum_{i=1}^{4}\int_{-D_y/2}^{D_y/2}\int_{-D_z/2}^{D_z/2} E_{\theta i}(d_{\text{норм}},y,z)\,dy\,dz\right|}\right)^2,$$

где с учетом используемых полосковых излучателей, E_θ-я компонента элементарного патч-излучателя представляется четырехвибраторной моделью, анализ которой приведен в [3] без учета реактивных составляющих ближнего (реактивного) поля.

3. Заключение

Полученная модель является удобным инструментом для моделирования плотности потока мощности в промежуточной зоне излучения антенных решеток больших размерностей с целью получения оценки EIRP и EIS.

4. Список литературы

[1] Over-The-Air Testing Metrology of 5G Radios / W. Hh Fan, P. Kyosti, Y. Jing, Z. Wang ; in T. H. Loh (Ed.) // Metrology for 5G and Emerging Wireless Technologies. — 2021. — P. 285—326.

[2] Марков, Г. Т. М 26 Антенны. Учебник для студентов радиотехнических специальностей вузов / Г. Т. Марков, Сазонов Д. М. ; изд. 2-е, перераб. и доп. — М. : «Энергия», 1975. — 528 с.

[3] Анализ вибраторной модели патч-излучателя с целью смещения измерительного расстояния в промежуточную зону / В. В. Громоздин, А. Е. Бартош, Д. Н. Беликов, Т. В. Новикова // Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии. Севастопольский государственный университет. — 2024. — Т. 7. — № 1. — С. 106—116.

ANALYSIS OF POWER FLUX DENSITY IN THE INTERMEDIATE RADIATION ZONE OF LARGE-SIZED ANTENNA ARRAYS

Kozub M. S., Novikova T. V., Gromozdin V. V.
Scientific adviser: Gromozdin V. V.
TC Omega – branch NIIR, Russia

Abstract — In the paper, a technique for analyzing the power flux density of large-scale antenna arrays in order to obtain an estimate of the isotropically radiated power (EIRP) and equivalent isotropic sensitivity (EIS) in the direction of the main radiation is discussed.

ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПЛОСКОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ В ВИДЕ ПОВЕРХНОСТИ ИЗЛУЧЕНИЯ

Козуб М. С., Новикова Т. В., Громоздин В. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук Громоздин В. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: kozubms@niir.ru, novikovatv@niir.ru, gromozdinvv@niir.ru

Аннотация — Рассматривается оценка пригодности (верификация) модели представления плоской антенной решетки в виде поверхности излучения для анализа плотности потока мощности в промежуточной зоне излучения.

1. Введение

Одним из вариантов исследования вида зависимости плотности потока мощности излучения для плоских антенных решеток больших размерностей предлагается представление антенных решеток с дискретным распределением излучателей в виде непрерывной поверхности излучения, при котором суммирование полей дискретных излучателей заменяется интегрированием по поверхности излучения, как это представлено в [1].

Целью данной работы является оценка пригодности (верификация) данной модели путем сравнения полученных на ее основе результатов с аналогичными результатами, полученными на основе моделирования антенных решеток малых размерностей в пакете электродинамического моделирования FEKO.

2. Основная часть

В качестве моделей антенн для проведения верификации метода выбраны плоские антенные решетки на микрополосковых патч-элементах с размерностями 3×2, 4×2, 8×2 и 16×2, внешний вид которых и вид диаграмм направленности (ДН) в направлении оси X в дальней зоне приведены на рисунке 1.

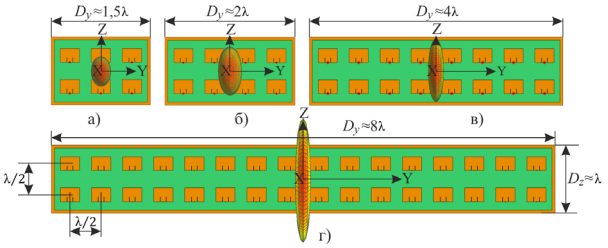


Рис. 1

Анализируемым параметром является нормализованная плотность потока мощности $\Pi_{\text{норм}}$ (под которой понимается отношение плотности потока мощности на измерительном расстоянии $d_{\text{изм}}$ к плотности потока мощности в дальней зоне излучения и при компенсации потерь на трассе) от измерительного расстояния $d_{\text{изм}}$, которое определено для каждой решетки индивидуально в долях от соответствующей границы дальней зоны излучения *FF*.

В качестве количественной оценки пригодности модели, в которой дискретное распределение элементарных излучателей заменяется на их непрерывное распределение, используется разность зависимостей $\Pi_{\text{норм}}(d_{\text{изм}})$ в направлении $(\varphi = 0; \theta = \pi/2)$, рассчитанных в FEKO, и рассчитанных по предложенной модели:

$$\Delta\Pi_{\text{норм}}(d_{\text{изм}}) = \Pi_{\text{норм}}^{FEKO}(d_{\text{изм}}) - \Pi_{\text{норм}}^{\text{Модель}}(d_{\text{изм}}) \quad (1)$$

На рисунке 2 приведены расчетные зависимости $\Delta\Pi_{\text{норм}}(d_{\text{изм}})$ для рассматриваемых антенных решеток при представлении элементарного патч-излучателя в виде четырехвибраторной модели, рассмотренной в [2], с учетом (пунктирная линия) и без учета (сплошная линия) реактивных составляющих ближнего (реактивного) поля каждого элементарного электрического вибратора.

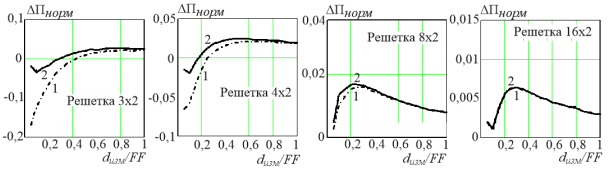


Рис. 2

3. Заключение

Увеличение размерности решетки ведет к увеличению ее относительных габаритов и границы дальней зоны излучения *FF*, при этом разность $\Delta\Pi_{\text{норм}}(d_{\text{изм}})$ резко уменьшается и при размерности решетки 16×2 становится менее 1%. Эта разность падает с увеличением измерительного расстояния $d_{\text{изм}}$ по отношению к границе дальней зоны излучения *FF*, из чего следует, что экстраполяция результатов полученных значений в ближней зоне будет тем точнее, чем ближе выбранные расчетные точки находятся к границе дальней зоны. Учет направленных свойств единичного излучателя с помощью 4-х вибраторной модели дает максимальное приближение к расчетам, выполненным в пакете электродинамического моделирования FEKO. Более точную модель можно получить при использовании более полной модели реактивного ближнего поля используемого микрополоскового единичного излучателя антенны, что выходит за рамки данной работы.

4. Список литературы

[1] Марков, Г. Т. Антенны. Учебник для студентов радиотехнических специальностей вузов / Г. Т. Марков и Д. М. Сазонов ; изд. 2-е, перераб. и доп. — М., «Энергия», 1975. — 528 с.

[2] Анализ вибраторной модели патч-излучателя с целью смещения измерительного расстояния в промежуточную зону / В. В. Громоздин, А. Е. Бартош, Д. Н. Беликов, Т. В. Новикова // Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии. Севастопольский государственный университет. — 2024. — Т. 7. — № 1. — С. 106—116.

ANALYSIS OF SUITABILITY OF RADIATION SURFACE MODEL FOR FLAT ANTENNA ARRAYS

Kozub M. S., Novikova T. V., Gromozdin V. V.
Scientific adviser: Gromozdin V. V.
TC Omega – branch NIIR, Russia

Abstract — In the paper, the assessment of the suitability (verification) of the model for representing a flat antenna array as a radiation surface for analyzing the power flux density in the intermediate radiation zone is considered.

ООО «РАДИОМЕРА»

Московская область, г. Видное
Тел.: +7 (989) 702-28-28
https://radiomera.ru

RADIOMERA

ООО «РАДИОМЕРА» обеспечивает решение следующий задач:

— поставка радиоизмерительных, электроизмерительных приборов;

— автоматизация рабочих мест (входной контроль, поверка и т.п.);

— создание стендов по тестированию СВЧ устройств;

— поставка комплексов для антенных измерений, ЭМС и безэховых камер.

Секция 5

ИЗМЕРЕНИЕ И КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛОВ, ЦЕПЕЙ, МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

СБОРКА ЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЕЙ С BGA МИКРОСХЕМАМИ

Слижёва А. В., Ковалёв Д. Ю., Ланин В. Л.
Научный руководитель: д-р. техн. наук, проф. Ланин В. Л.
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь
E-mail: dmitriy.kovaliou.17@gmail.com, vlanin@buir.by

Аннотация — Поиск режима работы термовоздушной паяльной станции очень важен для формирования шариковых выводов на печатных платах для BGA. Исследованы два варианта их создания включая нанесение готовых шариков припоя и их оплавление из паяльной пасты.

1. Введение

Микросхемы BGA появились в ответ на возросшую потребность рынка в миниатюризации и усложнении электронных устройств и, соответственно, используемых для их изготовления электронных модулей. Выходом из сложившейся ситуации стали корпуса BGA с матричными выводами. Реболлинг шариков припоя в микросхеме BGA может потребоваться как при удалении или замене компонента, так и перед первичной сборкой компонентов на плату [1].

Для пайки компонентов на печатных платах в мелкосерийном производстве, а также для ремонта электронных устройств используются портативные термовоздушные паяльные станции. Для них важен поиск оптимального режима работы, при котором соединение шариков припоя с контактными площадками будет наилучшее. Необходимо сравнение характеристик использования готовых шариков припоя и шариков, формируемых паяльной пастой.

2. Основная часть

В работе для монтажа шариков припоя использована термовоздушная паяльная станция AOYUE 852A. Паяльная паста Mechanic XGSP-80 наносилась с помощью дозатора вручную на контактные площадки подложки. Так же наносились шарики припоя (SnPb) различных диаметров. Паста была нанесена на контактные площадки, оплавлена с помощью термовоздушной станции и электронным штангенциркулем были определены их диаметры.

Внешний вид шариков припоя, сформированных таким образом, представлен на рис. 1. Поверхность шариков глянцевая и блестящая, что свидетельствует об отсутствии перегрева

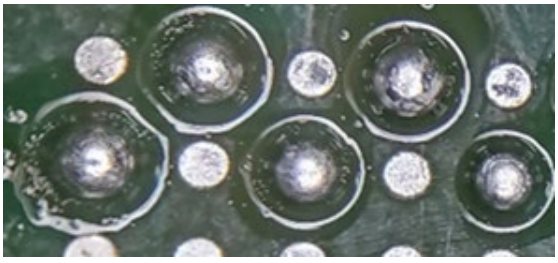


Рис. 1

Для контроля качества полученных соединений микровыводов припоя с контактной площадкой использовался разрушающий метод контроля – определением усилия на сдвиг, которое проводили плавным увеличением усилия, приложенного к шариковому выводу вплоть до его сдвига. Значение усилия измерялось с помощью цифрового динамометра, который связан с захватом, производящим сдвиг шарика с позиции. На рис. 2 представлены зависимости усилия сдвига шариков с платы от их диаметра.

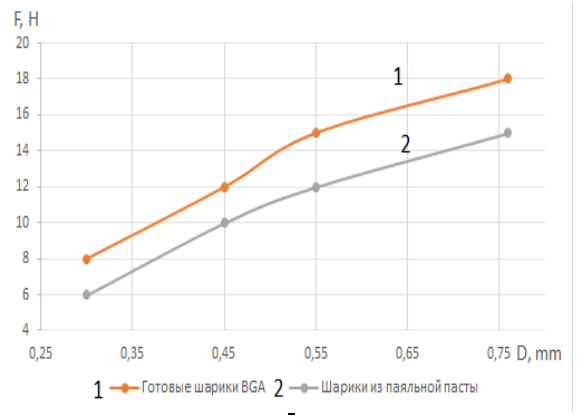


Рис. 2

Как видно из графика с увеличением диаметра шарика растет их усилие сдвига. Наблюдается различие между готовыми шариками BGA и шариками, полученными из паяльной пасты. Паяное соединение шарика с контактной площадкой в первом варианте оказалось в большинстве случаев прочнее второго, что объясняется сложностью нанесения паяльной пасты и зависимостью результатов от вязкости пасты.

3. Заключение

Формирование шариков припоя для BGA является важным и очень критическим этапом процессов монтажа и ремонта электронных модулей. Хорошо продуманный и контролируемый процесс формирования шариков припоя заданного размера способствует созданию надежных и стабильных соединений, обеспечивая высокое качество и долговечность электронных устройств.

4. Список литературы

[1] Ланин, В. Л. Технология и оборудование сборки и монтажа электронных средств / В. Л. Ланин, В. А. Емельянов, И. Б. Петухов. — Минск : Беларуская навука, 2022. — 512 с.

ASSEMBLY OF ELECTRONIC MODULES WITH BGA CHIPS

Slizhova A., Kovaliou D., Lanin V.
Scientific adviser: Lanin V. L.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Republic of Belarus

Abstract — Finding the operating mode of a hot air soldering station is very important for forming ball pins on printed circuit boards for BGAs. Two options for its creation were investigated, including the application of ready-made solder balls and its melting from solder paste.

ИЗМЕРЕНИЕ ВИБРАЦИЙ КОРПУСА ПРОМЫШЛЕННЫХ АГРЕГАТОВ

Горобец Д., Егоров В. В.
Научный руководитель: Егоров В. В.
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Россия
E-mail: quasi0231@vk.com

Аннотация — В статье исследуется регистрация паразитных вибраций промышленных механизмов, возможность применения звукоснимателей от проигрывателей виниловых пластинок. Экспериментально подтверждена их пригодность для вибродиагностики.

1. Введение

В процессе работы большинства промышленных механизмов возникают паразитные вибрации, вызванные нарушениями балансировки вращающихся узлов. Амплитуда вибраций и их спектральный состав несет в себе информацию о величине разбаланса и, часто, о его причине, что упрощает ремонт и позволяет производить диагностику на ранних стадиях неисправности. Данное исследование посвящено поиску оптимального способа регистрации таких колебаний в широком диапазоне частот и варианту его технической реализации.

2. Основная часть

Изначально данное исследование было направлено на конкретную задачу по анализу вибраций корпуса подшипников с целью определения степени износа и вида неисправности. При этом в качестве теоретической базы рассматривалась модель [1], где были рассмотрены различные виды неисправностей и соответствующие им спектральные картины. Базируясь на данной модели и используя прибор, разработанный нами ранее и представленный ранее на конференции РТ-2023 [2], мы посетили предприятие и записали выборки сигналов различных станков.

В результате обработки результатов был сделан вывод, что применяемый ранее электретный микрофон имеет слишком широкую диаграмму направленности и не позволяет идентифицировать шум конкретного механизма, что необходимо для решения задачи диагностики. Поэтому было принято решение разработки иного способа регистрации колебаний, позволяющего фиксировать сигнал в конкретной точке станка.

В процессе исследования мы обнаружили, что в качестве необходимого нам датчика можно использовать звукосниматели проигрывателей виниловых пластинок. Они бывают различных типов, но принцип работы у всех одинаков — колебания иглы, вызванные неровностями пластинки, превращаются в электрические импульсы. Для экспериментов мы взяли звукосниматели с различным методом формирования электрического тока: пьезокерамический, магнитный с подвижной катушкой (МС) и магнитный с подвижным магнитом (ММ).

Результаты экспериментов по снятию логарифмических амплитудно-частотных характеристик (ЛАЧХ) звукоснимателей представлены на рис 1 и 2.

Как видно, наиболее ровной ЛАЧХ обладает звукосниматель МС. Стоит отметить, что форма ЛАЧХ зависит от характеристик громкоговорителя, но во всех трёх экспериментах использовался один и тот же громкоговоритель.



Рис. 1

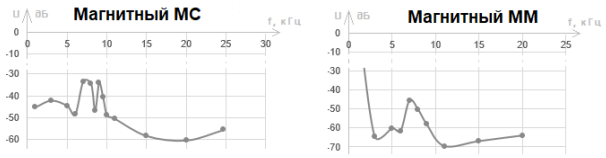


Рис. 2

3. Заключение

Экспериментальные испытания показали, что предложенный способ имеет практическую применимость. В дальнейшем проект будет сосредоточен на разработке виброизоляционного корпуса, сборе выборки исправных и неисправных устройств, а также создании системы искусственного интеллекта для диагностики неисправностей.

4. Список литературы

[1] Спектральный анализ вибраций [Электронный ресурс] / Ассоциация EAM. — Режим доступа: https://eam.su/lekciya-14-spektralnyj-analiz-vibracii.html.
[2] Горобец, Д. Использование ультразвука для обнаружения дефектов в бытовых и промышленных приборах / Д. Горобец, В. В. Егоров // Материалы 19-й Междунар. молодеж. науч.-техн. конф. «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, РТ-2023». — Севастополь : Изд-во СевГУ, 2023. — С. 122.

VIBRATION MEASUREMENT OF THE HOUSING OF INDUSTRIAL UNITS

Gorobet D., Egorov V. V.
Scientific adviser: Egorov V. V.
Moscow Aviation Institute (national research university), Russia

Abstract — In the paper, the registration of parasitic vibrations of industrial mechanisms and the possibility of using pickups from vinyl record players are examined. Its suitability for vibration diagnostics has been experimentally confirmed.

РАСЧЕТ МЕХАНИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ ПИКСЕЛЯ НЕОХЛАЖДАЕМОГО ТЕПЛОВОГО ДЕТЕКТОРА БОЛОМЕТРИЧЕСКОГО ТИПА

Жамойть А. Е., Дмитрачук А. Л., Соловьёв Я. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Соловьёв Я. А.
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь
E-mail: apostya@yandex.by

Аннотация — Проведено численное моделирование механических деформаций пикселя неохлаждаемого детектора болометрического типа в САПР «Coventor MP». Используемый метода рассчета позволяет с погрешностью не более 8 % рассчитывать отклонения от плоскостности основных конструктивных элементов. Полученная модель может быть использована при дальнейшем исследовании механических деформаций пикселя болометрического типа.

1. Введение

Матричные неохлаждаемые микроболометрические приемники традиционно применяются в системах регистрации инфракрасного излучения. Основным единичным элементом матрицы является ппиксель. Учет влияния механических напряжений, обусловленных особенностями технологического процесса формирования приборной структуры микроболометра важен при точной оценке эффективности и чувствительности детектора. Как правило получение необходимой механической прочности микроболометра происходит путем формирования конструктивного слоя SiN_x с определенной механической напряженностью [1].

Модули *CoventorWare* и *CoventorMP*, входящие в состав программного комплекса компании *Coventor*, позволяют описывать приборную структуру микроболометра, задавать параметры исходных материалов и выполнять моделирование эксплуатационных характеристик болометра, учитывающего влияние внутренних механических напряжений и механических напряжений [2].

Работа посвящена установлению величины механических напряжений конструктивных слоев SiN_x исследуемой структуры пикселя, для получения минимальных отклонений от плоскостности.

2. Основная часть

На рис. 1 показана многослойная структуры чувствительного элемента и поддерживающих ног пикселя, используемая при проведении моделирования.



Рис. 1

Слои NiCr и VO_x имеют фиксированную механическую напряженность. Таким образом, подбирая параметры формирования пленок SiN_x, проводили моделирование механических деформаций пикселя.

На рис. 2 приведена полученная структура, исходя из результатов моделирования.

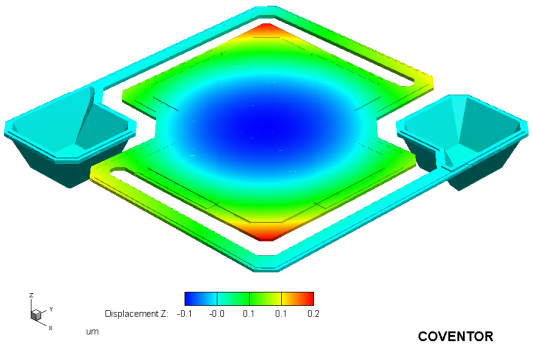


Рис. 2

Как видно из рисунка, для механических напряженностей «несущего слоя» слоя SiNx -600 МПа и «защитного слоя» слоя SiNx -200 МПа, получена приемлемое отклонение от плоскостности пикселя, не превышающее 0,2 мкм.

3. Заключение

Таким образом, разработана модель механических деформацией пикселя неохлаждаемого теплового детектора болометрического типа.

Установлены величины значений механических напряженностей слоев SiNx, для получения отклонений от плоскостности не превышающих 0,2 мкм.

4. Список литературы

[1] Rogalski, A. Progress in focal plane array technologies / A. Rogalski // Progress in Quantum Electronics. — 2012. — Vol. 36, Iss 2—3. — 342—4733. — DOI: 10.1016/j.pquantelec.2012.07.001.

[2] Оптические, механические и электрические характеристики теплового неохлаждаемого детектора болометрического типа на основе оксида ванадия / Чан Ван Чиеу [и др.] // Доклады БГУИР. — 2023. — Т. 21. — № 6. — С. 84—91. — http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2023-21-6-84-91.

[3] Niklaus, F. MEMS-based uncooled infrared bolometer arrays: a review / F. Niklaus, C. Vieider, H. Jakobsen // Proc. SPIE 6836. — 2007. — DOI: 10.1117/12.755128.

CALCULATION OF MECHANICAL DEFORMATIONS OF PIXEL OF UNCOOLED THERMAL DETECTOR OF A BOLOMETRIC TYPE

Zhamoit A. E., Dmitrachuk A. L., Solovjov J. A.
Scientific adviser: Solovjov J. A.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Republic of Belarus

Abstract — Numerical modeling of mechanical deformations of the suspended structure of an uncooled bolometric detector was carried out in the Coventor MP CAD system. The used calculation method makes it possible to calculate deviations from the flatness of the main structural elements with an error of no more than 8%. The resulting model can be used in further study of mechanical deformations of a suspended bolometric-type structure.

МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ИЗБИРАТЕЛЬНОСТИ МАЛОКАНАЛЬНОГО ОПТИЧЕСКОГО ПРИЕМНИКА

Гончарова Е. К., Егоров В. В.
Научный руководитель: Егоров В. В.
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Россия
E-mail: elena_goncharova_13@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен метод повышения избирательности малоканального оптического приемника. Собран испытательный стенд и приведены результаты экспериментов.

1. Введение

В последние годы наблюдается повышение интереса к использованию беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) вертолетного типа, и, как следствие, актуальными становятся вопросы управления ими. Самым сложным этапом в управлении является посадка, которая осуществляется оператором и требует предсказуемых погодных условий. Чтобы расширить возможность использования БПЛА и упросить посадку предлагается использовать автоматическую оптическую малоканальную систему посадки (АОМС). Главным недостатком оптического приемника, входящего в состав АОМС, является его не избирательность к поступающему свету, что приводит к ошибкам измерения направления прихода луча. В работе приводится метод повышения избирательности оптического приемника.

2. Основная часть

При использовании системы днем, ночью в полнолуние или среди осветительных фонарей могут возникать серьёзные ошибки измерений, связанные с тем, что интенсивность луча, испускаемого бортовым оптическим передатчиком, практически совпадает или даже ниже интенсивности света общего фона. Соответственно, определение координат и высоты БПЛА становится зависимым от наличия источников света в поле зрения системы.

Для решения данной проблемы предлагается использовать метод селекции мигающих целей (СМЦ). Он заключается в том, что бортовой оптический передатчик работает в импульсном режиме. Излучение сигнала происходит с определенной частотой. В приемнике находятся резонансные фильтры, настроенные на частоту сигнала с бортового оборудования, которые отсекают все помехи и приемник производит дальнейшую обработку только полезного сигнала.

Был собран экспериментальный стенд, состоящий из:

— наземного оптического четырехканального приемника — в его состав входят плоско-выпуклая собирающая линза и четыре фотодиода. На выходе каждого фотодиода расположен резонансный фильтр, настроенный на частоту 33 кГц;

— бортового оптического передатчика — в его состав входит генератор 33 кГц, выполненный на таймере NE555, и инфракрасный светодиод (длина волны — 700 нм, сила света -10 мКд).

Суть эксперимента заключалась в том, чтобы провести калибровку приёмника, располагая светодиод на оптической оси системы и после перемещая его на известные расстояния по четырем направлениям, оценивая различие коэффициентов передачи сигнала в каналах.

Так как фоновая засветка присутствует постоянно со всех направлений, избирательность системы косвенно описывается мощностью полезного сигнала по суммарному каналу (это справедливо ввиду того, что избирательность может быть описана отношением сигнал/шум где шум — постоянная величина). Следовательно, чем выше суммарный сигнал, тем выше избирательность системы.

Результаты эксперимента приведены на рис. 1. В данном случае оптические приёмники представляли собой окна размером 7 на 7 мм с зазором 1 мм между ними. Размер пятна света был равен 5 мм.

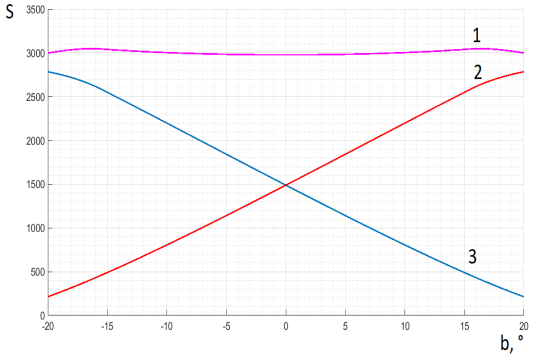


Рис. 1

Из рис. 1 видна некоторая неравномерность избирательности, вызванная наличием зазора между окнами.

3. Заключение

Эксперимент показал, что подобный способ оценки направления на источник излучения может быть достаточно точным ввиду того, что неравномерность мощности оптического сигнала незначительна на всём рабочем диапазоне углов прихода оптического сигнала (на рис. 1 обозначены по оси абсцисс в градусах).

4. Список литературы

[1] Гончарова, Е. К. Разработка автоматической системы посадки оптического диапазона для БПЛА вертолетного типа / Е. К. Гончарова, В. В. Егоров // Сб. тез. работ междунар. молодеж. науч. конф. ; Гагаринские чтения, 2024. — М. : Изд-во «Перо», 2024. — С. 138—139.

METHOD FOR INCREASING SELECTIVITY OF A SMALL-CHANNEL OPTICAL RECEIVER

Goncharova E. K., Egorov V. V.
Scientific adviser: Egorov V. V.
Moscow Aviation Institute (national research university), Russia

Abstract — The method for increasing selectivity of a small-channel optical receiver is considered. The test bench has been assembled and the results of the experiments are presented.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ОБНАРУЖЕНИЯ ЧАСТОТЫ ПЕРЕДАТЧИКА БПЛА

Косолапова А. О., Золотенкова М. К.
Научный руководитель: Золотенкова М. К.
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Россия
E-mail: nstskosolapova@gmail.com

Аннотация — Во многих задачах, связанных с БПЛА, возникает потребность в точном знании частоты работы его бортового передатчика. Предложенная система по интерфейсу связи способна передавать на приемное устройство значение частоты, на которой работает обнаруженное БПЛА. В работе описано техническое решение и приведена структурная схема.

1. Введение

В современном мире все большее распространение находят беспилотные летательные аппараты (БПЛА). Вместе с тем появляется проблема обеспечения безопасности воздушного пространства. Системы обнаружения БПЛА помогают контролировать воздушное пространство, что особенно важно вблизи аэропортов, а также в зонах, закрытых для полетов. Благодаря такой системе, правительственные организации обеспечивают соблюдение правил и норм применения беспилотных технологий в гражданской и коммерческой сфере. Для взаимодействия с БПЛА необходимо знать, на какой частоте осуществляется передача информации с оператором, поэтому возникает необходимость определения частоты передатчика БПЛА. Одним из способов обнаружения частоты является использование анализатора спектра реального времени [1]. Но такая система лишь позволяет определить сам факт наличия БПЛА на определенном расстоянии, и не способна выдать значение частоты, на которой происходит передача данных.

2. Основная часть

На базе СКБ-4 «Сигнал» МАИ была предложена концепция новой системы, способной автоматически обнаруживать частоту передатчика БПЛА и передавать ее по аналоговому каналу на приемное устройство.

На рис. 1 показана структурная схема предлагаемой системы.

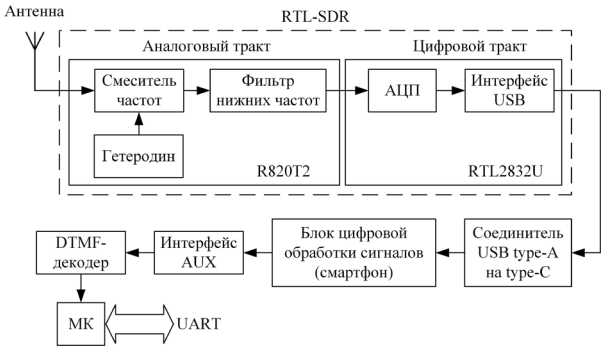


Рис. 1

Устройство работает следующим образом. Антенна принимает радиосигнал в диапазоне частот от 24 до 1750 МГц. Далее информация попадает в RTL-SDR приемник, в котором сначала в аналоговом тракте происходит его сдвиг по спектру вниз, а затем полученный низкочастотный сигнал оцифровывается в цифровом тракте. По интерфейсу USB через соединитель USB type-A на type-C цифровой код попадает в блок цифровой обработки сигналов, которым является смартфон на операционной системе Android [2]. На телефоне при помощи мобильного приложения происходит отображение спектра принятого сигнала в выбранном диапазоне частот. На рис. 2 изображен снимок экрана, на котором видны спектр и «водопад». Также программа определяет преобладающую частоту и выдает ее значение в виде последовательности двухчастотных импульсов, соответствующих сетке частот стандарта DTMF. Передача информации происходит по интерфейсу AUX. В приемном устройстве посредством DTMF-декодера происходит демодуляция сигнала и на микроконтроллер поступает код, содержащий информацию о частоте БПЛА. И далее по интерфейсу UART происходит передача данных для последующего взаимодействия.

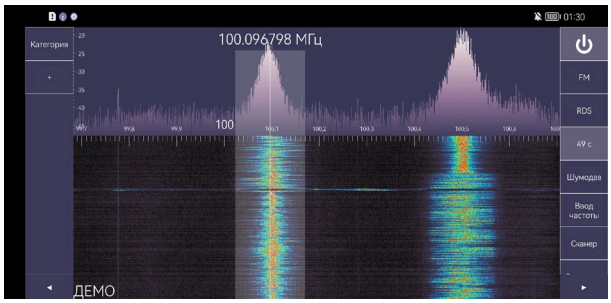


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, система автоматического обнаружения частоты передатчика БПЛА позволяет получать на приемном устройстве конкретное значение частоты, на которой работает обнаруженный БПЛА.

4. Список литературы

[1] Tektronix Обнаружение БПЛА с использованием анализатора спектра реального времени RSA306B и RSA507A [Электронный ресурс] / Контрольно-измерительные приборы и системы. — Режим доступа: https://www.mastertool.ru/info/articles/1396/

[2] Сергиенко, А. Б. Цифровая обработка сигналов : учеб. пособ. — СПб. : Питер, 2002. — 608 с.

UAV TRANSMITTER FREQUENCY AUTOMATIC DETECTION SYSTEM

Kosolapova A. O., Zolotenkova M. K.
Scientific adviser: Zolotenkova M. K.
Moscow Aviation Institute (national research university), Russia

Abstract — In many tasks related to UAVs, there is a need for accurate knowledge of the frequency of operation of its onboard transmitter. The proposed system is capable of transmitting to the receiving device the value of the frequency at which the detected UAV operates via the communication interface. In the paper, the technical solution is described and a block diagram is presented.

К ВОПРОСУ ТЕРМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ МЕЖСОЕДИНЕНИЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

Корячко М. В., Попов А. Ю., Авдонин Д. Е.
Научный руководитель: канд. физ-мат. наук, доц. Корячко М. В.
Московский политехнический университет, Россия
E-mail: m.v.koryachko@gmail.com

Аннотация — Исследованы тепловые режимы межсоединений, использующихся в полупроводниковых приборах средней и высокой мощности при импульсном токовом воздействии, проведен расчет механических напряжений в полупроводниковой подложке ввиду электротепловых нагрузок. Работа выполнена в рамках государственного задания вузам Министерства науки и высшего образования (проект № FZRR-2023-0009).

1. Введение

В современных полупроводниковых устройствах актуальной проблемой является долговечность межсоединений ввиду увеличения тепловых нагрузок на элементы. Например, при производстве многослойных печатных плат и планарных полупроводниковых структур возникают трудности из-за процесса электромиграции и адгезии на межфазных границах. В докладе приведен расчет температурных полей поверхности полупроводниковой структуры различной геометрии, а также проведено численное моделирование напряжений, возникающих на межфазной границе металлическая пленка-подложка ввиду электротепловых нагрузок.

2. Основная часть

В работе исследовались структуры на основе кремниевой подложки с алюминиевыми пленками (Si-Al). Кремниевые подложки представляли собой монокристаллы n-типа толщиной 450 μm. Алюминиевые пленки толщиной 2—5 μm наносились на предварительно протравленную поверхность методом электровакуумного напыления. Тестовая структура формировалась методом оптической фотолитографии. Микросоединения проволочных выводов с контактными площадками формировались методом ультразвуковой микросварки [1]. Для изучения температурных изменений в системе через тестовую структуру пропускались прямоугольные токовые импульсы. Динамика температуры дорожек металлизации $T_1(t)$ рассчитывалась по изменению падения напряжения

$$U(t) = I(t)R_0\left(1+\alpha(T_1(t)-T_0)\right).$$

Здесь R_0 — сопротивление дорожки металлизации при T_0=290 K, измеренное методом вольтметра–амперметра; α=0,0043 K^{-1} — температурный коэффициент сопротивления алюминия.

Так, на рис.1 приведены осциллограммы включений. При плотности тока j~5,8·10^{10}A/m^2 наблюдалось отклонение от монотонной зависимости, что свидетельствовало о начале деградации в пленки и на межфазной границе Al-Si (рис. 1, вставка). По температурным изменениям проводился расчёт механических напряжений. Выявлено, что при амплитудах токового импульса j>10^{11} A/m^2 на межфазной границе структуры Al-Si возникающие напряжения значительно превышают предел прочности кремния (σ_B=0.7 GPa). При таких условиях в рассматриваемой системе релаксация напряжений может реализовываться посредством образования трещин на поверхности кристалла и привести к выходу прибору из строя уже в первые 150—200 μs с момента включения импульса.

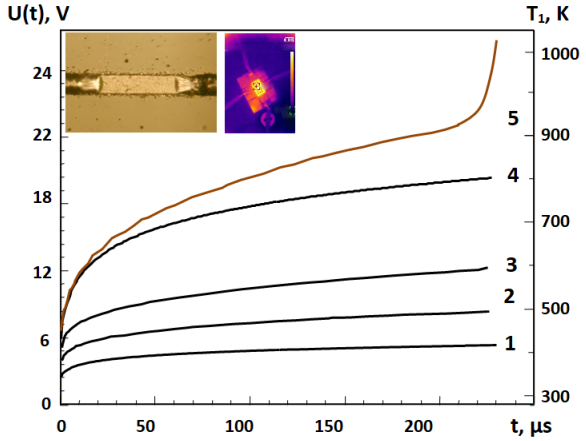


Рис.1

3. Заключение

Таким образом, в докладе проведено исследование влияния токовых импульсов на нагрев межсоединений на кремнии и возникающих вследствие этого механических напряжений в полупроводниковой подложке. Показано, что импульсы тока с плотностью j~2·10^{11} A/m^2 и длительностью до 250 μs вызывают тепловое разрушение и образование трещин в полупроводниковой подложке на глубине до 3 μm. Установлено, что уменьшение ширины дорожек требует значительного увеличения энергии импульса для их оплавления.

4. Список литературы

[1] Analysis of Thermomechanical Stresses in Silicon During Heating of Aluminum Interconnects on its Surface by a Pulse Current / A. A. Skvortsov [et al.] // Silicon 15. — 2023. — P. 4417—4424.

ON THE ISSUE OF THE THERMAL STABILITY OF INTERCONNECTIONS OF SEMICONDUCTOR DEVICES

Koryachko M. V., Popov A. Yu., Avdonin D. E.
Scientific adviser: Koryachko M. V.
Moscow Polytechnic University, Russia

Abstract — The thermal regimes of semiconductor interconnects subjected to pulsed current effects have been studied, temperature gradients have been analyzed, and mechanical stresses in a semiconductor substrate have been calculated. The work was carried out within the framework of the state assignment to universities of the Ministry of Science and Higher Education (project No. FZRR-2023-0009)

РАЗРАБОТКА ТЕСТЕРА ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ

Ломоносов С. Е., Иванченко Ю. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук Ломоносов С. Е.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: info@sevsu.ru

Аннотация — Описан принцип работы тестера электронных компонентов, разработаны структурная и принципиальная схемы прибора на основе платы управления Arduino Nano.

1. Введение

Довольно часто при разработке и сборке приборов средней точности применяются такие малогабаритные и эргономичные измерительные устройства, как LCR-тестеры. В отличие от мультиметров, LCR-тестеры имеют ограниченный функционал, но отличаются более низкой стоимостью и значительной простотой использования. Тестер электронных компонентов фиксирует величину и характер изменения напряжения на контактах измеряемого элемента и на основании полученных данных определяет вид элемента, после чего производит вычисление его параметров.

2. Основная часть

На рис. 1 представлена структурная схема тестера электронных компонентов. Основой разрабатываемого прибора является печатная плата Arduino Nano на базе микроконтроллера ATMega328p. На плате размещена большая часть используемой в разработке элементной базы, микроконтроллер служит для управления периферией прибора и обработки входных данных. Сигнал со входов прибора поступает на аналого-цифровой преобразователь (АЦП) микроконтроллера для конвертации в дискретный формат. АЦП на Arduino Nano имеет разрядность 10 бит. Это означает, что аналоговый сигнал может быть преобразован в одно из 1024 (210) цифровых значений. Таким образом, диапазон входных напряжений от 0 до 5 В делится на 1024 ступени, каждая из которых соответствует примерно 4.88 мВ, что позволяет выполнять измерения с высокой точностью.



Рис. 1

Рабочее напряжение Arduino Nano составляет 5 В, однако один из входов питания платы способен принимать нестабилизированное входное напряжение от 7 до 12 В, благодаря чему возможно питание прибора несколькими гальваническими элементами или аккумулятором форм-фактора «Крона».

На рис. 2 представлен фрагмент принципиальной схемы, предназначенный для защиты входов.

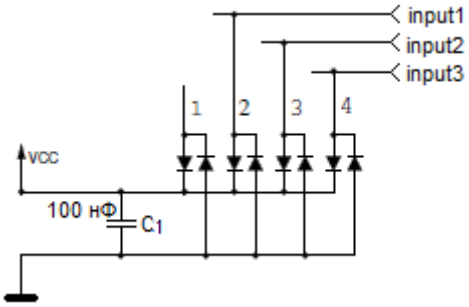


Рис. 2

Диапазоны измерений разработанного тестера электронных компонентов приведены в таблице 1. Индуктивность измеряется с достаточно высокой погрешностью в силу сложности схемы измерения и задействования большего количества электрических элементов, что приводит к более значимым потерям и более выраженному суммарному влиянию погрешности номиналов элементов.

Таблица 1

Величина	Мин. значение	Макс. значение	Погрешность
Сопротивление	0,01 Ом	50 МОм	2-3%
Емкость	25 пФ	100 мФ	2-5%
Индуктивность	0,01 мГн	20 Гн	15-20%

3. Заключение

Таким образом, был исследован и описан принцип работы LCR-тестера. Разработана структурная схема прибора, обоснован выбор основных компонентов прибора, предложен способ защиты входов прибора от перегрузок.

4. Список литературы

[1] Краузе, В. Конструирование приборов. Кн. в 2-х т. / В. Краузе. — М. : Машиностроение, 1987. — Т. 2. — 376 с.
[2] Титце, У. Полупроводниковая схемотехника. / У. Титце, К. Шенк. — М. : ДМК Пресс, 2008. — 832 с.

DESIGN OF ELECTRONIC COMPONENTS TESTER

Lomonosov S. E., Ivanchenko Y. A.
Scientific adviser: Lomonosov S. E.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The principle of operation of an electronic component tester is described, and the structural and schematic diagrams of the device based on the Arduino Nano control board are designed.

ПРОТОТИП АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ СБОРА ДАННЫХ О СОСТОЯНИИ МОРСКОЙ ВОДЫ

Агеев Д. С., Дурманов М. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук Дурманов М. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: danil.ageev.90@gmail.com

Аннотация — Рассмотрено проектирование макета автоматизированной системы сбора данных о состоянии морской воды в прибрежной зоне.

1. Введение

Системы сбора данных о состоянии морской воды играют ключевую роль в современном мониторинге океанических экосистем и управлении морскими ресурсами. Эти системы позволяют получать актуальную информацию о физических, химических и других характеристиках водной среды, например, таких как температура, соленость, окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) и кислотность.

2. Основная часть

При разработке системы сбора данных о состоянии морской среды следует определить, из каких компонентов она будет состоять. На основании разработанной структурной схемы, представленной в [1], устройство должно включать в свой состав датчики, измеряющие следующие параметры: соленость, мутность, температура, кислотности, ОВП.

В качестве центрального устройства управления системой будет использоваться микроконтроллер *ATMega*2560 фирмы *Microchip* в составе отладочной платы *Arduino Mega rev*. 3, так как данный микроконтроллер обладает достаточным объемом оперативной и постоянной памяти.

Для вывода численных значений измеренных параметров будет использоваться графический *OLED*-дисплей *SSD*1306. Данный модуль обладает разрешением 128x64 точек, имеет высокую энергоэффективность за счет технологии *OLED*.

Для получения данных о местонахождении будет использоваться модуль *U-blox Neo*-6*M*. Модуль базируется на небольшом чипе *Neo*-6*M*, производимом компанией U-blox. Обмен данными происходит через *UART* на скорости от 4800 до 230400 бод. Чип способен отслеживать до 22 спутников одновременно на 50 каналах с большим уровнем чувствительности, до –161 дБ. Потребление тока составляет 45 мА. Уровень питания чипа 3 В - 5 В. Модуль работает автономно, не требуя никаких входящих команд и запросов, просто выдавая раз в секунду в порт имеющиеся данные по протоколу *NMEA* 0183.

В разрабатываемом прототипе предусмотрено управление с помощью меню. Это реализовано при помощи кнопок, которые подключены к первому каналу АЦП. Считанные значения с АЦП позволяют определить, какая именно кнопка нажата. Данное решение необходимо для уменьшения количества выводов, требуемых для подключения кнопок.

В разрабатываемому прототипу подключаются несколько измерителей: TDS/EC-метр для измерения общей минерализации воды, указывающий на количество растворенных частиц в воде (TDS) и удельной электропроводности воды (EC), DS18B20 — герметичный измеритель температуры.

TDS/EC-метр состоит из погружного щупа и платы управления. Щуп сенсора выполнен в пластиковом герметичном цилиндре с двумя электродами на конце. При погружении в измеряемый раствор между электродами возникает сопротивление, которое фиксирует и обрабатывает плата управления. TDS/EC-метр использует интерфейс I2C для передачи измеренных значений в микроконтроллер.

Измеритель температуры DS18B20 определяет температуру окружающей среды в диапазоне от –55 °C до +125 °C и передаёт данные в виде цифрового сигнала с 12-битным разрешением по протоколу 1-Wire.

Для хранения данных в виде журнала используется внешняя *SD*-карта.

Для проверки функциональности устройства был собран прототип, который показан на рис. 1.

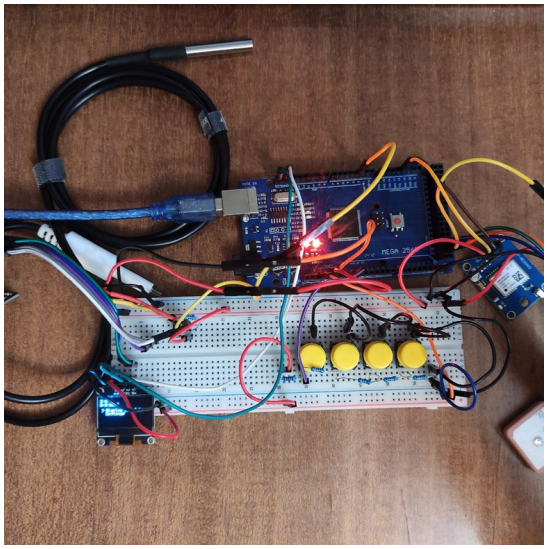


Рис. 1

3. Заключение

В работе разработан прототип системы сбора данных для отслеживания физико-химических показателей качества водной поверхности.

4. Список литературы

[1] Агеев Д.С. Мультипараметрический зонд для морской воды // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций: сб. науч. тр. / под ред. А.А. Савочкина — Москва – Севастополь: Изд-ва: РНТОРЭС им. А.С. Попова, СевГУ, 2022 — №4 — С. 172.

PROTOTYPE OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR COLLECTION OF DATA ABOUT THE STATE OF SEA WATER

Ageev D. S., Durmanov M. A.
Scientific adviser: Durmanov M. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The design of the layout of automated system for collecting data on the state of sea water in the coastal zone is considered.

МЕТОД НАНЕСЕНИЯ ОДНОРОДНОЙ ТОНКОЙ ПЛЕНКИ ИЗ ОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Узунбаджах С. А., Варагушин П. А., Мазинов А. С.
Научный руководитель: д-р. физ.-мат. наук, доц. Мазинов А. С.
Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского, Россия
E-mail: uzunbajah0047@gmail.com, mazinovas@cfuv.ru

Аннотация — Нанесение однородных тонких пленок из органических материалов является важным этапом в создании полупроводниковых устройств. Процесс может быть реализован различными методами, такими как центрифугирование, погружение и распыление, имеющими уникальные преимущества и ограничения.

1. Введение

Методы нанесения однородных тонких пленок из органических материалов играют ключевую роль в современных технологиях, таких как электроника, оптика и биомедицина. Эти пленки используются для создания различных устройств, включая органические светодиоды (*OLED*), солнечные батареи и сенсоры. Основная цель таких методов — обеспечить равномерное покрытие подложки материалом, что критически важно для достижения высоких эксплуатационных характеристик и долговечности устройств.

2. Основная часть

Для создания пленок был применён метод центрифугирования, который заключается в нанесении раствора нужного материала в растворителе на вращающуюся подложку.

Основное преимущество этого метода заключается в его способности быстро и просто формировать однородные пленки толщиной от нескольких нанометров до нескольких микрон (рис. 1) [1]. Пример статистического нанесения капли раствора на подложку показан на рис. 1.

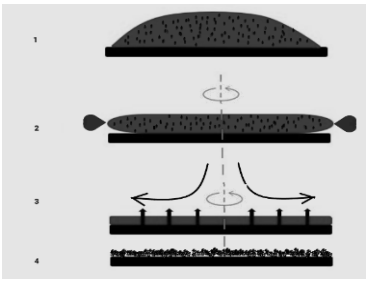


Рис. 1

Для обеспечения надёжного крепления подложки к центрифуге был создан фиксатор, представленный на рис. 2. Этот фиксатор выполнен в виде гайки из пластмассы. Выбор материала для фиксатора обусловлен его свойствами. Пластмасса отличается высокой химической стойкостью и прочностью, что гарантирует его не взаимодействие с веществами, попадающими на его поверхность, и отсутствие деформации.

В центре окружности гайки было сделано прямоугольное отверстие для установки предметного стекла 18х18мм. Фиксатор был закручен на вращающейся элемент центрифуги в виде гайки (рис. 3). После установки фиксатора был проведен тестовый запуск центрифуги, который подтвердил надежность и стабильность данной конструкции.

За основу установки была взята центрифуга ПЭ-6900, обладающая следующими техническими характеристиками [2]:

— максимальная скорость вращения 4000 об/мин;

— минимальная скорость вращения 1000 об/мин;

— максимальное время установки таймера 30 мин.



Рис. 2

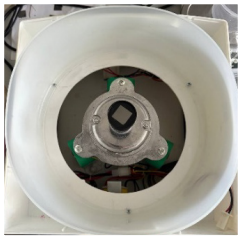


Рис. 3

3. Заключение

Метод нанесения однородной тонкой пленки из органических материалов, такой как центрифугирование, является эффективным и широко используемым в лабораторных условиях. Этот метод позволяет получать равномерные пленки с контролируемой толщиной, что особенно важно для создания высококачественных покрытий и электронных устройств.

4. Список литературы

[1] Шамин, А. А. Сравнительный анализ энергоэффективности пленок перовскита в СЭ ГОНП [Электронный ресурс] / А. А. Шамин // Теория и практика современной науки. — 2017. — № 2 (20). — Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-energoeffektivnosti-plenok-perovskita-v-se-gonp (дата обращения: 27.09.2024).

[2] Центрифуга лабораторная ПЭ-6900 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://ecohim.pro-solution.ru/wp-content/ uploads/2020/10/20.1.pdf (дата обращения: 27.09.2024).

THE METHOD OF APPLYING A HOMOGENEOUS THIN FILM MADE OF ORGANIC MATERIALS

Uzunbadzah S. A., Varagushen P. A., Mazinov A. S.
Scientific adviser: Mazinov A. S.
V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Russia

Abstract — The deposition of homogeneous thin films of measuring materials is a mandatory step in the manufacture of semiconductor devices. The process can be implemented by various methods such as centrifugation, immersion and spraying, taking into account the unique advantages and limitations.

АЛГОРИТМ ТЕСТИРОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ БЛОКОВ ПИТАНИЯ

Петренко В. И., Овчаров П. П.
Научный руководитель: Овчаров П. П.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: PPOvcharov@mail.sevsu.ru

Аннотация — Предлагается алгоритм тестирования компьютерных блоков питания с динамической нагрузкой на основе полевых транзисторов. Сформулированы предельные требования для рабочих нагрузок.

1. Введение

Одним из ключевых элементов этой системы является блок питания, который служит вторичным источником электроэнергии и обеспечивает подачу постоянного тока к различным компонентам компьютера, преобразуя сетевое напряжение до необходимых значений. Качество и функциональность блока питания напрямую влияет на надежность работы компьютера. Поэтому важно обеспечивать надлежащий контроль за функционированием блока питания как в начале его использования, так и в течение всего срока эксплуатации.

2. Основная часть

Для тестирования компьютерных блоков питания формата *ATX* используют два основных метода — метод, использующий статическую нагрузку на компьютерный блок питания, а также метод, основанный на изменении нагрузки во время тестирования на блок питания, которая используется для построения кросс-нагрузочной характеристики [1]. Также существует метод проверки наличия пульсаций в импульсных блоках питания. Данный метод определяет уровень пульсаций и шумов в выходном напряжении, но из-за малой информативности метод не приобрел широкого распространения.

Наиболее перспективным представляется метод тестирования блока питания с использованием динамической нагрузки, который подразумевает использование устройства или схемы, которое может менять свое электрическое сопротивление в зависимости от времени или контролируемых параметров. Это позволяет более точно моделировать реальные условия эксплуатации блока питания в компьютере, где нагрузка может колебаться в зависимости от требований различных компонентов системы. Алгоритм такого тестирования был разработан авторами статьи.

Предлагаемый алгоритм тестирования блоков питания на основе использования схем с полевыми транзисторами состоит из следующих шагов.

Предварительно проверяется величина дежурного питания *+5VSB,* которое поддерживается при выключенном компьютере или нахождении в режиме ожидания, на соответствие по таблице 1 напряжению при максимальном допустимом токе, указанном на наклейке на блоке питания. Погрешность выходной мощности также проверяется по данной таблице.

В таблице 1 представлены допустимые отклонения напряжений на линиях питания. Данные требования являются обязательными для всех компьютерных блоков питания формата *ATX* версии 3.0 [2].

Таблица 1

Выходное напряжение	Диапазон	Минимальное	Номинальное	Максимальное
+12V1DC	+5% / -7%	+11,20 В	+12,00 В	+12,60В
+12V2DC	+5% / -7%	+11,20 В	+12,00 В	+12,60В
+5VDC	±5%	+4,75 В	+5,00 В	*+5VDC*
+3,3VDC	±5%	+3,14 В	+3,30 В	+3,47 В
-12VDC	±10%	-10,80 В	-12,00 В	-13,20 В
+5VSB	±5%	+4,75 В	+5,00 В	+5,25 В

Предлагаемый алгоритм тестирования блоков питания на основе использования схем с полевыми транзисторами состоит из следующих шагов.

Предварительно проверяется величина дежурного питания *+5VSB,* которое поддерживается при выключенном компьютере или нахождении в режиме ожидания, на соответствие по таблице 1 напряжению при максимальном допустимом токе, указанном на наклейке на блоке питания. Погрешность выходной мощности также проверяется по таблице 1.

На следующем шаге проводится проверка линии +5В при минимально допустимом токе, а затем — при максимальном, указанном на наклейке БП. Погрешность выходной мощности сравнивается с указанной в таблице 1.

Затем таким же образом проверяются линии +3В и +12В при минимальном и максимально допустимом токе. Результат должен находится в пределах погрешностей, указанных в таблице 1.

3. Заключение

Разработан алгоритм тестирования и сформулированы предельные требования для рабочих нагрузок процесса проверки качества компьютерных блоков питания.

4. Список литературы

[1] Томел, Д. Поиск неисправностей в электронике / Д. Томел, Н. Уидмер. — М. : НТ Пресс, 2007. — 112 с.
[2] ATX Version 3.0 Multi Rail Desktop Platform Power Supply. — Design Guide. — Revision 2.01. — Feb. 2023.

ALGORITHM FOR TESTING COMPUTER POWER SUPPLY UNITS

Petrenko V. I., Ovcharov P. P.
Scientific adviser: Ovcharov P. P.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The algorithm for testing computer power supplies with dynamic load based on field-effect transistors is proposed. Limit requirements for working loads are formulated.

АО «КБ Радиосвязи»

299053 г. Севастополь,
Фиолентовское шоссе 1/2
Тел.+7 (8692) 24-44-17, 24-44-19



АО «КБ Радиосвязи» предлагает широкий спектр радио и навигационных устройств, конкурентноспособных на мировом рынке, некоторые из них не имеют аналогов. Основным направлением деятельности является разработка КВ и УКВ средств радиосвязи, радиостанций для служб управления воздушным движением с цифровыми режимами передачи данных, магистральных КВ радиоприёмников, антенн и селективных устройств. Вместе с петербургскими предприятиями АО «РИМР», АО «МАРТ», ПАО «Прибой», АО «КБ Радиосвязи» входит в состав ГПК «Корпорация ТИРА».

Секция 6

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ССЫЛКИ В QR-КОД

Третьякова Д. О., Васильева А. Р., Сметанина Т. И.
Научный руководитель: Сметанина Т. И.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: dasha.tretyakova.2005@list.ru

Аннотация — Статья представляет собой практическое руководство по разработке и применению программного модуля для преобразования текстовых ссылок в QR-коды. Представлены результаты тестирования модуля, демонстрирующие его эффективность и стабильность работы.

1. Введение

В современном мире, где технологии стремительно развиваются, QR-коды прочно вошли в нашу жизнь, превратившись в удобный инструмент для быстрого доступа к информации и сервисам. Их применение охватывает широкий спектр областей: от маркетинга и образования до здравоохранения и промышленности. Разработка и использование программных модулей для преобразования текстовых ссылок в QR-коды является актуальной задачей в связи с растущей потребностью в упрощении процесса доступа к цифровой информации.

2. Основная часть

Приложение по автоматическому созданию QR-кода разработано при помощи языка Java и библиотеки zxing с применением паттерна программирования MVC (Model View Control). Всё приложение разделено на 3 логических класса — Manager, View, Controller.

В первом модуле реализован основной функционал приложения. Данный модуль является ядром системы, в котором реализуется Модель предметной области приложения.

```
try {
    Map<EncodeHintType, String> hints = new HashMap<>();
    hints.put(EncodeHintType.CHARACTER_SET, "UTF-8");
    BitMatrix bitMatrix = qrCodeWriter.encode(text, BarcodeFormat.QR_CODE, width, height, hints);
    Path path = FileSystems.getDefault().getPath(filePath);
    MatrixToImageWriter.writeToPath(bitMatrix, fileType, path);
} catch (Exception e) {
        e.printStackTrace(); // Вывод стека ошибок для диагностики
        throw new IOException("Не удалось создать QR-код", e);
    }
```

Рис. 1

Во втором модуле реализован весь пользовательский интерфейс, включая отображение данных пользователю и логику взаимодействия пользователя с системой.

Блок View предоставляет информацию из Модели в удобном для восприятия пользователя формате. Все, что видит пользователь, генерируется видом. Функцией данного блока является вывод и удобное отображение пользователю информации о системе.

```
public QRCodeView() {
    setTitle("QR Code Generator");
    setSize(800, 600);
    setDefaultCloseOperation(WindowConstants.EXIT_ON_CLOSE);
    JPanel contentPane = new JPanel(new GridBagLayout()) {
        @Override
        protected void paintComponent(Graphics g) {
            super.paintComponent(g);
            Image img = Toolkit.getDefaultToolkit().getImage(QRCodeView.class.getResource("/background.png"));
            g.drawImage(img, 0, 0, getWidth(), getHeight(), this);
        }
    };
    qrWriteLabel = new JLabel("Введите URL-ссылку");
    qrPathLabel = new JLabel("Введите путь сохранения файла");
    qrWriteField = new JTextField(20);
    qrWritePath = new JTextField(20);
    writeButton = new JButton("Создать QR-код");
```

Рис. 2

Класс Controller принимает данные пользователя из полей для ввода и отправляет их в обработчик Manager. Класс Manager получает входные данные пользователя от класса Controller и создает матрицу QR-кода на основе битовой структуры данных hash-map при помощи кодировки UTF-8 (Unicode Text Format).

```
private QRCodeManager model;
private QRCodeView view;

public QRCodeController(QRCodeManager model, QRCodeView view) {
    this.model = model;
    this.view = view;

    view.getWriteButton().addActionListener(e -> handleCreateQRCode());
}
```

Рис. 3

Взаимодействие с пользователем происходит через окно с полем для вставки ссылки и полем пути сохранения сгенерированного QR-кода.

```
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        SwingUtilities.invokeLater(() -> {
            QRCodeManager model = new QRCodeManager();
            QRCodeView view = new QRCodeView();
            new QRCodeController(model, view);
            view.setVisible(true);
        });
    }
}
```

Рис. 4

Класс Main инициализирует компоненты MVC, устанавливает между ними связь и содержит компоненты GUI, такие как текстовое поле для ввода ссылки и область для отображения сгенерированного QR-кода.

3. Заключение

Таким образом, разработанный модуль может быть использован в различных сферах жизни, способствуя упрощению доступа к информации и сервисам в цифровой среде, а также повышению эффективности взаимодействия с пользователями.

4. Список литературы

[1] Умрихин, Е. Д. Разработка веб-приложений с помощью ASP.Net Core MVC / Е. Д. Умрихин. — М. : БХВ, 2023. — 320 с.

SOFTWARE MODULE FOR CONVERTING A LINK INTO A QR-CODE

Tretyakova D. O., Vasilyeva A. R., Smetanina T. I.
Scientific adviser: Smetanina T. I.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The article is a practical guide to developing and using a software module for converting text links into QR codes. The results of testing the module are presented, demonstrating its effectiveness and stability.

ОСОБЕННОСТИ АКУСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРИЁМО-ПЕРЕДАЧИ ДЛИННЫХ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ В ЦЕЛЯХ НАВИГАЦИИ И ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ С СУБСАНТИМЕТРОВОЙ ТОЧНОСТЬЮ

Дорофеев В. С., Грищенко В. А., Золотенкова М. К.
Научный руководитель: Золотенкова М. К.
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Россия
E-mail: dorofeevvadimx@yandex.ru

Аннотация — оптимизация прототипа системы локального позиционирования, использующей в измерениях звуковые частоты слышимого диапазона.

1. Введение

Объектом рассмотрения в данной статье является перспективная акустическая система позиционирования, создаваемая на базе СКБ-4 «Сигнал» МАИ в рамках НИР.

Работа заключается в операциях позиционирования приемных модулей, оснащённых микрофонами, относительно созвездия передатчиков с априорно известными координатами по трилатерационному методу на основе данных о времени прохождения до приёмника звуковых волн, синхронно излученных созвездием передатчиков.

2. Основная часть

Время прохождения звуковых сигналов от передатчиков до приемника происходит посредством метода корреляционного детектирования эталонных псевдошумовых сигналов (ПШС) в акустическом эфире и определении задержки между пиками корреляции разных реализаций ПШС с их эталонами (которые принадлежат разным передатчикам).

Была изменённая концепция приёмного модуля. В предыдущих прототипах это был самостоятельный электронный модуль, записывающий в свою память оцифрованный звук с частотой дискретизации 300 кГц, а затем отправляющий запись на модуль-концентратор для вычисления координат. В новой версии на порядок снижены требования к частоте дикретизации, т.к. детектирование корреляционным способом такого сигнала, интерполированного до частоты в 300 кГц, критически не отличается от детектирования старым способом.

Это позволило создать приёмные модули на базе персонального компьютера и смартфона и объединить их в одном устройстве с концентратором, выполняющим все математические расчёты задач детектирования сигналов и задач определения координат.

Концепция созвездия модулей передачи звука также притерпела изменения. Теперь каждое устройство из созвездия перестало обладать отдельным управляющим блоком, генерирующим сигнал по команде модуля-концентратора, оставив за собой только функцию излучения звука. Сигнал для каждого передатчика звука генерируется уникально на общем центральном управляющем блоке, который единолично поддерживает связь с модулем концентратором.

Для обеспечения корректной работы системы с заданной точностью были решены следующие задачи.

1) Обеспечение синхронизации передатчиков благодаря управлению созвездием через разработанный на основе микроконтроллера модуль-концентратор, точно и синхронно подающий ПШС на все подключенные к нему передатчики.

2) Обеспечение синхронизации частоты генерации импульсов псевдошумовых сигналов, излучаемых передатчиками с частотой импульсов псевдошумовых сигналов эталонных сигналов.

3) Создание максимально качественного эталона сигнала для корреляционных алгоритмов детектирования излученных передатчиком сигналов. Сигнал, приходящий на приемный модуль на вход корреляционного блока сильно отличается от сигнала, генерируемого в передающей части системы. Это связано с характеристиками электронных цепей приемо-передающего тракта и различного рода помехами.

3. Заключение

В результате проведенной работы были проведены значительные улучшения в существующей системе. Новая система стала гораздо дешевле и универсальнее, благодаря снижению количества специальных электронных модулей. Существенно повысилось качество корреляционного детектирования, позволившее системе штатно проводить позиционирование в более зашумленных акустических каналах связи, в том числе с бóльшим коэффициентом реверберации.

4. Список литературы

[1] Filonenko, V. Asynchronous Ultrasonic Trilateration for Indoor Positioning of Mobile Phones, Doctoral thesis / V. Filonenko. — Technological University Dublin, 2012. — 248 p.

[2] Линник, Ю. В. Метод наименьших квадратов и основы математико-статистической теории обработки наблюдений / Ю. В. Линник. — М. : Гос. изд-во физ.-мат. лит., 1962. — 336 с.

FEATURES OF ACOUSTIC RECEIVING AND TRANSMITTING SYSTEM OF LONG PSEUDORANDOM SEQUENCES FOR NAVIGATION AND POSITIONING WITH SUB-CENTIMETER ACCURACY

Dorofeev V. S., Grishenko V. A., Zolotenkova M. K.
Scientific adviser: Zolotenkova M. K.
Moscow Aviation Institute (national research university), Russia

Abstract — The optimization of local positioning system prototype using audible sound frequencies in measurements is discussed.

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОХЛЕАРНЫХ ИМПЛАНТОВ

Трушкина А. В., Тыщук Ю. Н.
Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: nazarovaanastasia724@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены особенности структурной схемы кохлеарных имплантов, их основные принципы работы и перспективы развития систем КИ с учетом улучшения качества звука.

1. Введение

Согласно оценкам ВОЗ, до 5 % людей страдает выраженной или тяжёлой степенью нейросенсорной тугоухости и вынуждены использовать системы, компенсирующие потерю слуха. В качестве таких аппаратов используются кохлеарные импланты (КИ), которые путём воздействия электрических импульсов на слуховой нерв позволяют пациенту в достаточной степени воспринимать звуки и речь.

В докладе представлены основные принципы работы КИ, приведена структурная схема, рассмотрены особенности построения и предложен наиболее оптимальный вариант обработки звука.

2. Основная часть

Структурная схема КИ (рис. 1) состоит из двух основных частей.

1) Внешняя часть КИ включает микрофон, улавливающий звуковые волны и преобразующий их в электрический сигнал, речевой процессор, анализирующий сигнал, разбивающий его на частотные полосы и преобразующий эти полосы в серию электрических импульсов и катушки, которая передает обработанные сигналы через беспроводной канал связи к имплантируемой части КИ.

2) Внутренняя часть КИ, которая имплантируется под кожей вблизи височной кости и представляет собой приемник, который получает сигналы от передатчика, декодирует их в последовательность электрических сигналов и посылает их на электроды. Электрические импульсы стимулируют волокна слухового нерва. Разные части слухового нерва стимулируются разными электродами в соответствии с частотным диапазоном звука, которая поступила на микрофон изначально. Волокна слухового нерва передают информацию в слуховые центры мозга, где информация о речевых и неречевых сигналах обрабатывается, и после этого человек способен воспринимать звуки, музыку и речь.

Современные модели КИ имеют от 8 до 24 электродов, но число задействованных из них в каждый момент времени определяется прежде всего используемой стратегией кодирования сигналов, так что их число и расположение определяют частотный диапазон сигналов, передаваемых КИ. В разных системах он составляет от 300—5500 Гц до 180—10000 Гц. При этом для передачи речевого сигнала достаточно 8—12 электродов [2].К перспективным направлениям развития КИ относят, прежде всего, улучшение качества звука и разборчивости речи с помощью более совершенных алгоритмов обработки звука [2], создание полностью имплантируемых устройств и понижение энергопотребления систем КИ [3].

3. Заключение

Таким образом, рассмотрена структурная схема КИ и представлены ее основные принципы работы. Перспективы развития систем КИ заключаются в улучшении стратегий обработки звука и создании полностью имплантируемых систем, что позволит улучшить удобство использование устройства пациентами и качество звука.

4. Список литературы

[1] Королева, И. В. Кохлеарная имплантация глухих детей и взрослых / И. В. Королева. — СПб. : КАРО, 2012. — 752 с.

[2] Пономарев, В. А. Обобщение алгоритмов Герцеля и скользящего параметрического дискретного преобразования Фурье / В. А. Пономарев // Цифровая обработка сигналов. — 2014. — № 1. — С. 3.

[3] Choi C. Cochlear Implants and Hearing Preservation / C. Choi, Y. Lee // Cochlear Implant Res. Updat. — 2012. — Vol. 2. — No 2005. — P. 7—13.

FEATURES OF CONSTRUCTION AND DEVELOPMENT PROSPECTS OF COCHLEAR IMPLANTS

Trushkina A. V., Tyschuk Y. N.
Scientific advisor: Tyschuk Y. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The features of the block diagram of cochlear implants, its basic principles of operation and prospects for the development of AI systems, taking into account the improvement of sound quality, are considered.

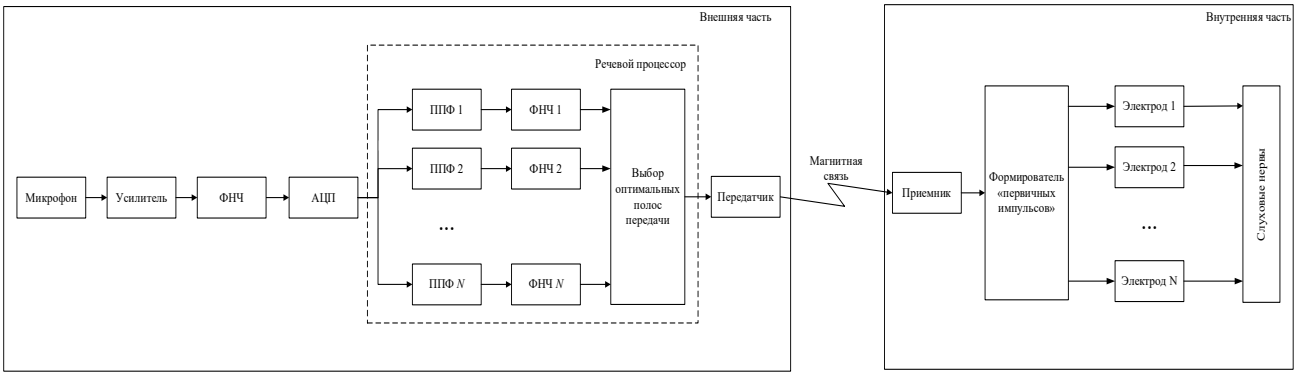


Рис. 1

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА ГЕРЦЕЛЯ В СИСТЕМАХ КОХЛЕАРНЫХ ИМПЛАНТОВ

Трушкина А. В., Тыщук Ю. Н.
Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: nazarovaanastasia724@gmail.com

Аннотация — Представлена структурная схема речевого процессора КИ с основной обработкой звука с применением алгоритма Герцеля и описаны основные преимущества применения данного метода в системах КИ.

1. Введение

Несмотря на значительный прогресс в области кохлеарных имплантов (КИ), разработка более совершенных алгоритмов кодирования звука остается ключевой и наиболее актуальной задачей. Такие алгоритмы должны учитывать особенности восприятия человеческим ухом акустических сигналов, чтобы обеспечить максимально естественное восприятие звуков, музыки и речи.

2. Основная часть

На рис. 1 представлена структурная схема речевого процессора, основная обработка звука которого происходит с использованием алгоритма Герцеля.

Звуковой сигнал, поступающий на КИ, проходит набор полосно-пропускающих фильтров (ППФ), каждый из которых выделяет определенный частотный диапазон, разбивая сигнал на несколько отдельных полос. Далее к каждой частотной полосе применяется алгоритм Герцеля для вычисления дискретного преобразования Фурье (ДПФ), что позволяет получить информацию об амплитуде и фазе сигнала на разных частотах. Из полученного ДПФ извлекается огибающая, которая показывает изменение амплитуды во времени и отражает динамические изменения звука.

Поскольку слуховой нерв человека имеет ограниченный динамический диапазон восприятия звуков, огибающая подвергается нелинейному сжатию, чтобы увеличить динамический диапазон сигнала. Для исключения высокочастотных составляющих, которые не воспринимаются слуховым нервом, сжатая огибающая проходит через фильтр нижних частот (ФНЧ) и затем поступает на электроды КИ.

Алгоритм Герцеля (рис. 2) — это метод цифровой обработки сигналов, используемый для расчета отдельных членов ДПФ в форме рекурсивного фильтра. В системах КИ использование данного метода, обеспечивает более эффективное и гибкое использование за счет уменьшения объема вычислительных ресурсов, что позволяет сократить время обработки сигнала и энергопотребление.

Таким образом, алгоритм Герцеля обуславливает возможность адаптации КИ к различным частотным полосам и индивидуальным особенностям слуха пользователя.

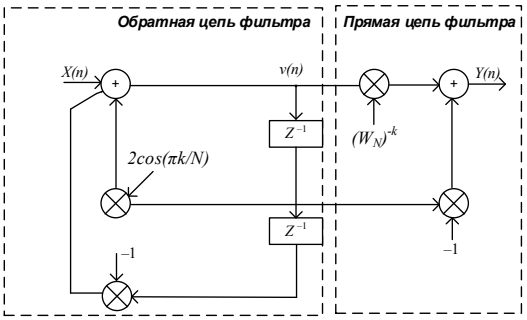


Рис. 2

3. Заключение

Алгоритм Герцеля обеспечивает качественную обработку звукового сигнала, позволяя передавать более полную информацию о звуке на электроды. Благодаря этому, пользователи КИ могут воспринимать более широкий спектр звуков, улучшая качество своей жизни.

4. Список литературы

[1] Глуховский, Е. М. Разработка алгоритма кодирования звука для системы кохлеарной имплантации / Е. М. Глуховский, А. И. Егоров, М. И. Карапетянц // Приборы и техника эксперимента. — 2021. — № 4. — С. 105—118.

GOERTZEL ALGORITHM APPLICATION IN COCHLEAR IMPLANTS SYSTEMS

Trushkina A.V., Tyschuk Y. N.
Scientific advisor: Tyschuk Y. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A block diagram of a speech processor CI with basic sound processing using the Herzel algorithm is presented and the main advantages of using this method in CI systems are described.

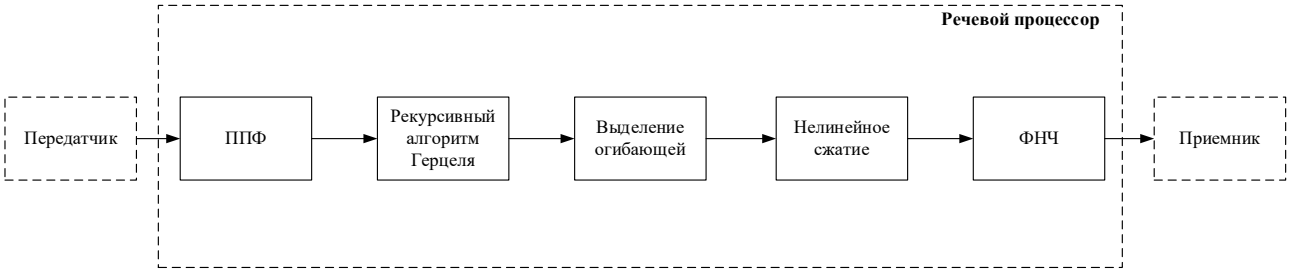


Рис. 1

СЖАТИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ МЕТОДОМ ДЕКОМПОЗИЦИИ БИНАРНЫХ ФИГУР В СИСТЕМЕ ПЕРЕДАЧИ ВИДЕОПОТОКА

Салтановский В. А., Дурманов М. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук Дурманов М. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: netallw@mail.ru

Аннотация — Разработан алгоритм сжатия видеоинформации на основе разработанного близкого к оптимальному алгоритму декомпозиции трёхмерных бинарных фигур. Экспериментально проверена эффективность разработанного алгоритма сжатия.

1. Введение

В настоящее время получило широкое развитие компьютерное зрение — автоматическая обработка видеоинформации. Видеоданные в чистом виде представляют собой огромный объём информации, поэтому видеопоток сжимается с потерями. В большинстве форматов видеоданных в сжатии участвует дискретное косинусное преобразование (ДКП). Это связано с тем, что основной оценкой качества видео является субъективная оценка зрителя. Однако наибольшие затруднения для систем компьютерного зрения вызывают артефакты сжатия, вызванные ДКП. В работе представлена разработка алгоритма сжатия кадров видео, учитывающая потребности компьютерного зрения.

2. Основная часть

Вычисление моментов изображения (взвешенная сумма значений пикселей) происходит попиксельно, соответственно расчёт моментов изображения можно ускорить, если выделить области с одинаковым значением пикселей. Операция перехода от множества пикселей к множеству непересекающихся однородных прямоугольников называется декомпозицией [1].

Декомпозиция также является способом сжатия бинарных изображений. Она используется на битовых плоскостях изображения [2].

Изображения, полученные через видеокамеру, содержат шум, что не является полезной информацией, и малое искажение значений пикселей, например, квантованием, допустимо.

Чтобы уменьшить количество прямоугольников на битовых плоскостях, используется код Грея [2].

В качестве альтернативы можно уменьшить количество прямоугольников на битовых плоскостях за счёт построения таблицы частоты элементов, и их замена такая, что достигается наибольшее количество нулей.

Например, зашумлённую битовую плоскость, где много единиц, можно инвертировать. Байты цветового канала можно заменить так, что чаще всего будет встречаться нулевой байт. Построение таблицы размером 16 млн элементов для эффективной замены цвета пикселей нецелесообразно.

В работе рассмотрены оба варианта минимизации количества прямоугольников.

Информация о прямоугольниках (положение и размер) не может быть потеряна, поэтому необходим особый подход к её сжатию.

Было замечено, что фигуры на битовых плоскостях можно объединить в третьем измерении, поэтому разумно выполнить трёхмерную декомпозицию. Был разработан близкий к оптимальному алгоритм трёхмерной декомпозиции. В работе выполнено сравнение результатов двумерной и трёхмерной декомпозиции.

На данный момент дальнейшее сжатие производится архиватором *RAR*.

Средний размер кадров относительно формата сжатия *png* приводится в таблице 1.

Таблица 1

Формат	Относительный размер
png	1
Разраб. без потерь	0,91
Разраб. с потерями	0,54
jpeg, 75% качество	0,11

На рис. 1 показан размер шести изображений относительно их размера в формате *png*.

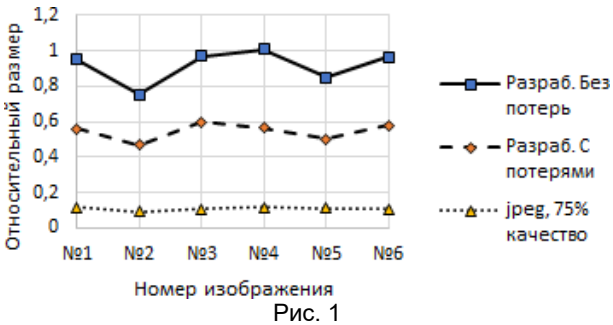


Рис. 1

По рис. 1 видно, что разработанный алгоритм без потерь позволяет в среднем увеличить сжатие по отношению к *png*, но не для каждого изображения.

3. Заключение

Таким образом, разработан алгоритм сжатия кадров видеопотока с использованием декомпозиции бинарных фигур.

Выявлена возможность увеличения коэффициента сжатия путем декомпозиции трёхмерных бинарных фигур.

4. Список литературы

[1] Suk, T. Decomposition of binary images A survey and comparison / T. Suk, C. Höschl, J. Flusser. // Pattern Recognition. — 2012. — Vol. 45, No 12. — P. 4279—4291.
[2] Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. — М. : Техносфера, 2012. — 1104 с.

IMAGE COMPRESSION USING BINARY FIGURE DECOMPOSITION IN VIDEO STREAM TRANSMISSION SYSTEM

Saltanovsky V. A., Durmanov M. A.
Scientific adviser: Durmanov M. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The algorithm of video compression based on algorithm of decomposition of three-dimensional binary figures was proposed. The efficiency of the developed compression algorithm has been experimentally proved.

ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПО ДЛЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Пилюгин А. А., Андреева О. Ю., Мурзин Д. Г.
Научный руководитель: канд. техн. наук Мурзин Д. Г.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: artempilugin55@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены характеристики трех современных программ для конструирования и производства радиоэлектронных средств, такие как *Delta Design*, КОМПАС-3D, *T-Flex CAD*.

1. Введение

Основная цель импортозамещения в России — обеспечить экономическую безопасность страны. В этой связи, применение отечественного программного обеспечения для конструирования и производства радиоэлектронных средств является крайне актуальной задачей. Рассмотрим современное ПО для конструкторов РЭА используемое в нашем вузе.

2. Основная часть

Компания Эремекс — ведущий разработчик САПР РЭА разработала первую современную отечественную систему автоматизированного проектирования печатных плат *Delta Design* [1] с полной поддержкой российских ГОСТов, а также совместима с международными стандартами. Delta Design построена на базе транзакционной СУБД IPR, обеспечивающей целостность, надежность и безопасность хранения данных.

Функционал САПР *Delta Design* обеспечивает:

— формирование баз данных радиоэлектронных компонентов и поддержание ее в актуальном состоянии;

— разработка схем электрических принципиальных;

— разработка конструкции печатных плат;

— расположение компонентов и проведение полуавтоматической и автоматической трассировки печатных плат;

— выпуск конструкторской документации;

— выпуск производственной документации.

Система *Delta Design* встраивается в существующую ИТ-инфраструктуру предприятия, имея налаженное взаимодействие с системами класса *CAD*, *ECAD*/*EDA*, *PLM*, *PDM*, *CAM*, *CAE* и другими. Например, совместно с САПР КОМПАС-3D и ЛОЦМАН:*PLM* (разработчик АСКОН, РФ) позволяет организовать на предприятии сквозной цикл разработки изделий приборостроения. Интеграция систем *Delta Design* и КОМПАС-3D позволяет конструктору располагать компоненты на плате с учетом 3D-конструктива всего изделия. Интеграция систем обеспечивается за счет двунаправленного обмена 3D-моделями разрабатываемой платы [1].

Изучение САПР Компас фирмы АСКОН является неотъемлемой частью современного базового образования инженера. В комплекс КОМПАС входит специализированное приложение для автоматизированного проектирования электрооборудования КОМПАС-Электрик [2].

Еще одной САПР изучаемой в университете является *T-Flex CAD*. *T-FLEX* Электротехника — это интегрированный в *T-FLEX CAD* программный модуль, решающий полный спектр задач при проектировании электротехнических изделий различного назначения:

— поддержка и использование библиотек условно графических обозначений с учетом требований ГОСТ, библиотек параметрических 3D-моделей компонентов;

— проектирование электрических схем в едином информационном пространстве;

— разработка 3D-компоновки изделий с электромонтажом на основе схем с ассоциативной связью объектов схемы и 3D-моделями;

— создание комплекта конструкторской документации на основе данных 3D-компоновки;

— прямая интеграция с *T-FLEX DOCs*: использование единой библиотеки электротехнических изделий, сохранение состава изделия и документов, управление ревизиями.

Применение *T-FLEX* Электротехника в задачах проектирования сложных электротехнических изделий предоставляет пользователям возможность коллективной работы по принципу «Сверху-вниз» или «Снизу-вверх» в пределах одной платформы и единой информационной базы [3].

3. Заключение

Таким образом, рассмотрев три современных отечественных программных продукта, видно, что отечественное ПО имеет преимущество над зарубежными аналогами в том, что оно разработано в соответствии со стандартами РФ, но в тоже время не исключает возможности работы с международными стандартами.

4. Список литературы

[1] Система автоматизированного проектирования электронных устройств [Электронный ресурс] / Delta Design. — Режим доступа: https://ascon.ru/source/articles/delta-design-prezentaciya-2.pdf.

[2] Теверовский, Л. Компас для эфективного проектирования электрический устройств [Электронный ресурс] / Л. Теверовский, О. Зыков, А. Гуревич // САПР и графика. — 2004. — № 12. — Режим доступа: https://sapr.ru/article/8319.

[3] T-FLEX Электротехника - Проектирование электротехнических изделий [Электронный ресурс] / Топ системы. — Режим доступа: https://www.tflex.ru/products/priklad/electrical/

OVERVIEW OF MODERN DOMESTIC SOFTWARE FOR DESIGN AND PRODUCTION OF RADIOELECTRONIC EQUIPMENT

Pilyugin A. A., Andreeva O. Yu., Murzin D. G.
Scientific adviser: Murzin D. G.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The characteristics of three modern programs for the design and production of electronic equipment, such as Delta Design, KOMPAS-3D, T-Flex CAD, are considered.

ОСОБЕННОСТИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ТРОИЧНОЙ ЛОГИКИ

Воронёнков В. Ю., Лукьянчиков А. В., Помогайко Н. Н.
Научный руководитель: канд. техн. наук Лукьянчиков А. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: brain75@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена особенности операции инверсии для троичной логики в плоскости создания системы моделирования такой логики.

1. Введение

N-мерная логика становится всё более важной для современного общества, поскольку она открывает новые горизонты в понимании и обработке информации. В мире, где данные становятся основным ресурсом, способность учитывать множество факторов и их взаимосвязи позволяет принимать более обоснованные решения.

Трехзначная логика, с ее четкой структурой, предоставляет достаточно выразительности для работы с ситуациями, где информация может быть неполной или неясной. Например, в системах мобильной связи, где требуется «интеллектуально» определять зоны покрытия [1] или в базах данных распределенных систем сбора информации [2] она позволяет эффективно обрабатывать запросы с неопределенными параметрами. Поэтому в этой работе рассматриваются особенности представления троичной логики, с целью создания системы моделирования устройств использующих эту логику.

2. Основная часть

В плане теоретического подхода известны логические операции «Сильной логики неопределённости» Стивена Клини и «Парадоксальной логики» Грэма Приста [3]. Обе логики используют три логических значения: «ложь», «неопределённость» (в логике Приста — «парадокс») и «истина». В логике Клини эти значения обозначаются буквами F (ложь), U (неизвестно) и T (истина), а в логике Приста — числами −1, 0 и 1. В логике Клини значение U присваивается выражениям, которые на самом деле имеют значения T или F, но в данный момент это значение неизвестно по каким-либо причинам, что приводит к неопределённости. Переходы между логическими состояниями с помощью операции инверсии представлены на рисунке 1.

На рисунке 1, а стрелками показаны переходы в бинарной логике, каждое из состояний может перейти друг в друга. На рисунке 1, б показаны переходы с помощью операции инверсии для логики Приста и Клини. Если проанализировать то возможные переходы T—F и U— ¬U. И получается что значение U является «особым» и для него есть «своя» операция инверсии и из него никак нельзя получить два других состояния системы. Таким образом вместо троичной системы получается две двоичные системы расположенные ортогонально. На наш взгляд троичная операция инверсии должна позволять осуществлять переходы между всем тремя состояниями и эти состояния должны быть равнозначными как изображено на рисунке 1, в. Такая операция называется «циклической инверсией» [4]. Однако стоит учитывать, что операция инверсии в троичной логике не является операцией отрицания, поскольку результат инверсии дает лишь половину операции отрицания. Например «НЕ 1» это 0 (согласно рис. 1,в), но это лишь часть «НЕ 1», также «НЕ 1» это -1.

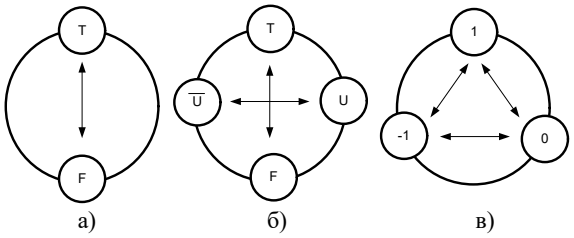


Рис. 1

Другими словами, полное отрицания — это оставшиеся состояния от входного сигнала (например, «полное НЕ 1» это 0 и -1). Таким образом, этот результат можно распространить на логики более высокого порядка, в частности для произвольной N-мерной логики полное отрицание это N-1 состояний которые не равны входному значению. Для троичной системы в цифровой технике это будет означать что «полный» инвертор будет иметь один вход и два выхода, что необычно.

3. Заключение

Таким образом, при создании системы моделирования следует учитывать, что инвертор и устройство реализующее операцию отрицания это суть разные устройства и первое входит в состав второго трижды.

4. Список литературы

[1] Review and study of software packages for emulating 2G/4G mobile networks / A. A. Savochkin [et al.] // Third Int. Conf. on Optics, Computer Applications, and Materials Science (CMSD-III 2023), Dushanbe, 20—22 Dec 2023. — Washington : SPIE-SOC PHOTO-OPTICAL INSTRUMENTATION ENGINEERS, 2024. — Vol. 13065. — P. 130650V. — DOI 10.1117/12.3025072.

[2] Distributed intelligent measuring and information system for monitoring coastal environmental parameters / A. A. Bezgin [et al.] // Journal of Physics : Conference Series, Krasnoyarsk, Russia, 24 Sep 2021 // Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. — Krasnoyarsk : IOP Publishing Ltd, 2021. — Vol. 2094. — P. 32028. — DOI 10.1088/1742-6596/2094/3/032028.

[3] Priest, G. The logic of paradox / G. Priest // Journal of Philosophical Logic. — 1979. — Vol. 8 (1). — P. 219—241.

[4] Блатов, И. А. Математическая логика и теория алгоритмов : учебное пособие / И. А. Блатов, О. В. Старожилова. — Самара : ПГУТИ, 2017. — 214 с.

FEATURES OF REPRESENTING TERNARY LOGIC

Voronenkov V. Yu., Lukyanchikov A. V.,
Pomogayko N. N.
Scientific adviser: Lukyanchikov A. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The features of the inversion operation for ternary logic are considered in the context of creating a modeling system for such logic.

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИБОРА ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ПОМЕХИ

Кубрин С. А., Берлад А. П., Зюзин Д. А., Ларин Д. А., Лукьянчиков А. В., Козлов В. Н.
Научный руководитель: канд. техн. наук Лукьянчиков А. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: brain75@mail.ru

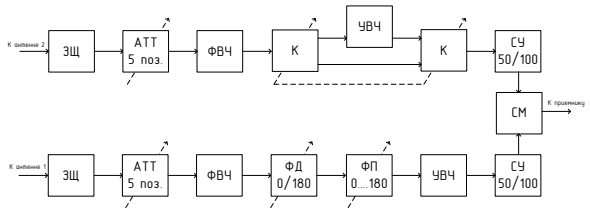
Аннотация — Рассмотрены особенности моделирования прибора для подавления пространственной помехи фазовым методом в системе GNU Radio.

1. Введение

Разработка прибора для подавления пространственной помехи в коротковолновом диапазоне является актуальной задачей и важной для современного общества. Во-первых, коротковолновой диапазон используется во многих сферах, таких как радиосвязь. Помехи в этом диапазоне могут значительно снизить качество связи, что приводит к потере информации и затрудняет общение. Разработка прибора для подавления помехи поможет улучшить качество связи и обеспечить более надежную передачу данных. Данный подход может быть расширен и на более высокочастотный диапазон, а именно для решения задач электромагнитной совместимости [1] базовой станции LTE. Поэтому в этой работе решается задача особенности моделирования прибора для подавления пространственной помехи.

2. Основная часть

Разработанная структурная схема прибора для подавления пространственной помехи приведена на рисунке 1.



ЗЩ — защита входа; АТТ — аттенюатор; ФД — фазовращатель дискретны; ФП — фазовращатель плавный; К — переключатель; СУ — согласующие устройство; СМ — сумматор

Рис. 1

Сигналы с обеих антенн, которые могут иметь управляемую поляризацию как в [2], сначала попадает в блок защиты от перенапряжений. Защита состоит из ограничителя тока и напряжения. Аттенюаторы используются дискретные. ФВЧ необходим для минимальной фильтрации помех от СВ-вещания. Далее сигнал с первой антенны поступает на фазовращатель, который состоит из двух элементов. Двухпозиционного дискретного фазовращателя 0/180 градусов и плавного фазовращателя для точной подстройки, который работает в диапазоне 0…180 градусов.

На выходе использован сумматор с высокой развязкой и малыми потерями. Перед ним стоят согласующие устройства чтобы согласовать выходные цепи плеч с сопротивлением сумматора для уменьшения потерь.

В верхнем положении коммутатора К на вход СУ поступает сигнал со второй антенны. При малом сигнале необходимо включать УВЧ в верхнем плече.

На рисунке 2 приведена разработанная модель в программе *GNU Radio*, по которой проводилось моделирование. В качестве полезного сигнала используется сигнал АМ синтезированный с помощью трех генераторов и сумматора.

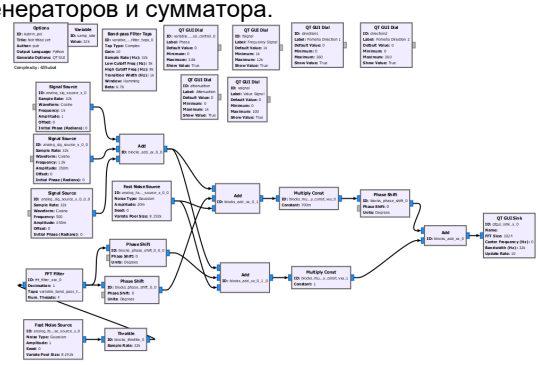


Рис. 2

Помеха выполнена в виде генератора шума, причем чтобы эмулировать, что помеха является пространственной, то на каждый из входов приемника помеха приходит с разными набегами фазы. Полезный сигнал приходит с одинаковыми фазами, что соответствует пространственному положению полезного сигнала в направлении 0 градусов. Проведено математическое моделирование по этой модели.

3. Заключение

В результате моделирования установлено, чтобы получить подавление помехи на менее чем на 30 дБ, аттенюатор может быть дискретным, пятиразрядным с дискретом 0,5 дБ, а фазовращатель можно сделать комбинированным часть дискретным, а часть с плавной регулировкой для точной подстройки.

4. Список литературы

[1] Electromagnetic compatibility studies between haps and imt terrestrial networks of legacy mobile standards (gsm, umts, lte) in the frequency bands below 2.7 ghz / A. S. Pastukh [et al.] // T-Comm. — 2024. — Vol. 18. — No 5. — P. 49—60. — DOI 10.36724/2072-8735-2024-18-5-49-60..

[2] Lobkova, L. M. Method of control of radiation characteristic of conical spiral antenna / L. M. Lobkova, A. V. Lukyanchikov, I. A. Evstigneev // 20th Int. Crimean Conf. Microwave and Telecommunication Technology (CriMiCo), Conference Proceedings, Sevastopol, Crimea, 13–17 Sep 2010. — 2010. — P. 595—596. — DOI 10.1109/crmico.2010.5632488.

FEATURES OF MODEL OF DEVICE FOR SUPPRESSING SPATIAL INTERFERENCE

Kubrin S. A., Berlad A. P., Zyuzin D. A., Larin D. F., Lukyanchikov A. V., Kozlov V. N.
Scientific adviser: Lukyanchikov A. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The features of modeling a device for suppressing spatial interference using the phase method in the GNU Radio system have been examined.

ОБНАРУЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ НА ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ГЕНЕРАЦИИ ДАТАСЕТОВ

Баймуханов Н. С., Крамарь В. А.
Научный руководитель: д-р тех. наук, проф. Крамарь В. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: nikitabamuhanov@gmail.com

Аннотация — Рассмотрен подход к обнаружению объектов на водной поверхности с использованием нейронной сети YOLOv8. Разработан алгоритм автоматической генерации и разметки данных для обучения модели. Представлены результаты тестирования, показавшие высокую точность и производительность системы.

1. Введение

Одной из ключевых проблем при разработке систем распознавания объектов на водной поверхности является ограниченный доступ к данным для обучения моделей.

В рамках данного исследования был разработан алгоритм для автоматического создания датасета с использованием генерации данных и автоматической разметки изображений.

Это позволило значительно ускорить процесс подготовки данных, а также повысить эффективность обучения модели.

2. Основная часть

При разработке системы распознавания объектов на водной поверхности необходимо решить несколько ключевых задач, включая создание эффективного датасета и разработку алгоритмов для точного и быстрого распознавания.

Ограниченный доступ к реальным данным усложняет задачу, что привело к необходимости автоматизации процесса генерации и разметки данных. Для решения этой проблемы был предложен алгоритм автоматической генерации изображений с использованием моделей типа Stable Diffusion, а также методика автоматической разметки данных с помощью нейронной сети YOLOv8.

Особенностью предложенного подхода является возможность синтеза датасета с высоким качеством и разнообразием изображений. Автоматическая разметка выполняется с использованием предварительно обученной модели, что значительно ускоряет процесс подготовки данных. Генерация изображений производится на основе текстовых запросов, что позволяет создать множество уникальных изображений для обучения модели.

На рис. 1 показан процесс автоматической разметки данных с использованием модели YOLOv8.

Представленные методики обеспечивают точность и производительность системы распознавания объектов, соответствующую уровню лучших доступных методов, при этом модели имеет приемлемую скорость работы на устройствах с ограниченными вычислительными ресурсами. Это делает разработанный подход пригодным для использования в реальных условиях эксплуатации, таких как морская логистика, оборонные системы и экологический мониторинг.

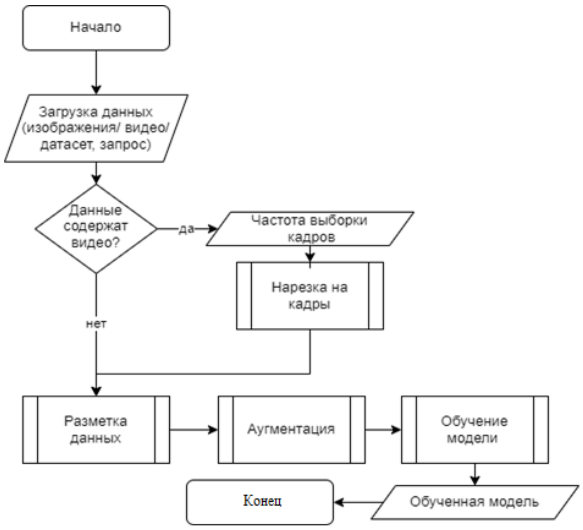


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, разработан алгоритм автоматической генерации и разметки данных для обучения нейронной сети YOLOv8, предназначенной для обнаружения объектов на водной поверхности. Подтверждена эффективность предложенного подхода, позволяющего сократить время подготовки данных при сохранении высокой точности распознавания. Показано, что использование автоматической генерации данных и разметки обеспечивает производительность модели, превосходящую стандартные методы, при этом достигается высокая скорость работы на устройствах с ограниченными вычислительными ресурсами.

4. Список литературы

[1] Skolnik, M. I. Radar Handbook / M. I. Skolnik. — McGraw-Hill, 2008. — 846 p.
[2] Li, Y. A Novel Target Detection Method / Y. Li, J. Guo, Z. Wang // Sensors (Basel). — 2020. — P. 24—33.

OBJECT DETECTION ON WATER SURFACES USING NEURAL NETWORKS AND AUTOMATED DATASET GENERATION

Baymukhanov N. S., Kramar V. A.
Scientific adviser: Kramar V. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the approach to object detection on water surfaces using the YOLOv8 neural network is presented. The algorithm for automated data generation and annotation for model training was developed. Test results are presented, demonstrating high accuracy and performance of the system.

МЕТОДЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПРИЛОЖЕНИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ СРЕДСТВАМИ ТРЕХМЕРНЫХ ИГРОВЫХ ДВИЖКОВ

Овдин А. Е., Саклаков В. М.
Научный руководитель: Саклаков В. М.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия
E-mail: ovdin_00@mail.ru

Аннотация — В докладе рассмотрены ключевые аспекты разработки приложений для гарнитур виртуальной реальности на примере видеоигр. Описываются особенности работы VR-приложений и методы их программирования.

1. Введение

Системы виртуальной реальности представляют собой перспективное направление в сфере информационных технологий. С общим развитием производительных мощностей повышаются и функциональные возможности данного типа устройств. Главным преимуществом таких гарнитур является высокая степень погружения пользователя в виртуальное пространство. Одним из способов разработки приложений для гарнитур виртуальной реальности является использование трехмерных движков. В докладе описываются методы реализации VR-приложений (VR с англ. Virtual reality — Виртуальная реальность), средствами данного типа программ на примере разработки видеоигры.

2. Основная часть

Существуют как зарубежные, так и отечественные трехмерные движки, различающиеся функционалом и сферой применения. Их используют для создания игр, образовательных VR-тренажеров, приложений дополненной реальности, компьютерных симуляций и цифровых двойников [1]. Выбор конкретного движка зависит от требований, предъявляемых к разрабатываемому приложению.

Программисты ориентируются на целевые гарнитуры, для которых ведется разработка. Их можно разделить на два типа: стационарные и автономные. Первые транслируют изображение с ПК на шлем, а вторые проводят вычисления самостоятельно.

В докладе описывается внутренняя структура функционирования VR-приложений. В общем плане она схожа с жизненным циклом любой другой видеоигры и основывается на покадровом отображении сцены:

— инициализация, то есть задание первоначальных значений;

— просчитывание физики;

— ввод данных с внешних устройств, например, клавиатуры, шлема или контроллеров;

— непосредственно логика приложения;

— рендеринг, то есть отрисовка сцены.

Главным отличием от классических видеоигр выступает задействование физического положения тела пользователя, которое проецируется в виртуальный мир. Для этого в шлем и контроллеры встроены датчики, такие как акселерометры и гироскопы.

До недавнего времени отдельной проблемой выступала необходимость вручную адаптировать VR-приложение для гарнитур разных производителей. Проблема была решена с появлением единого открытого формата доступа к виртуальной и дополненной реальности. Он позволил упростить разработку, объединив разрозненные стандарты в один.

Контроллеры в зависимости от модели могут иметь различный набор клавиш: джойстик, захват, триггер, сенсорную панель, вызов меню и кнопки для дополнительных действий.

Приложения виртуальной реальности также требуют от разработчиков более качественной оптимизации, так как рендеринг изображения происходит сразу на два экрана внутри шлема. Этого можно достичь двумя способами: совершенствую программную логику или работая с визуальной составляющей: текстурами, светом, тенями и моделями.

В докладе в качестве примера выступает видеоигра в жанре «Хоррор», разработанная в рамках магистерской практики. На рис. 1 отображена сцена из разработанной игры. Пользователь держит в руках фонарик и освещает пространство.



Рис. 1

Для её реализации был использован дополнительный фреймворк, воплощающий часть базового функционала VR-приложений, такие как анимация рук, инвентарь или двери.

3. Заключение

Таким образом, разработан прототип игры для систем виртуальной реальности с использованием средств, предоставляемых трехмерным игровым движком. Описаны методы программирования приложений для VR-гарнитур.

4. Список литературы

[1] Харькова, А. Д. Анализ программного обеспечения для разработки образовательных VR приложений [Электронный ресурс] / А. Д. Харькова // Научные известия. — 2022. — № 28. — Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-programmnogo-obespecheniya-dlya-razrabotki-obrazovatelnyh-vr-prilozheniy.

METHODS OF PROGRAMMING VIRTUAL REALITY APPLICATIONS USING THREE-DIMENSIONAL GAME ENGINES

Ovdin A. E., Saklakov V. M.
Scientific adviser: Saklakov V. M.
National Research Tomsk Polytechnic University, Russia

Abstract — In the report, key aspects of developing applications for virtual reality headsets using video games as an example are considered. The features of VR applications and their programming methods are described.

УЛУЧШЕНИЕ ТЕКСТОВОГО ЗАПРОСА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ГЕНЕРАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Андриянов Н. А., Матусков Н. И., Абдуллаев Т. Э., Шориков Н. С., Гаврилов А. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Андриянов Н. А.
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Россия
E-mail: nikita-and-nov@mail.ru

Аннотация — Представлено исследование по улучшению качества генерации изображений с использованием дообученной диффузионной нейросети StableDiffusion 1.5, внедрением языковой модели GPT-2 для автоматического дополнения текстовых запросов пользователя.

1. Введение

За последние несколько лет область генерации изображений стремительно развивается. Генеративные модели находят всё более широкое применение в различных сферах. Таким образом, возникает необходимость в совершенствовании моделей для повышения доверия к воспроизводимым ими результатам. Немаловажным является генерация более адекватного контента, который может быть использован в важных задачах, как создание баннеров, разработка персонажей игр, обложек для книг и другие.

Одним из таких способов улучшения генеративных моделей является совершенствование текстовых промптов. Такие запросы позволяют избежать неоднозначностей и ошибок. Как следствие продуктивность работы повышается, обеспечивая более релевантные и качественные результаты.

Ранее модели генерации были одномодальными и, чаще всего, генерировали изображение в форме случайного поля яркости [1, 2]. Однако в настоящее время наиболее популярным является подход преобразования текста описания изображения (промпта) в картинку. Некоторые исследователи выдвигали свои методы улучшения промптов. Например, в статье [3] рассматривается технология преобразования текста в изображение на тайском языке. Предварительно обученная модель используется для преобразования текста в текст — перевод с тайского на английский. Более того, генерация изображения выполняется в соответствии с семантической текстовой подсказкой (промптом) с помощью Stable Diffusion модели. В статье [4] рассмотрены методы измерения эффекта, который оказывают определенные слова и фразы в подсказках на результат генерации. Авторы предложили руководство по выбору подсказок(промптов) для получения желаемого эффекта.

2. Основная часть

В данном исследовании в качестве модели для генерации изображений была взята диффузионная нейросеть StableDiffusion 1.5, специально дообученная для генерации портретов в стиле пиксель-арт.

Для достижения результатов по изменению текстового описания использована модель GPT-2 от OpenAI, дообученная для работы с промптами. Данные для дообучения LLM были взяты с ресурса Lexica.art и представляют собой пары качественных запросов и изображений. Они помогают модели лучше понимать, какие детали должны присутствовать на изображении.

Дообученная модель совершенствует текст с помощью деталей и дополнительных ключевых тегов. Например, при вводе пользователем запроса «хакер» результат может быть не детализированным и обобщённым (рис. 1, слева).

Следует отметить, что наша модель добавила к изначальному запросу теги “киберпанк”, “детализированный”, “замысловатый”, “будущее”, которые существенно улучшили итоговое изображение (рис. 1, справа).



Рис. 1

Очевидно, изображение справа содержит больше деталей и в то же время соответствует не только добавленным тегам, но и исходному запросу.

3. Заключение

Таким образом, дообучение диффузионной модели, языковой модели позволило значительно улучшить качество генерации изображений. Автоматическое расширение промпта дополнительными тегами помогает избежать неточностей и создавать более детализированные результаты.

4. Список литературы

[1] Andriyanov, N. A. Use autoregressions with multiple roots of the characteristic equations to image representation and filtering / N. A. Andriyanov, K. K. Vasiliev // CEUR Workshop Proceedings. — 2018. — Vol. 2210. — P. 273—281.

[2] Андриянов, Н. А. Дискретные дважды стохастические авторегрессионные модели изображений / Н. А. Андриянов // Современные проблемы проектирования, производства и эксплуатации радиотехнических систем. — 2014. — № 9. — С. 69—72.

[3] Pakpoom, M. Thai Text-to-Image Prompt Engineering by Pre-trained Large Language with Stable Diffusion Model / M. Pakpoom, L. Mookdarsanit // Azerbaijan Journal of High Performance Computing. — 2023. — Vol. 6(1). — P. 171—190.

[4] Witteveen, S. Investigating prompt engineering in diffusion models / S. Witteveen, M. Andrews // arXiv preprint 2022. — arXiv:2211.15462.

IMPROVING PROMPTS FOR BETTER IMAGE GENERATION QUALITY

Andriyanov N. A., Matuskov N. I., Abdullaev T. E.,
Shorikov N. S., Gavrilov A. A.
Scientific advisor: Andriyanov N. A.
Financial University under the Government of the Russian Federation, Russia

Abstract — A study is presented on improving the quality of image generation using a pre-trained diffusion neural network StableDiffusion 1.5, implementing the GPT-2 language model for automatic augmentation of user prompts.

ОБУЧЕНИЕ ГЕНЕРАЦИИ НОВОГО СТИЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Андриянов Н. А., Лопаткин И. М., Алхажа О., Маликов Д. В., Новик О. С.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Андриянов Н. А.
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Россия
E-mail: nikita-and-nov@mail.ru

Аннотация — Представлено исследование по стилизации генеративной модели StableDiffusion 1.5 с помощью дообучения, за счет чего происходит улучшение качества и проработанности изображений.

1. Введение

В последние годы потребность в области генерации изображений стремительно растет. Генеративные модели активно находят применение в разнообразных сферах, поэтому возникает необходимость не только в улучшении генерируемых изображений, но и в стилизации контента под конкретные запросы.

Стилизация генерируемых изображений открывают возможности для использования данной области в креативных сферах.

При этом существуют также успешные решения по переносу стиля в инженерных задачах [1,2]. Однако основные решения направлены на сферу машинного обучения. Некоторые исследователи выдвигали свои методы стилизации генеративных моделей. Например, в работе [3] рассматриваются методы стилизации изображений с использованием нейронных сетей и их применение в различных областях. Ключевую роль играют методы нейронной стилизации, позволяющие добиться более реалистичных изображений. В работе [4] предлагается сеть стабильного распространения с учетом пикселей (PASD) для достижения надежного разрешения в реальном времени и персонализированной стилизации изображений. Такой подход позволяет генерировать разнообразные стилизованные изображения без сбора обучающих данных в виде парных изображений и текстовых описаний к ним.

2. Основная часть

Для обучения модели использовался небольшой специализированный набор данных, который содержит 500 изображений в стиле пиксель-арт (рис.1). Изображения сопровождались текстовыми описаниями – промптами. Каждое описание было уникальным, что позволяло модели лучше понимать взаимосвязь между текстом и контентом в рамках художественного стиля.



Рис. 1

В рамках исследования в качестве модели для генерации изображений была взята нейросеть StableDiffusion 1.5, специально дообученная для генерации портретов в стиле пиксель-арт. Такой подход позволил модели выучить детали нужного стиля, при этом сохранив высокое соответствие описанию.

Обучение модели Stable Diffusion 1.5 с использованием DreamBooth и LoRA заняло около 15 часов на графическом процессоре.

Сравнение моделей проводилось по генерациям на основе текстовых запросов. Например, для запроса «darth vader, pixel art», изначально модель выдала изображение, которое было слишком пикселизированным (рис. 2, слева). На генерации дообученной модели видны черты шлема, игра светотени, а также выраженные контуры (рис. 2, справа).



Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, удалось значительно улучшить качество генерации для заданного стиля. В дальнейшем работа может быть направлена на интеграцию нескольких стилей в одну модель.

4. Список литературы

[1] Andriyanov, N. A. Neural Network Style Transfer of Defects from Concrete to Metal to Improve Monitoring Efficiency / N. A. Andriyanov, V. E. Dementiev, L. Fu // 26th Int. Conf. on Digital Signal Processing and its Applications (DSPA). — 2024. — P. 1—4. — doi: 10.1109/DSPA60853.2024.10510141.

[2] Применение глубокого обучения для аугментации и генерации подводного набора данных с промышленными объектами / А. Ахмад, Н. А. Андриянов, В. И. Соловьев, Д. А. Соломатин // Вестн. Южно-Уральского гос. ун-та. Сер. : Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. — 2023. — Т. 23. — № 2. — С. 5—16.

[3] Бунина, Д. А. Технология нейронной стилизации изображений с помощью машинного и глубокого обучения: методы и применение / Д. А. Бунина, С. Р. Лузан // Вестн. Науки. — 2024. — №7 (76). — С. 18—24.

[4] Pixel-aware stable diffusion for realistic image super-resolution and personalized stylization / T. Yang [et al.] // arXiv preprint. — 2023. — arXiv:2308.14469.

LEARNING OF A NEW STYLE GENERATION USING MULTIMODAL DATA

Andriyanov N. A., Lopatkin I. M., Alhaja O., Malikov D. V., Novik O. S.
Scientific advisor: Andriyanov N. A.
Financial University under the Government of the Russian Federation, Russia

Abstract — The study on stylizing the generative model of StableDiffusion 1.5 using pre-training, thereby improving the quality and elaboration of images, is presented.

РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ РАЗВИТИЯ СПОРТСМЕНА НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ

Башарина А. Д., Лащенко И. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Лащенко И. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: sa0199448@gmail.com

Аннотация — Рассмотрено применение приложений, осуществляющих анализ движения на видеозаписи, для контроля спортивных и антропометрических параметров спортсменов. Приведены результаты разработки новых контрольных функций с помощью OpenCV.

1. Введение

Анализ тренировочного процесса и соревнований с помощью технологий машинного зрения проводится с момента возникновения этих технологий. Однако до последнего времени такие возможности были доступны только командам высокого уровня. Сегодня появились стартапы, предлагающие зрителям, например, оперативный анализ поведения игроков во время матча с помощью приложения на смартфоне [1]. Однако, было бы желательно использовать эти аналитические возможности не только для развлечения, но и в реальном тренировочном процессе для широких масс населения. Для этого нужно обеспечить возможность индивидуализации анализа. Тренер или сам спортсмен сможет сам определять «контрольные точки»: для различных видов спорта и даже для различных спортсменов они будут разными.

2. Основная часть

В работе приведены результаты анализа приложений контроля тренировочного процесса с помощью обработки видеозаписи или он-лайн выполнения упражнений.

На рис. 1 представлено окно одного такого приложения мониторинга тренировок с помощью Ultralytics YOLOv8 [1], к сожалению, недоступных на территории РФ. Основная цель такой аналитики параметров движения — адаптация тренировок для достижения лучших результатов.

Основа анализа — учет положения ключевых точек тела и суставов в режиме реального времени. Это позволяет получать мгновенную обратную связь о форме выполнения упражнений, подсчитывать повторения и измерять показатели эффективности. Такая опция предлагается для отжиманий и подтягиваний и еще некоторого ограниченного перечня упражнений.



Рис. 1

Вторая наиболее заинтересовавшая нас программа, разработана в РФ. Это приложение Musculus.ai [2]. Здесь (рис.2) с помощью анализа предложенного перечня упражнений выявляются особенности строения и состояния здоровья спортсменов, и даются рекомендации об упражнениях, которые могут исправить проблемы — реабилитации.

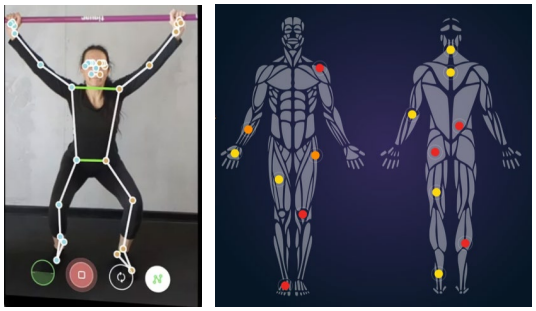


Рис. 2

Для полноценной помощи в работе тренера и тем более самостоятельных занятий такой функционал недостаточен. Видов спорта очень много, и каждый человек, выполняющий упражнения может испытывать трудности с различными аспектами освоения и автоматизации правильных движений. Поэтому была проведена работа по созданию небольших программных модулей с использованием библиотек OpenCV, позволяющих выполнить отдельное аналитическое действие по анализу видеозаписи: определить размер объекта, расстояние между типичными точками, отклонение от правильного положения и т.п. Рассматривались два варианта постановки задачи: для игрового спорта (бадминтон) и атлетики.

3. Заключение

С помощью таких модулей можно создать специальное приложение, которое будет адаптировано самим тренером для конкретного человека для отработки актуальной для него задачи.

4. Список литературы

[1] From Visualizations to Business Insights with Computer Vision [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.ultralytics.com/ru/blog/from-visualizations-to-business-insights-with-computer-vision

[2] Musculus — персонализированные тренировки на основе диагностики опорно-двигательного аппарата [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://vc.ru/tribuna/553721-musculus-personalizirovannye-trenirovki-na-osnove-diagnostiki-oporno-dvigatelnogo-apparata.

DESIGN OF PRINCIPLES FOR MONITORING ATHLETE DEVELOPMENT PARAMETERS BASED ON MACHINE VISION TECHNOLOGIES

Basharina A. D., Lashchenko I. V.
Scientific adviser: Lashchenko I. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The application of applications performing motion analysis on video recordings for monitoring sports and anthropometric parameters of athletes is considered. The results of the development of new control functions using OpenCV are presented.

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОМЕХОВОЙ ОБСТАНОВКИ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫМИ СПОСОБОМ ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Байздренко А. А., Игнашева Е. П., Ульченко А. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Байздренко А. А.
Черноморское высшее военно-морское орденов Нахимова и Красной Звезды училище имени П. С. Нахимова, Россия
E-mail: baizdrenko@mail.ru

Аннотация — рассмотрен вариант реализации лабораторного стенда для создания комплексной помеховой обстановки для ультразвуковых локационных систем при их изучении в ходе практики технического ВУЗа.

1. Введение

В современных условиях широко используются средства радиоэлектронной борьбы при решении дуэльных ситуаций. Ранее были рассмотрены ультразвуковые локационные стенды [2] разработанные и используемые в ходе практических занятий обучаемыми. Учитывая разнообразие и комплексность применения таких средств РЭБ в условиях сегодняшнего дня, используя возможности современных программно-аппаратных средств был разработан стенд по созданию комплексных помеховых ситуаций для локаторов, который предоставил возможность совершенствования как систем РЭБ, так и локационных систем, при их работе в сложной помеховой обстановке.

2. Основная часть

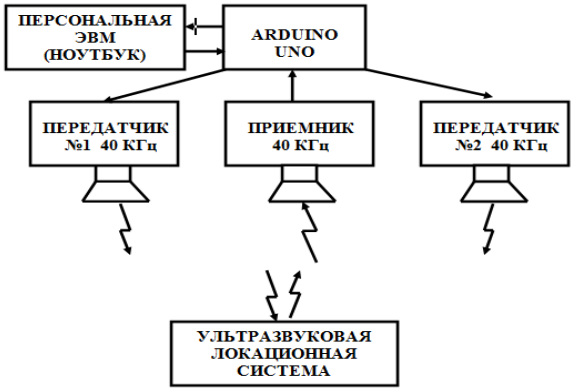


Рис. 1

На рис. 1 представлена структурная схема устройства формирования помеховой обстановки в ультразвуковом диапазоне. Управление устройством осуществляется от персональной ЭВМ (ноутбука), который через USB протокол взаимодействует с микроконтроллерным вычислителем на платформе Arduino UNO.

Этот вычислитель осуществляет управление двумя передатчиками и приемником работающих частоте 40 КГц. В качестве излучающих и принимающих элементов использованы пьезоэлементы с высокой добротностью, что не позволяет в широком диапазоне изменять частоту излучения и приема сигналов. Однако, все ранее созданные на кафедре ИТ устройства на ультразвуке работают на частоте 40 КГц, что делает данное устройство эффективным для подавления работы таких устройств. Для упрощения изготовления передатчиков и приемника в данной разработке использованы промышленные дальномеры типа HC-SR04, на которых была проведена модернизация.

Изменение режимов работы при формировании помех различных типов осуществляется программным способом. На данный момент реализованы следующие виды формируемых помех:

— прицельная по несущей частоте;

— прицельная на частоте сканирования систем сопровождения по угловым координатам;

— мерцающая помеха для систем сопровождения по угловым координатам;

— уводящая по дальности для систем сопровождения по дальности;

— хаотическая импульсная помеха;

— комплексная помеха со случайным переключением режимов.

4. Заключение

Проведенные исследования устройства показали его полную функциональность и возможность имитации указанных режимов для ранее созданных ультразвуковых стендов, что повышает достоверность проводимых на них исследований по физическому моделированию локационных систем в условиях типовых помех. С его помощью появляется возможность разработки рекомендаций для повышения эффективности работы локационных систем в условиях современной радиоэлектронной борьбы.

4. Список литературы

[1] Вакин, С. А. Основы радиопротиводействия и радиотехнической разведки / С. А. Вакин, Л. Н. Шустов. —М. : Сов. радио, 1968. — 448 с.

[2] Байздренко, А. А. Физическое моделирование локационных систем в учебном процессе / А. А. Байздренко // Морской сборник. — 2021. — № 7. — С.78—82.

[3] Алексеев, Д. В. Лабораторный стенд для физического моделирования программно-аппаратных средств цифровых локационных систем при их изучении в ВУЗе / Д. В. Алексеев, А. А. Байздренко, К. С. Шереметьев // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций : Сб. науч. тр. — Москва-Севастополь : Изд.-во РНТОРЭС им.А.С.Попова, СевГУ, 2022. — № 5. — С. 157.

LABORATORY STAND WITH SOFTWARE AND HARDWARE FOR INTERFERENCE ENVIRONMENT PHYSICAL SIMULATION FOR ULTRASONIC LOCATION SYSTEMS

Baizdrenko A. A., Ignasheva E. P., Ulchenko A. V.
Scientific adviser: Baizdrenko A. A.
Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov, Russia

Abstract — A variant of the implementation of laboratory stand for modeling complex interference environment for ultrasonic location systems, when studying them during the practice of a technical university, is considered.

Группа компаний
Декартус

www.decartus.team
Тел. +7 (978) 858-54-17

Декартус —группа компаний, объединяющая разные бизнесы. Это команда единомышленников, которые вместе работают, дополняют друг друга и стремятся к совершенству.

Более 500 сотрудников из 20 регионов России.

Собственный центр обучения – Академия Декартус.

Насыщенная корпоративная жизнь с интересными коллегам.

Секция 7

СХЕМОТЕХНИКА И КОМПОНЕНТНАЯ БАЗА ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

ВЛИЯНИЕ ПОДЗАТВОРНЫХ ДИЭЛЕКТРИКОВ НА ПЕРЕДАТОЧНЫЕ ВАХ ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ НА ОСНОВЕ ДВУХСЛОЙНОГО ГРАФЕНА

Коломейцева Н. В., Ермак В. О., Абрамов И. И.
Научный руководитель: д-р физ.-мат. наук, проф. Абрамов И. И.
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь
E-mail: nanodev@bsuir.edu.by

Аннотация — В докладе приведены результаты исследования передаточных вольт-амперных характеристик (ВАХ) полевых транзисторов (ПТ) на двухслойном графене (ДГ) с различными диэлектриками верхнего затвора с использованием предложенной квантовой диффузионно-дрейфовой модели.

1. Введение

Создание приборных структур на основе графена является актуальной задачей вследствие уникальных свойств данного материала. Приборы на основе графена, в том числе ПТ, обладают преимуществами в быстродействии по сравнению с известными приборами на полупроводниковых материалах. Однако, имеется ряд недостатков в приборных структурах на графене, поэтому создание моделей ПТ является необходимым этапом разработки данного прибора [1]. Графен является полуметаллом, а для настройки ширины запрещённой зоны в ДГ применяется способ приложения вертикального смещения к графеновому каналу ПТ.

2. Основная часть

В докладе рассмотрена квантовая диффузионно-дрейфовая модель ПТ на ДГ. Особенностью модели является расчёт коэффициента квантовой ёмкости при нахождении самосогласованного потенциала исследуемого прибора. Детальное описание модели ПТ на ДГ приведено в [2, 3].

Проведены расчеты характеристик ПТ на ДГ с длиной канала равной 4 мкм и нижним подзатворным диэлектриком SiO_2 толщиной 90 нм [4] при комнатной температуре. Толщина диэлектрика верхнего затвора задавалась равной 8 нм.

Исследования характеристик ПТ на ДГ [4] показали, что сопротивления стока и истока слабо влияют на передаточные характеристики исследуемого прибора, поэтому в дальнейших расчётах сопротивления стока и истока не учитывались. На рис. 1 показаны передаточные характеристики ПТ на ДГ со следующими диэлектриками верхнего затвора: 1 — Al_2O_3; 2 — h-BN; 3 — SiO_2.

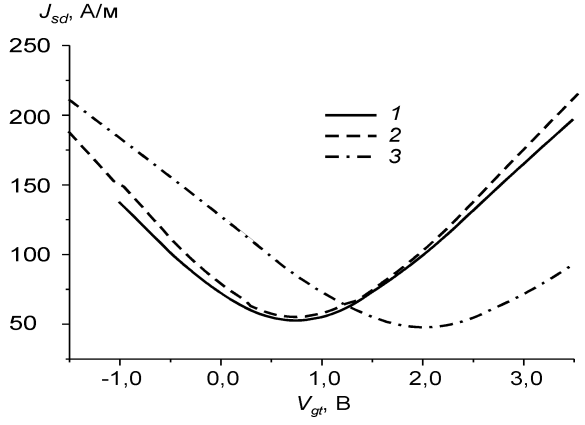


Рис. 1

Расчёты проведены при фиксированном напряжении на стоке равном минус 2 В и напряжении на нижнем затворе равное минус 60 В. Результаты моделирования показывают значительное различие характеристик приборных структур, обусловленное различными значениями диэлектрической проницаемости материала подзатворного диэлектрика и рассеянием на оптических фононах. Расчёт открытия запрещённой зоны в исследуемом графеновом канале ПТ показал, что наибольшее значение E_g получено в ПТ на ДГ с Al_2O_3в качестве верхнего подзатворного диэлектрика и составляет 0,160 эВ. Для ПТ на ДГ с h-BNв качестве верхнего подзатворного диэлектрика при V_d = –2 В E_g = 0,142 эВ, а для ПТ на ДГ с SiO_2 — E_g = 0,137 эВ.

3. Заключение

В результате проведённых исследований с использованием разработанной квантовой диффузионно-дрейфовой модели показано влияние материала верхнего затвора на передаточные характеристики двухзатворного ПТ на ДГ.

4. Список литературы

[1] Абрамов, И. И. Основы моделирования элементов микро- и наноэлектроники / И. И. Абрамов. — Saarbrücken : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. — 444 с.
[2] Моделирование приборных структур наноэлектроники на основе 2D материалов / И. И. Абрамов [и др.] // Нанотехнологии, разработка, применение: XXI век. — 2023. — Т. 15. — № 1. — С.54—68.
[3] Simulation of various nanoelectronic devices based on 2D materials / I. I. Abramov // Proc. of SPIE. — 2022. — Vol 12157. — P. 121570U -1-9.
[4] Current saturation and voltage gain in bilayer graphene field effect transistors / B. N. Szafranek // Nano Lett. — 2012. — Vol 12. — No 3. — P. 1324—1328.

THE INFLUENCE OF GATE DIELECTICS ON TRANSFER VOLT-AMPERE CHARACTERISTICS OF FIELD-EFFECT TRANSISTORS BASED ON BILAYER GRAPHENE

Kalameitsava N. V., Ermak V. O., Abramov I. I.
Scientific adviser: Abramov I. I.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus

Abstract — In the paper, the study of transfer volt-ampere characteristics of field-effect transistors based on bilayer graphene with the different top-gate dielectrics with the use of developed quantum drift-diffusion model was carried out.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ВАХ МНОГОБАРЬЕРНЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ MoS_2/WSe_2 С ВЕРТИКАЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Коломейцева Н. В., Туманов Т. А., Абрамов И. И.
Научный руководитель: д-р физ.-мат. наук, проф. Абрамов И. И.
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь
E-mail: nanodev@bsuir.edu.by

Аннотация — В докладе рассмотрено моделирование трехбарьерных гетероструктур на основе MoS_2/WSe_2 с вертикальным транспортом с использованием модифицированной комбинированной модели. Показано влияние температуры окружающей среды на вольт-амперные характеристики (ВАХ) исследованной приборной гетероструктуры.

1. Введение

Ряд работ посвящен изучению свойств 2D-материалов, [1-3] из которых перспективными считаются дихалькогениды, в частности MoS_2, WSe_2, $MoSe_2$, WS_2 и т.д. Разработка моделей различных приборных структур на основе 2D-материалов является актуальной задачей [1]. Данная работа посвящена теоретическому изучению характеристик гетероструктур на основе MoS_2/WSe_2 с вертикальным транспортом.

2. Основная часть

Описание комбинированной модели, с помощью которой проводились расчёты электрических характеристик гетероструктур, включающих 2D-материалы с вертикальным транспортом, приведено в [2,3].

В работе проведены исследования трехбарьерных гетероструктур на основе MoS_2/WSe_2 с вертикальным транспортом. Рассмотрим исследуемую гетероструктуру. Потенциальные барьеры WSe_2 высотой в 0,67 эВ и шириной в 3 атомных слоя расположены с чередованием между квантовыми ямами MoS_2 шириной в 5 слоев. Приконтактные области также из MoS_2 шириной 20 нм, что соответствует примерно 33 слоям, легированы донорной примесью $2 \cdot 10^{24}$ м$^{-3}$. Диэлектрическая проницаемость материалов зависит от количества слоев и задавалась для WSe_2 — 7,9, для MoS_2 — 7,3 [4].

На рис. 1 показаны ВАХ исследуемой гетероструктуры с вертикальным транспортом при различных температурах окружающей среды. Кривая 1 соответствует комнатной температуре 300 К, кривая 2 — температуре 77 К. Расчеты показали, что характеристики обладают следующими соотношениями пикового тока к току долины: 1) 2,0 при 300 К; 2) 36,0 при 77 К.

Адекватность предложенной модели подтверждена полученными результатами моделирования гетероструктуры MoS_2/WSe_2.

3. Заключение

В данной работе с помощью предложенной комбинированной модели гетероструктур, содержащих 2D-материалы, с вертикальным транспортом, показано влияние температуры окружающей среды на ВАХ трехбарьерных гетероструктур на основе материальной системы MoS_2/WSe_2.

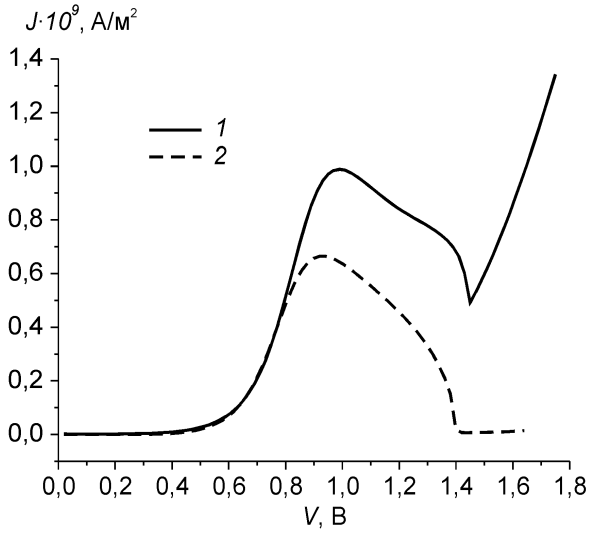


Рис. 1

4. Список литературы

[1] Абрамов, И. И. Основы моделирования элементов микро- и наноэлектроники / И. И. Абрамов. — Saarbrücken : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. — 444 с.
[2] Simulation of various nanoelectronic devices based on 2D materials / I. I. Abramov // Proc. of SPIE. — 2022. — Vol 12157. — P. 121570U -1-9.
[3] Моделирование приборных структур наноэлектроники на основе 2D материалов / И. И. Абрамов [и др.] // Нанотехнологии, разработка, применение: XXI век. — 2023. — Т. 15. — № 1. — С.54—68.
[4] Laturia, A. Dielectric properties of hexagonal boron nitride and transition metal dichalcogenides: from monolayer to bulk / A. Laturia, M. L. Van de Put, W. G. Vandenberghe // 2D Materials and applications. — 2018. — Vol 4. — No 28. — P. 1—6. — doi.org/10.1038/s41699-020-00163-3.

STUDY OF INFLUENCE OF TEMPERATURE ON VOLT-AMPERE CHARACTERISTICS OF MULTIBARRIER HETEROSTRUCTURES BASED ON MOS_2/WSE_2 WITH VERTICAL TRANSPORT

Kalameitsava N. V., Tumanov T. A., Abramov I. I.
Scientific adviser: Abramov I. I.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus

Abstract — In the paper, the simulation of triple-barrier heterostructures MoS_2/WSe_2 with the vertical transport is considered with the use of modified combined model. Influence of temperature on IV-characteristics of the structure was shown.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ GaN/SiC/графен С ВЕРТИКАЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Коломейцева Н. В., Ермак В. О., Волынец М. А., Абрамов И. И.
Научный руководитель: д-р физ.-мат. наук, проф. Абрамов И. И.
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь
E-mail: nanodev@bsuir.edu.by

Аннотация — В докладе приведены результаты моделирование двухбарьерных резонансно-туннельных гетероструктур на основе материальной системы GaN/SiC/графен с помощью комбинированной модели, основанной на самосогласованном решении уравнений Шредингера и Пуассона.

1. Введение

В настоящее время актуальной задачей в области микро- и наноэлектроники является моделирование гетероструктур на различных 2D-материалах [1].

2. Основная часть

Результаты моделирования получены с использованием комбинированной модели резонансно-туннельных структур [2,3], модифицированной на случай вертикального транспорта.

Исследуемая гетероструктура GaN/SiC/графен/SiC/GaN состоит из следующих областей: 1) эмиттера и коллектора GaN шириной по 20 нм; 2) спейсерных областей GaN шириной по 5 нм; 3) областей барьеров SiC и квантовой ямы, состоящей из нескольких слоев графена, расположенных между спейсерами. Потенциальные барьеры SiC высотой 0,92 эВ имеют протяженность по 1,0 нм. Приконтактные области легированы донорной примесью $1 \cdot 10^{25}$ м$^{-3}$. Диэлектрическая проницаемость и эффективная масса графена зависит от количества слоев, что было учтено при дальнейших расчетах. В работе было проведено моделирование электрических характеристик исследуемой гетероструктуры с различным числом слоев графена, представляющего собой квантовую яму. На рис. 1 кривая 1 соответствует 3 слоем графена, кривая 2 — 4 слоям, на рис. 2 кривая 1 соответствует 5 слоям графена, кривая 2 — 6 слоям. Показано, что с уменьшением количества слоев графена до трех, пиковый ток возрастает до значения 3,75 А/м^2, а пиковое напряжение смещается в область более высоких значений.

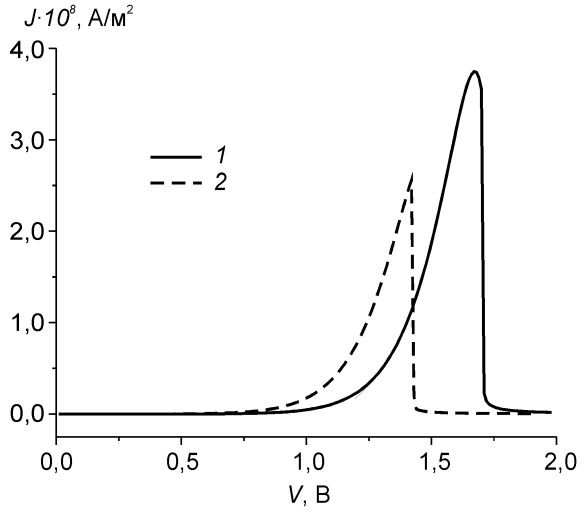


Рис. 1

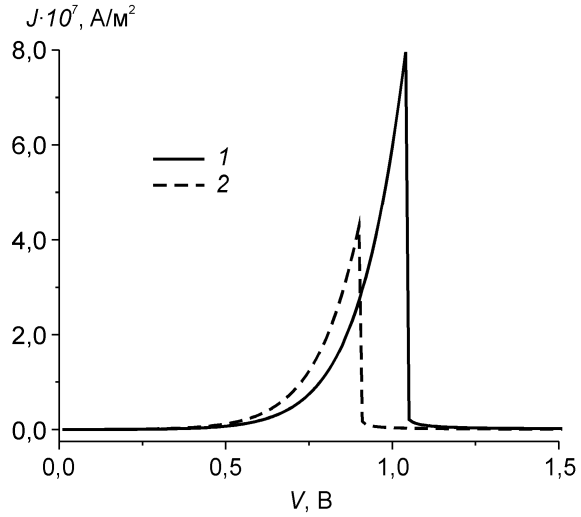


Рис. 2

3. Заключение

В работе проведены исследования влияния ширины квантовой ямы на вольт-амперные характеристики двухбарьерной гетероструктуры GaN/SiC/графен/SiC/GaN с помощью разработанной модели. Показано, что исследуемая гетероструктура обладает областью отрицательной дифференциальной проводимости с низким током долины и ярко выраженным пиковым током.

4. Список литературы

[1] Абрамов, И. И. Основы моделирования элементов микро- и наноэлектроники / И. И. Абрамов. — Saarbrücken : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. — 444 с.
[2] Моделирование приборных структур наноэлектроники на основе 2D материалов / И. И. Абрамов [и др.] // Нанотехнологии, разработка, применение: XXI век. — 2023. — Т. 15. — № 1. — С.54—68.
[3] Simulation of various nanoelectronic devices based on 2D materials / I. I. Abramov // Proc. of SPIE. — 2022. — Vol 12157. — P. 121570U -1-9.

SIMULATION OF CHARACTERISTICS OF HETEROSTRUCTURES BASED ON GaN/SiC/GRAPHENE WITH VERTICAL TRANSPORT

Kalameitsava N.V., Ermak V. O., Volinets M. A., Abramov I. I.
Scientific adviser: Abramov I. I.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus

Abstract — In the paper, the simulation of double-barrier resonant-tunnelling structures based on GaN/SiC/graphene with vertical transport was carried out with the use of combined model based on self-consistent solution of Poisson and Schrödinger equations.

КПД УСИЛИТЕЛЯ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ С УЧЁТОМ ПИК-ФАКТОРА ФОНОГРАММЫ

Мельников А. В., Муратов А. Э., Капнопуло Д. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Мельников А. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: mel.anat@mail.ru

Аннотация — Проведён анализ усилителя мощности низкой частоты и найдено выражение для расчёта КПД с учётом пик-фактора усиливаемой фонограммы. Показано, что при усилении реальных фонограмм с учетом отсутствия искажений при пиковых уровнях сигнала, КПД усилителя оказывается значительно ниже предельно достижимого для режима *B*. Приведены рассчитанные зависимости КПД от уровня сигнала для речевых фонограмм (пик-фактор 12 дБ) и музыкальных фонограмм (пик-фактор 25 дБ).

1. Введение

В оконечных каскадах усилителей мощности низкой частоты для обеспечения энергетической эффективности обычно используют режим *B* [1]. При этом известно, что КПД усилителя зависит как от напряжения сигнала на выходе, так и от напряжения питания оконечного каскада. При синусоидальном сигнале с амплитудой, близкой к величине напряжения питания оконечного каскада, предельно достижимый КПД усилителя составляет 78,5% [1, 2].

Однако при усилении реальной фонограммы напряжение питания выбирают из условия отсутствия искажений сигнала при пиковых уровнях напряжения на выходе. Вследствие этого средний уровень усиливаемого сигнала, определяемый пик-фактором, оказывается ниже максимального неискаженного выходного напряжения, что приводит к снижению коэффициента использования напряжения питания и КПД.

В литературе отсутствуют анализ и расчеты энергетической эффективности усилителя при усилении реальных фонограмм, имеющего важное значение для переносных устройств, поэтому тема рассматриваемой работы является актуальной.

2. Основная часть

КПД усилителя определяется по формуле [1]

$$\eta = P_н / P_0 ,$$

где $P_н$ — мощность, отдаваемая в нагрузку; P_0 — мощность, отбираемая от источника питания.

Подставляя в эту формулу значения $P_н$ и P_0 для усилителя, работающего в режиме *B,* с учетом пик-фактора усиливаемого сигнала, можно получить

$$\eta = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \frac{1}{CF} \left(\frac{U_{пик}}{E} \right),$$

где *CF* — пик-фактор усиливаемой фонограммы (crest factor); $U_{пик}$ — пиковое напряжение сигнала на выходе; *E* — напряжение источника питания.

На рис. 1 изображены зависимости КПД усилителя при усилении реальных речевых (пик-фактор 12 дБ) и музыкальных (пик-фактор 25 дБ) фонограмм при отсутствии искажений пиковых уровней сигнала от относительного напряжения на выходе $U_{пик}$/E. Видно, что при усилении речевых фонограмм и максимальном сигнале КПД усилителя составляет 28%, а для музыкальных фонограмм — 6,2%.

Для сравнения на рис. 1 изображена аналогичная зависимость для усилителя, работающего в режиме *B* с синусоидальным входным сигналом. Предельно достижимый КПД в этом случае составляет 78,5%. Следовательно, КПД усилителя зависит от вида фонограммы и при усилении реальной музыкальной фонограммы с пик-фактором 25 дБ происходит снижение КПД усилителя более, чем в 10 раз.

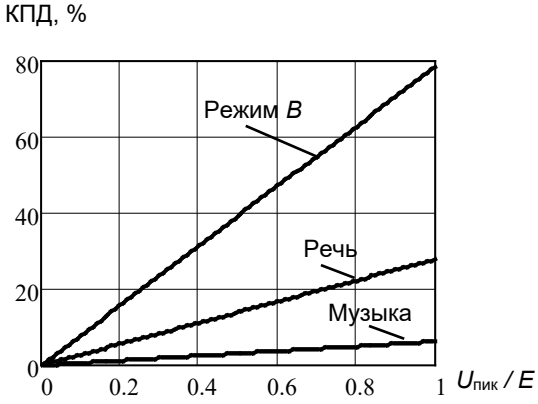


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, получено выражение для расчета КПД усилителя с учётом пик-фактора усиливаемой фонограммы. Приведены графики изменения КПД при усилении речевых и музыкальных фонограмм в зависимости от уровня сигнала. Показано, что при усилении музыкальных фонограмм с пик-фактором 25 дБ происходит снижение КПД усилителя по сравнению с идеальным режимом *B* более, чем в 10 раз.

4. Список литературы

[1] Павлов, В. Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств / В. Н. Павлов. — М. : Академия, 2008. — 287 с.

[2] Мельников, А. В. Расчет КПД усилительного каскада, работающего в режиме *H* / А. В. Мельников, А. Э. Муратов, Д. В. Капнопуло // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций : сб. науч. тр. / под ред. И.Л. Афонина. — Москва-Севастополь : РНТОРЭС им. А.С. Попова, СевГУ, 2022. — № 5. — С. 168.

LOW FREQUENCY AMPLIFIER EFFICIENCY TAKING INTO ACCOUNT THE CREST FACTOR OF PHONOGRAM

Melnikov A. V., Muratov A. E., Kapnopulo D. V.
Scientific adviser: Melnikov A. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — An analysis of the low-frequency power amplifier was carried out and a formula for calculating the efficiency taking into account the crest factor of the amplified phonogram was found. It has been shown that when amplifying real phonograms taking into account the absence of distortion at peak signal levels, the amplifier efficiency is significantly lower than the limit attainable value for class *B*. The dependences of the efficiency on the signal level for speech phonograms (with 12 dB crest factor) and music phonograms (with 25 dB crest factor) are given.

ИЗМЕРИТЕЛЬ ПАРАМЕТРОВ ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ

Бурлака В. В., Гулаков С. В., Головин А. Ю.
Приазовский государственный технический университет, Россия
E-mail: vburlaka@rambler.ru

Аннотация — Представлен бюджетный измеритель параметров силовых полевых транзисторов MOSFET и IGBT, позволяющий измерить сопротивление канала (напряжение насыщения для IGBT) при токе до 80 А, пробивное напряжение в диапазоне до 1000 В, пороговое напряжение, а также оценить заряд затвора. Измерения проводятся в импульсном режиме, что позволяет уменьшить потребляемую мощность устройства и обеспечить его питание от USB.

1. Введение

При конструировании устройств импульсной преобразовательной техники часто возникает необходимость закупок небольших партий электронных компонентов, в частности, силовых MOSFET и IGBT. К сожалению, в настоящее время далеко не все поставщики обеспечивают поставку качественных комплектующих, удовлетворяющих технической документации производителя. В этой связи возникает задача обеспечения входного контроля приобретаемых компонентов.

2. Основная часть

Для быстрой оценки параметров силовых транзисторов MOSFET и IGBT достаточно оценить несколько основных параметров: сопротивление канала в открытом состоянии (или напряжение насыщения для IGBT), входную емкость (или заряд затвора), пробивное напряжение канала. Целесообразно также проверить пороговое напряжение для MOSFET, управляемых логическими уровнями. Для оценки этих параметров разработан измеритель.

Схема измерения пробивного напряжения канала и заряда затвора, реализованная в разработанном измерителе, приведена на рис.1. Использованы принципы измерения, описанные в технических документах [1, 2] производителей силовых транзисторов.

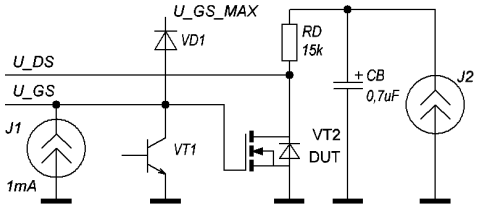


Рис. 1

При измерении пробивного напряжения разрядный транзистор VT1 открыт, испытуемый транзистор VT2 заперт. Начинается заряд конденсатора CB от источника J2 током величиной около 1 мА с контролем напряжения U_DS (до 1000 В). Как только напряжение U_DS перестанет расти, процесс измерения заканчивается и фиксируется пробивное напряжение канала. Заряд затвора измеряется в этой же схеме: емкость CB предварительно заряжается до необходимого напряжения при закрытом VT2, затем VT1 закрывается и начинается заряд затвора VT2 от источника тока J1. Одновременно начинается контроль напряжений U_DS и U_GS. Цикл измерения завершается по достижению U_GS значения U_GS_MAX (максимальное напряжение на затворе). Полученные в результате измерения зависимости U_GS(t) и U_DS(t) позволяют рассчитать не только полный заряд затвора, но и его составляющие, в том числе заряд Миллера.

Схема измерения сопротивления канала приведена на рис. 2.

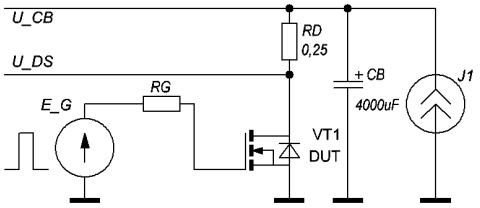


Рис. 2

Перед измерением конденсатор CB заряжается до заданного напряжения (до 25 В) от источника J1 (это импульсный преобразователь по схеме SEPIC) при закрытом испытуемом транзисторе VT1. Затем VT1 открывается, причем сигнал на затвор поступает от драйвера E_G с низким выходным сопротивлением, и производится замер напряжений U_CB и U_DS. На основе U_CB, W_DS и сопротивления разрядного резистора RD вычисляется ток стока и сопротивление канала (для IGBT — напряжение насыщения). Время одного измерения составляет порядка 10 мкс, ток стока — до 80 А.

3. Заключение

Предложенный измеритель параметров транзисторов имеет несложную конструкцию, выполнен с применением довольно распространенного микроконтроллера STM32F030F4P6. Обработка данных измерений производится на ПК, с которым измеритель соединяется посредством переходника USB-UART. Благодаря импульсным измерениям потребляемая мощность измерителя не превышает 2,5 Вт, что позволило выполнить его питание от шины USB, повышая удобство пользования устройством.

4. Список литературы

[1] McArthur, R. Making Use of Gate Charge Information in MOSFET and IGBT Data Sheets / R. McArthur // Advanced Power Technology Application Note APT0103, Oct. 31, 2001. — 8 p.
[2] Vishay Siliconix Device Application Note AN608A, “Power MOSFET Basics: Understanding Gate Charge and Using it to Assess Switching Performance”. — 6 p.

FIELD-EFFECT TRANSISTOR PARAMETER MEASUREMENT INSTRUMENT

Burlaka V. V., Gulakov S. V., Golovin A.Yu.
Priazovskyi State Technical University, Russia

Abstract — A low-cost analyzer of the parameters of power field-effect transistors MOSFET and IGBT is presented, which allows to measure the channel resistance (saturation voltage for IGBT) with current up to 80 A, breakdown voltage in the range of up to 1000 V, gate threshold voltage, and also to estimate the gate charge. The measurements are carried out in pulse mode, which made it possible to reduce the power consumption of the analyzer and made it with power supply from USB.

ИСТОЧНИК ДЛЯ ДУГОВОЙ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ ВЫСОКОЧАСТОТНЫМ ТОКОМ

Бурлака В. В., Гулаков С. В., Головин А. Ю.
Приазовский государственный технический университет, Россия
E-mail: vburlaka@rambler.ru

Аннотация — Предложен вариант инверторного источника питания для дуговой полуавтоматической сварки, отличающийся отсутствием выходного выпрямителя. При этом сварка производится при питании дуги током высокой частоты. Отсутствие выходного выпрямителя позволяет снизить габариты, массу и потери энергии в источнике.

1. Введение

Сварочные инверторные источники питания в подавляющем большинстве случаев строятся по схеме «входной (сетевой) выпрямитель — инвертор — высокочастотный трансформатор — выходной высокочастотный выпрямитель». При этом на выходной выпрямитель приходится примерно половина потерь энергии в источнике. Интересной представляется перспектива обеспечения сварки на переменном токе высокой частоты, что позволит улучшить массогабаритные, энергетические и ценовые параметры источника питания за счет исключения выходного высокочастотного выпрямителя [1].

2. Основная часть

Прямое подключение сварочной цепи к вторичной обмотке высокочастотного трансформатора не приведет к желаемому результату из-за большого реактивного сопротивления сварочных кабелей, имеющих индуктивность несколько мкГн. Проблему можно решить путем увеличения напряжения холостого хода, но это создает проблемы безопасности, а также ухудшает энергетику источника из-за необходимости обеспечения большой реактивной мощности инвертора. Учитывая эти обстоятельства, предложен вариант компенсации реактивного сопротивления сварочной цепи за счет последовательного включения в нее конденсатора и работе на частоте, близкой к частоте последовательного резонанса получившегося контура.

Схема силовой части источника приведена на рис. 1.

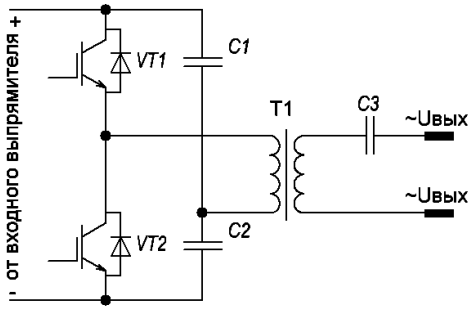


Рис. 1

Источник построен на основе полумостового преобразователя VT1-VT2-C1-C2, нагруженного на трансформатор T1. Вторичная обмотка T1 подключена к сварочной цепи через резонансный конденсатор C3. Управление преобразователем реализовано на микроконтроллере STM32F103C8T6, имеющем развитую периферию, в том числе два 12-разрядных АЦП с частотой выборок до 1 МГц. Реализовано синхронное измерение тока первичной обмотки T1 на 4-кратной выходной частоте полумоста. Регулирование выходного тока производится программно, за счет изменения частоты. В реальном времени реализовано вычисление индуктивности выходной цепи источника, что позволяет ускорить выход на заданный режим за счет предварительного расчета необходимой частоты. Полумост работает на частоте, несколько выше резонансной (т.е. с индуктивным характером выходного тока), поскольку в этом случае обеспечивается «мягкое» включение транзисторов и отсутствуют потери, связанные с обратным восстановлением антипараллельных диодов. При емкости резонансного конденсатора C3 1,5 мкФ и применении сварочных кабелей длиной 1,5 м рабочая частота составляет порядка 70 кГц. Поскольку добротность выходного контура оказывается достаточно высокой, диапазон изменения частоты переключения оказывается небольшим, что позволило применить для регулирования простой интегральный регулятор, реализованный программно.

Применение описанного источника для ручной дуговой сварки покрытыми электродами переменного тока оказалось невозможным по причине перегрева стержня электрода из-за скин-эффекта — происходит потеря жесткости и осыпание обмазки, хотя горение дуги устойчиво. При полуавтоматической сварке же вылет электродной проволоки мал и скин-эффект не создает таких проблем.

3. Заключение

Предложен источник для полуавтоматической сварки переменным током высокой частоты, отличающийся несложной силовой частью, сниженными потерями мощности и небольшими габаритами. Описанный источник может использоваться также с индуктором для решения задач индукционного нагрева. Кроме того, дальнейшим направлением исследований является опробование разработанного источника для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом.

4. Список литературы

[1] Бурлака, В. В. Перспективный малогабаритный сварочный инвертор с выходом переменного тока / В. В. Бурлака // Инновационные перспективы развития Приазовья : сб. тезисов докладов Региональной науч.-практич. конф. (г. Мариуполь, 29 – 31 мая 2023 г.). — Мариуполь, 2023. — Т. 1. — С.164—166.

POWER SUPPLY FOR SEMI-AUTOMATIC ARC WELDING WITH HIGH-FREQUENCY CURRENT

Burlaka V. V., Gulakov S. V., Golovin A. Yu.
Priazovskyi State Technical University, Russia

Abstract — A variant of the inverter power supply for semi-automatic arc welding is proposed, characterized by the absence of an output rectifier. In this case, welding is performed by feeding the arc with high frequency current. The absence of an output rectifier makes it possible to reduce dimensions, weight and energy losses in the power supply.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ БЕСПРОВОДНОЙ ЗАРЯДКИ VTOL БПЛА

Бурлака В. В., Гулаков С. В., Головин А. Ю.
Приазовский государственный технический университет, Россия
E-mail: vburlaka@rambler.ru

Аннотация — Представлена система беспроводной передачи энергии для зарядки бортовых аккумуляторов беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с вертикальным взлетом/посадкой (VTOL — Vertical Take-Off and Landing). Передаваемая мощность макетного образца достигает 200 Вт при напряжении 24 В. При разработке системы целевыми функциями являлись: простота схемы, невысокая себестоимость, малая масса приемной части, устанавливаемой на БПЛА, и простота использования.

1. Введение

Одним из средств повышения автономности работы БПЛА является обеспечение автоматической зарядки их бортовых аккумуляторных батарей (АКБ). В этом направлении перспективным представляется применение систем беспроводной зарядки с магнитно-связанными катушками благодаря таким их свойствам, как: устойчивость к загрязнению и влаге (все токоведущие элементы изолированы); простота конструкции (отсутствие движущихся механизмов); безопасности в эксплуатации (низкочастотные магнитные поля безопасны для живых существ и быстро затухают по мере удаления от источника).

2. Основная часть

Предложено схемное решение системы беспроводной зарядки на основе магнитно-связанных катушек, входящих в состав последовательных резонансных контуров. Схема силовой части системы приведена на рис.1.

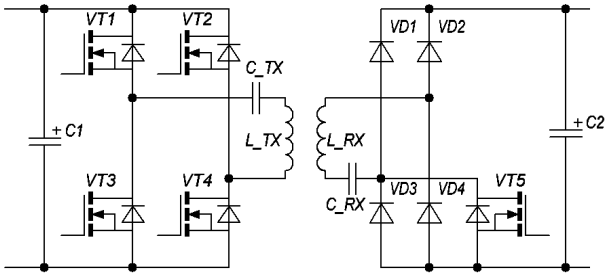


Рис. 1

Передающая часть системы (мостовой преобразователь на VT1-VT4) нагружена на контур C_TX, L_TX. Блокировочный конденсатор C1 служит для предотвращения проникновения высокочастотных составляющих тока в источник питания (на рис. 1 не показан). Система управления передатчиком выполнена на микроконтроллере STM32F030F4P6, который обеспечивает формирование сигналов управления затворами VT1-VT4, а также измерение напряжения на C1 и тока в передающей катушке L_TX с помощью 12-разрядного бортового АЦП.

Приемная часть системы состоит из приемной катушки L_RX, резонансного конденсатора C_RX, мостового выпрямителя на VD1-VD4 (причем здесь применены микросборки синхронного выпрямления типа DK5V45R10, что дает существенный выигрыш в потерях мощности в выпрямителе) и выходного сглаживающего конденсатора C2, к выводам которого подключается бортовая АКБ БПЛА. Отличительной частью приемника является наличие ключа на транзисторе VT5, открытие которого приводит к переводу схемы в режим выпрямления с удвоением напряжения.

Алгоритм работы системы следующий: после посадки БПЛА с приемной частью системы на передающую катушку микроконтроллер передатчика обеспечивает работу моста VT1-VT4 на частоте, при которой сдвиг фазы между основной гармоникой выходного напряжения моста и током передающего контура близок к нулю. Такой режим обуславливает минимальные потери мощности в передающей катушке и максимальный КПД передачи. На приемной стороне транзистор VT5 закрыт, идет заряд АКБ от мостового выпрямителя VD1-VD4. В случае появления слишком большого тока в передающей катушке частота переключения моста VT1-VT4 увеличивается. При достижении напряжения конца заряда АКБ пороговая схема в приемнике начинает периодически открывать транзистор VT5, переключая режим работы выпрямителя с мостового на удвоение напряжения. Это приводит к появлению флуктуаций отбираемой от передатчика мощности, что фиксируется микроконтроллером передатчика как сигнал окончания заряда. Такое решение позволило несколько упростить схему приемника в отличие от систем с переключением конденсаторов и обеспечить связь приемника с передатчиком без применения дополнительных средств передачи информации.

3. Заключение

Предложено решение беспроводной системы зарядки АКБ БПЛА, отличающееся несложной электрической схемой, простым алгоритмом управления и небольшой массой приемной части.

Дальнейшие работы направлены на разработку бортового программно-аппаратного комплекса, обеспечивающего автоматическую посадку БПЛА на зарядную катушку с достаточной для эффективной беспроводной зарядки точностью позиционирования.

4. Список литературы

[1] Burlaka, V. V. Analysis of Approaches to the Efficiency Improvement of Wireless Power Transmission Systems Using Low-Frequency Magnetic Fields / V. V. Burlaka, S. K. Podnebennaya, S. V. Gulakov / Proc. of 2018 IEEE 38th Int. Conf. on Electronics And Nanotechnology (ELNANO), Kyiv, 24—26 April, 2018. — Kyiv : Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2018. — P. 572—575. — DOI: 10.1109/ELNANO.2018.8477481.

DESIGN OF THE WIRELESS CHARGING SYSTEM FOR THE VTOL UAV

Burlaka V. V., Gulakov S. V., Golovin A. Yu.
Priazovskyi State Technical University, Russia

Abstract — A wireless power transmission system for charging on-board batteries of Vertical Take-Off and Landing (VTOL) Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) is presented. The transmitted power of the prototype reaches 200 W at 24 V. To design the system, the target functions were: simplicity of the circuit, low cost, low weight of the receiving part, which is installed on UAV, and ease of use.

УСТРОЙСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ЗОНДИРУЮЩЕГО СИГНАЛА БИОНИЧЕСКОГО ПРОТЕЗА

Махмудов М. Г., Золотенкова М. К.
Научный руководитель: Золотенкова М. К.
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Россия
E-mail: murad.mahmudov2019@yandex.ru

Аннотация — Представлен прототип формирователя зондирующего сигнала (ФЗС), используемый в бионическом протезе (БП) кисти руки. На вход подаётся двоичная последовательность импульсов напряжения частотой до 10 кГц с цифрового интерфейса SPI. На выходе, в свою очередь, действует переменный ток частотой 100 кГц, модулированный входными импульсами напряжения.

1. Введение

Существующие БП часто не обеспечивают необходимой моторной функции и чувствительности, что может приводить к осложнениям во время управления оборудованием. В связи с этим данные технологии требуют доработки и новых технических решений. Поэтому на базе СКБ-4 «Сигнал» МАИ был разработан БП кисти руки, работающий на эффекте биоимпеданса — явлении изменения полного электрического сопротивления мышц человека при их сокращении. Использование такого БП предполагает применение специально разработанного ФЗС. Приведено описание данного устройства.

2. Основная часть

Функциональная схема устройства следующая: вход системы — это вход для модулирующего сигнала фазового манипулятора, на который также подаётся сигнал с генератора опорной частоты (100 кГц); сигнал с манипулятора должен подаваться на преобразователь напряжение-ток, чей выход и является выходом всей системы; питание элементов устройства осуществляется с помощью двухполярной сети: +6 В, –6 В — для этого используется автономный источник питания.

При разработке устройства было принято решение использовать операционные усилители (ОУ) практически во всех блоках. В частности, преобразователь напряжение-ток построен по классической схеме источника тока на ОУ с плавающей нагрузкой [1]. Он был выбран, так как создаёт на выходе ток, по форме повторяющий входное напряжение с определённым регулируемым коэффициентом.

Фазовый манипулятор построен с использованием аналогового демультиплексора (АДм), на который поступают модулирующие импульсы. Таким образом, в зависимости от величины импульса, открывается либо выход АДм, на который поступает напрямую сигнал генератора, либо выход, на который поступает его инвертированная с помощью инвертирующего усилителя на ОУ копия. В то время, когда один вход АДм открыт, другой закрывается и имеет нулевой потенциал за счёт применения стягивающего к нулю резистора. Одновременно суммируя сигналы с выходов благодаря инвертирующему сумматору, получаем необходимый ФКМ-сигнал.

Генератор опорной частоты реализован, как каскад на ОУ с отрицательной обратной связью (ООС) и положительной обратной связью (ПОС) с последующим масштабированием по амплитуде с использованием инвертирующего усилителя. ПОС в каскаде генератора построена в виде частотно-избирательной цепи на основе кварцевого резонатора, работающего в режиме последовательного резонанса. ООС в каскаде генератора построена в виде классической цепи ООС неинвертирующего усилителя на ОУ с одной лишь разницей. Хорошо известно, что при увеличении номинала последовательного резистора в классической схеме неинвертирующего усилителя увеличивается и коэффициент усиления. Поэтому в данную цепь был встроен двунаправленный сдвоенный диод Шоттки.

При самовозбуждении каскада постепенно растёт и амплитуда выходного напряжения, которая при наличии обычной классической ООС увеличивалась бы до тех пор, пока не превысила бы напряжение ОУ. Данный процесс привел бы к значительным искажениям — постепенному превращению выходной гармоники в меандр. А также привел бы к работе ОУ в области граничных напряжений. Данный режим работы для ОУ нежелателен, так как плохо влияет на его долговечность [2]. Чтобы избежать данных эффектов и были применены диоды. При повышении амплитуды выходного сигнала растёт падающее на диодах напряжение и при достижении величины, необходимой для открытия диодов, их дифференциальное сопротивление падает, что сильно снижает коэффициент передачи цепи ООС. Но, поскольку каскад применен неинвертирующий, коэффициент не падает ниже единицы, а лишь автостабилизируется на определённом значении, необходимом для поддержания стабильных автоколебаний.

3. Заключение

Таким образом, разработан дешёвый и функциональный ФЗС для БП кисти руки. Стоит отметить возможность его использования в протезировании и других частей тела.

4. Список литературы

[1] Хоровиц, П. Искусство схемотехники : В 3-х т. / Пер. с англ. : П. Хоровиц, У. Хилл. — Изд. 4-е, перераб. и допол. — М. : Мир, 1993. — 413 с.
[2] Титце, У. Полупроводниковая схемотехника : справ. руководство / У. Титце, К. Шенк / перевод с нем. под ред. дра техн. наук А. Г. Алексенко. — М. : Мир, 1982. — 512 с.

DEVICE FOR GENERATING A PROBING SIGNAL OF BIONIC PROSTHETIC

Makhmudov M. G., Zolotenkova M. K.
Scientific adviser: Zolotenkova M. K.
Moscow Aviation Institute (national research university), Russia

Abstract — The prototype of a probing signal generator used in a bionic prosthetic hand is presented. The input is supplied with a binary sequence of voltage pulses with a frequency of up to 10 kHz from the digital interface SPI. In other hand, at the output, there is an alternating current with a frequency of 100 kHz, modulated by input voltage pulses.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ УВЕЛИЧЕНИЯ КПД ПОВЫШАЮЩЕГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Николаева Я. С., Золотенкова М. К.
Научный руководитель: Золотенкова М. К.
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Россия
E-mail: goroshina885@gmail.com

Аннотация — В работе приводится результат проведения анализа факторов, влияющих на КПД маломощного повышающего преобразователя напряжения и предложения по модификации существующего преобразователя с целью повышения величины КПД.

1. Введение

Задача повышения КПД импульсных преобразователей напряжения является достаточно актуальной и широко отражена в литературе [1, 2]. Однако в основном расчёт потерь учитывается в среднем по времени и не учитывает изменение как входных параметров (входного напряжения), так и внутренних параметров компонентов (изменение показателей силовых элементов от температуры).

В данной работе проводится анализ факторов, влияющих на КПД преобразователя, и предлагаются решения по повышению КПД.

2. Основная часть

Согласно [1] основной вклад в значение КПД преобразователя постоянного напряжения вносят параметры силовых элементов: транзистора, выполняющего роль ключа, силового диода и дросселя. Особенно этот вклад значителен при высокой разнице входного и выходного напряжений и при большой силе тока. На рис. 1 изображена базовая схема повышающего преобразователя напряжения.

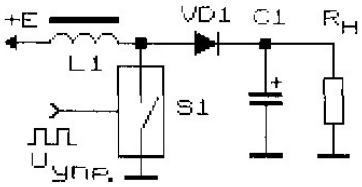


Рис. 1

В качестве S1, как правило, используются полевые транзисторы. Как показали эксперименты, наибольший вклад в КПД вносят такие параметры транзистора, как емкость затвор-подложка (затвор-исток) и напряжение насыщения затвора. Касательно дросселя важным параметром является внутреннее сопротивление обмотки дросселя, а также частотные свойства ферритового сердечника. Также необходимо учитывать фактор подмагничивания сердечника [2]. Последовательная пара дроссель-транзистор составляет цепь преобразования энергии, имеющую потери при накоплении энергии, модель которой представлена на рис. 2.

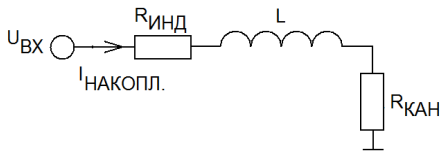


Рис. 2

Во время работы преобразователя после коммутации схемы форма тока представляет собой экспоненту, стремящуюся к значению $U_{ВХ}/(R_{ИНД}+R_{КАН})$. Величина $R_{КАН}$ зависит от параметров ключевого транзистора и условий его работы. Величина индуктивности L зависит от степени намагниченности феррита сердечника. Следовательно, для обеспечения высокого КПД системы необходимо обеспечивать контроль насыщения индуктивности L и осуществлять коммутацию преобразователя в согласии с этим показателем. На рис. 3. предложено решение данной задачи, формирование обратной связи.

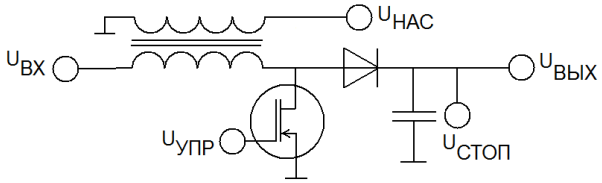


Рис. 3

В данной схеме кроме сигнала $U_{СТОП}$, останавливающего генератор при достижении требуемого напряжения, формируется также сигнал $U_{НАС}$, имеющий ненулевое значение в процессе преобразования энергии магнитного поля в индуктивности. Данный сигнал может настраивать систему в резонанс и обеспечивать максимальный КПД.

3. Заключение

Предложенные концепции были опробованы на схеме повышающего преобразователя напряжения с 5 до 150 Вольт и повышение КПД преобразователя подтвердилось.

4. Список литературы

[1] Источники вторичного электропитания. Справ. пособ. / Под ред. Ю. И. Конева. — М. : Радио и связь, 1983. — 280 с.
[2] Пат. РФ № 2035833. Способ ограничения одностороннего насыщения трансформатора импульсного преобразователя / И. В. Фомин.

PROBLEM SOLUTION OF INCREASING EFFICIENCY FOR CONSTANT VOLTAGE STEP-UP CONVERTER

Nikolaeva Y. S., Zolotenkova M. K.
Scientific adviser: Zolotenkova M. K.
Moscow Aviation Institute (national research university), Russia

Abstract — In the paper, the result of an analysis of the factors affecting the efficiency of a low-power step-up voltage converter and proposals for modifying an existing converter in order to increase the efficiency is presented.

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ПЕРЕСТРАИВАЕМЫХ ФИЛЬТРОВ НА ПЕРЕКЛЮЧАЕМЫХ КОНДЕНСАТОРАХ

Любарец А. И., Манько А. С.
Научный руководитель: Манько А. С.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: svordar@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрены архитектура, принцип работы и особенности построения фильтров на переключаемых конденсаторах (ФПК), которые позволяют реализовать фильтры с перестраиваемой частотой среза, со сравнительно простой и точной перестройкой полосы пропускания, а также занимающие малую площадь кристалла микросхемы.

1. Введение

В последнее десятилетие наблюдается тенденция замены активных фильтров, основанных на резисторах и конденсаторах, на фильтры с переключаемыми конденсаторами (ФПК). Эти фильтры позволяют создавать сложные схемы без использования резисторов [3]. Они имеют преимущества, поскольку резисторы трудно реализовать в интегральном исполнении из-за большой занимаемой площади. Также характеристики ФПК зависят от соотношений значений конденсаторов, что позволяет избежать проблем с вариацией абсолютных значений и не требует варикапа для перестраивания частоты среза.

2. Основная часть

ФПК относятся к сравнительному новому классу устройств, в которых используется явление дискретного переноса зарядов [1].

Принципиальное отличие ФПК от классического интегратора состоит в использовании конденсатора C совместно с ключами M1 и M2 вместо сопротивления *R* (рис. 1). Если обеспечить периодическое переключение ключей M1 и M2 в противофазе, поведение такой цепи будет эквивалентно поведению сопротивления.

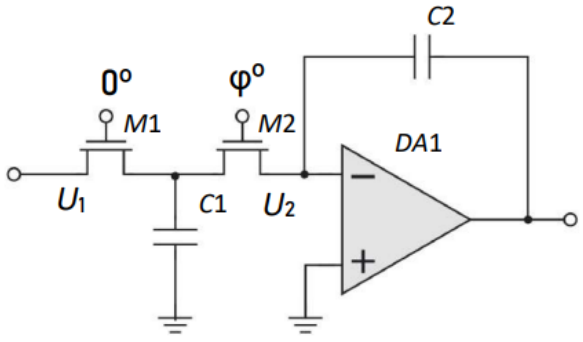


Рис. 1

При подключении эквивалентных источников напряжения U_1 и U_2 к переключающему конденсатору C1 передаваемый заряд Δq определяется как:

$$\Delta \boldsymbol{q} = \boldsymbol{C_1} \cdot (\boldsymbol{U_2} - \boldsymbol{U_1}) = \boldsymbol{C_1} \cdot \Delta \boldsymbol{U}.$$

Ток *I*, зависящий от частоты переключения $f_{такт}$, рассчитывается по формуле:

$$\boldsymbol{I} = \frac{\Delta \boldsymbol{q}}{\Delta \boldsymbol{t}} = \boldsymbol{C_1} \cdot \Delta \boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{f}_{\text{такт}}.$$

Согласно закону Ома, эквивалентное сопротивление R_{SC} можно охарактеризовать зависимостью:

$$\boldsymbol{R_{SC}} = \frac{\Delta \boldsymbol{U}}{\boldsymbol{I}} = \frac{\boldsymbol{1}}{\boldsymbol{C_1} \cdot \boldsymbol{f}_{\text{такт}}}.$$

В результате, частота среза ФПК определяется как:

$$\boldsymbol{f}_{\text{ср}\,\boldsymbol{SC}} = \frac{\boldsymbol{1}}{\boldsymbol{2\pi \cdot C_1 C_2 f}_{\text{такт}}}.$$

Таким образом, возможно осуществлять перестройку частоты среза ФНЧ на основе переключаемого конденсатора за счёт изменения тактовой частоты переключения конденсатора $\boldsymbol{f}_{\text{такт}}$ [2].

Микросхемы ФПК позволяют фильтровать сигналы с частотой среза, настраиваемой в широком диапазоне путем регулировки частоты тактового генератора [1]. Это обеспечивает универсальность использования таких фильтров в различных системах, а также гибкость, позволяющую одному и тому же устройству быстро регулировать диапазон рабочих частот.

Несмотря на все преимущества, существуют и недостатки, такие как высокая стоимость по сравнению с другими типами фильтров. Это связано с требованиями к высокой точности и стабильности работы. Фильтры на переключаемых конденсаторах могут быть сложными в реализации, особенно при использовании большого количества конденсаторов и переключателей. Это может потребовать дополнительных усилий и ресурсов при проектировании и изготовлении устройства.

3. Заключение

Появление фильтров на переключаемых конденсаторах позволило увеличить диапазона частот за счёт возможности перестройки частоты среза путём изменения тактовой частоты переключения конденсаторов, что может быть реализовано путём применения генератора, управляемого напряжением или цифровой перестройки с применением цифро-аналогового преобразователя [3].

4. Список литературы

[1] Махлин, А. Фильтры на переключаемых конденсаторах / А. Махлин // Компоненты и Технологии. — 2008. — № 83. — С. 10—11.

[2] Circuit of switchable capacitors [Электронный ресурс] / Swarthmore College. — 2010. — Режим доступа: https://cheever.domains.swarthmore.edu/Ref/FilterBkgrnd/SwitchedCap.html (дата обращения: 10.03.2024).

[3] Гребенко, Ю. А.. Перестраиваемый комплексный полосовой фильтр на переключаемых конденсаторах / Ю. А. Гребенко, А. К. Мин // Системы синхронизации, формирования и обработки сигналов. — 2019 — № 5. — С. 30—35.

TUNABLE SWITCHED-CAPACITORS FILTERS DESIGN FEATURES

Lubarets A. I., Manko A. S.
Scientific adviser: Manko A. S.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The architecture, principle of operation and features of the construction of filters on switched capacitors (SCF) are considered, which make it possible to implement filters with tunable cutoff frequency, comparatively simple and accurate adjustment of the passband, as well as the compact area of the microchip crystal.

ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ДЛЯ ФОТОЭЛЕКТРОННЫХ УМНОЖИТЕЛЕЙ

Михайлик Г. Р., Овчаров П. П.
Научный руководитель: Овчаров П. П.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: PPOvcharov@mail.sevsu.ru

Аннотация — Приведены результаты разработки источника питания для фотоэлектронного умножителя.

1. Введение

В ходе работы с фотоэлектронным умножителем (ФЭУ) появилась необходимость в высоковольтном и компактном источнике питания.

Ввиду отсутствия на рынке готовых источников питания с требуемыми параметрами, было принято решение разработать данное устройство для применения в лабораторных и полевых условиях.

Современная компонентная база позволяет создавать высоконадёжные источники питания с малыми массогабаритными показателями.

2. Основная часть

Опираясь на техническую документацию лампы ФЭУ 84 был выбран оптимальный диапазон питающих напряжений и номинальный ток. Исходя из этих данных, было принято решение разрабатывать источник питания (ИП) по двухтактной схеме преобразования, в котором отсутствует подмагничивание сердечника трансформатора, что позволяет значительно уменьшить его размеры.

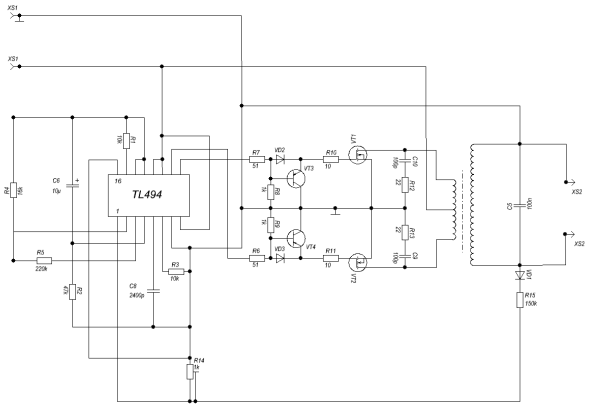


Рис. 1

В качестве контроллера двухтактного преобразователя была выбрана широко распространённая, доступная и хорошо себя зарекомендовавшая микросхема TL 494 [1].

На основе данной микросхемы выполнен повышающий DC-DC преобразователь с 12 В до номинального выходного напряжения 1200 В при номинальном выходном токе 5 мА.

Принципиальная схема ИП показана на рис. 1, внешний вид печатной платы показан на рис. 2.

Предусмотрена регулировка выходного напряжения в пределах 20 процентов от номинального значения путём введения в цепь обратной связи подстроечного резистора, R1A.

Сформированный микросхемой TL 494 сигнал поступает на драйверы, выполненные на маломощных транзисторах PNP структуры VT3, VT4. Усиленный сигнал поступает на выходные ключи, в качестве которых применены мощные N канальные MOSFET транзисторы VT1, VT2, подключенные к первичной обмотке повышающего трансформатора.

В качестве первичного источника можно использовать блоки питания с номинальным напряжением 12 В и допустимым током 1 А. Для применения в полевых условиях удобно использовать литий-полимерные аккумуляторы.

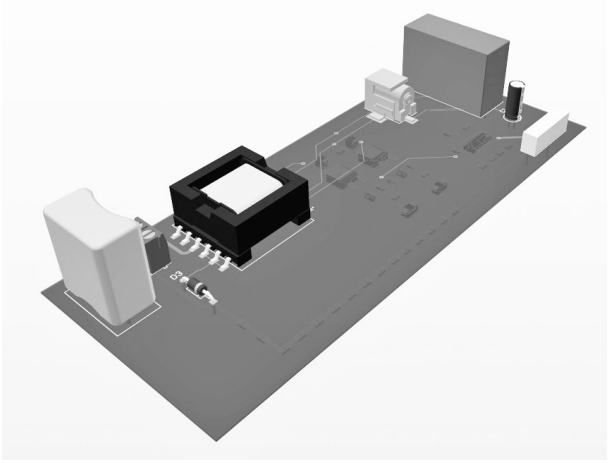


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, разработан высоковольтный, стабилизированный, компактный БП для питания ФЭУ.

Выявлена возможность минимизации размеров конструкции путем применения современных компонентов.

4. Список литературы

[1] Семенов Б. Ю. Силовая электроника: от простого к сложному. / Б. Ю. Семенов — М. : СОЛОН-пресс, 2005. — 416 с.

HIGH-VOLTAGE POWER SUPPLY FOR POWERING PHOTOELECTRONIC MULTIPLIERS

Mikhailik G. R., Ovcharov P. P.
Scientific adviser: Ovcharov P. P.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The device of a power supply unit for a photoelectronic multiplier is considered.

ИНТЕГРАЛЬНЫЙ КОРРЕКТОР НУЛЯ ДЛЯ АЦП

Беленко М. С., Зеленкевич Д. Ю.
Научный руководитель: Зеленкевич Д. Ю.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: belenko.2003@bk.ru

Аннотация — Представлены результаты разработки топологии 12-разрядного корректора нуля для АЦП последовательного приближения. Разработанная топология выполнена на основе отечественной технологии HCMOS8D с проектной нормой 180 нм.

1. Введение

При проектировании интегральных схем АЦП возникает проблема связанная со смещением выходного кода, вызванного паразитными параметрами интегральных проводников. Это смещение выражается как в постоянной составляющей выходного кода, так и в переменной, которая будет различной при различном выходном коде. Для минимизации постоянной составляющей в выходном коде на выходе АЦП применяют корректоры нуля, вычитающие постоянное смещение из кода АЦП.

В докладе представлены результаты разработки 12-разрядного корректора нуля для АЦП последовательного приближения на основе отечественной КМОП-технологии 180 нм в САПР *Cadence Virtuoso IC Design*.

2. Основная часть

На рис. 1 изображена структурная схема корректора нуля 12-разрядного АЦП.

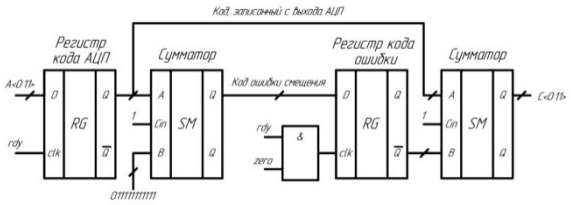


Рис. 1

Представленная структурная схема корректора нуля состоит из следующих блоков:

— 12-разрядного регистры кода АЦП и кода ошибки, на основе D-триггеров [1];
— 12-разрядного КМОП сумматоры [2];
— блок управления регистром ошибки.

Корректор нуля работает по следующему принципу действия. На вход АЦП подается аналоговый сигнал, соответствующий нулю вольт, и в результате преобразования получается код соответствующий нулю вольт (D0) и код ошибки (∆D). Полученный код записывает в регистр кода АЦП по сигналу *rdy* (сигнал готовности преобразования АЦП). Чтобы получить значение ∆D, необходимо из смеси D0 + ∆D вычесть D0. Для этого сумматоры в корректоре играют роль вычитателей и реализуют двоичное вычитание (D0 + ∆D) – D0. В результате на их выходе формируется код ∆D, который записывается в регистр кода ошибки по активному уровню сигналов rdy и zero (сигнал записи ошибки АЦП). В результате второй сумматор, также работающий в режиме вычитателя, реализует следующее двоичное вычитание (D0 + ∆D) – ∆D. В итоге на выходе корректора формируется код D0. В последствии в корректоре нуля хранится ∆D и вычитается из смеси D + ∆D, в результате чего получается скорректированный код АЦП D.

На рис. 2 представлена топология корректора нуля 12-разрядного АЦП.

3. Заключение

Таким образом, был представлен результат разработки топологии 12-битного корректора нуля для АЦП последовательного приближения на основе отечественной КМОП-технологии 180 нм в САПР *Cadence Virtuoso IC Design*.

4. Список литературы

[1] Строганов, А. А. Схемотехника КМОП триггеров заказанных БИС / А. А. Строганов // Компоненты и технологи, 2007. — № 4 — С. 1—4.
[2] Шубин, В. В. Схемотехника КМОП полых сумматоров / В. В. Шубин // Вестн. СибГУТИ, 2016. — № 2 — 13 с.

INTEGRATED CMOS 180 nm 12-BIT ZERO CORRECTOR FOR ADC

Belenko M. S., Zelenkevich D. Y.
Scientific adviser: Zelenkevich D. Y.,
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of the design of the topology of a 12-bit zero corrector for a sequential approximation ADC are presented. The designed topology is based on the domestic HCMOS8D technology with a design norm of 180 nm.

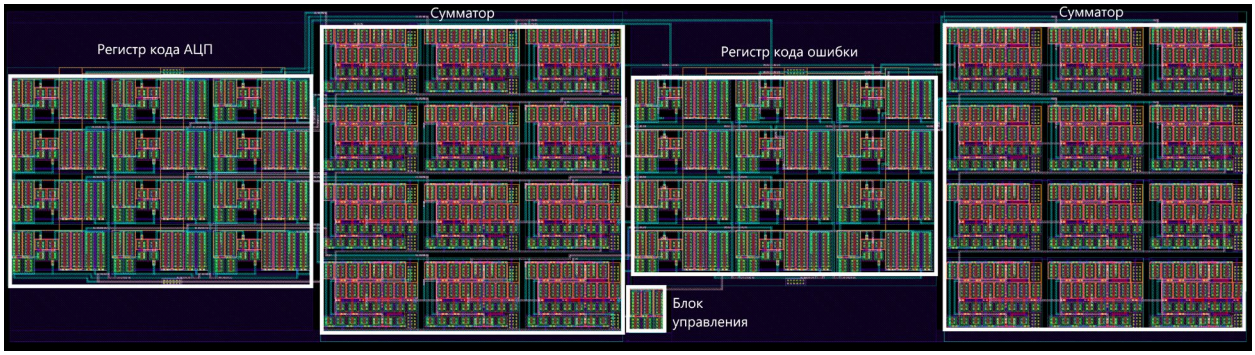


Рис. 2

АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ АНАЛОГОВЫХ МИКРОСХЕМ ДЛЯ РАБОТЫ С ВЫСОКОЧАСТОТНЫМИ СИГНАЛАМИ

Маленко В. А., Начаров Д. В., Ерисов А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: wither_17@mail.ru

Аннотация — Аналоговые микросхемы на основе GaN и SiC незаменимы для 5G, 6G и радиолокации, обеспечивая работу на частотах до 100 ГГц. Основные вызовы — минимизация паразитных эффектов и тепловых нагрузок, что повысит производительность телекоммуникаций и радиолокации.

1. Введение

Аналоговые микросхемы продолжают оставаться незаменимыми в системах обработки сигналов, особенно в высокочастотных приложениях. Современные потребности в области связи, радиолокации и других областях требуют повышения характеристик таких устройств, чтобы обеспечивать надежную передачу и обработку высокочастотных сигналов. Основной вызов — это разработка технологий, которые позволяют работать с частотами в диапазоне нескольких ГГц, сохраняя при этом высокую точность, низкий уровень шумов и стабильность.

2. Основная часть

Традиционные кремниевые технологии, такие как CMOS, ограничены в возможностях работы с частотами выше 10-20 ГГц. В этой связи ключевую роль начинают играть альтернативные материалы, такие как нитрид галлия (GaN) и карбид кремния (SiC). Эти материалы имеют высокие пороговые напряжения пробоя и теплопроводность, что позволяет им эффективно работать при высоких частотах и мощностях. Например, GaN транзисторы демонстрируют отличные результаты в ВЧ-приложениях, благодаря способности выдерживать большие токи и напряжения при минимальных потерях.

Системы 5G и будущие 6G сети предъявляют требования к работе с диапазонами частот выше 30 ГГц. Аналоговые микросхемы, основанные на высокочастотных технологиях, применяются в фильтрах, усилителях и смешивающих устройствах для обеспечения устойчивой передачи и приема сигналов. Важной задачей является минимизация искажений сигнала, особенно на высоких частотах, где возникают проблемы фазового шума и паразитных элементов.

Радиолокационные системы нового поколения требуют обработки широкополосных сигналов с высокой точностью. Здесь также востребованы микросхемы на базе GaN и SiC, которые могут работать на частотах вплоть до 100 ГГц. Высокочастотные усилители и модуляторы, использующие эти материалы, обеспечивают низкие потери сигнала, высокую линейность и возможность работы в экстремальных условиях, что делает их идеальными для радиолокационных установок.

Основные проблемы связаны с паразитными эффектами, возникающими на высоких частотах. Разработка микросхем требует точных методов проектирования и симуляции для минимизации емкостных и индуктивных потерь. Также важно учесть тепловые эффекты, так как работа на высоких частотах сопровождается значительным выделением тепла. Для решения этих проблем применяются усовершенствованные технологии компоновки микросхем и специальные схемы охлаждения.

3. Заключение

Будущее аналоговых микросхем для работы с высокочастотными сигналами связано с внедрением новых материалов и технологий. Их развитие окажет значительное влияние на телекоммуникации, радиолокацию и другие высокотехнологичные области, где требуется передача данных на больших скоростях и высоких частотах. Несмотря на сложность разработки, такие микросхемы обеспечат качественный скачок в производительности и надежности.

4. Список литературы

[1] Korn, G. Mathematical Handbook for Scientists and Engineers / G. Korn, T. Korn ; 6th ed. — SPb : Lan, 2003. — 1152 p.
[2] Новиков, В. А. Технологии GaN и их применение в электронике / В. А. Новиков, И. А. Радченко. — М. : Техносфера, 2018. — 255 с.
[3] Нитрид галлия в радиочастотных устройствах / А. А. Петров [и др.] // Радиотехника, 2019. — 204 с.

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF ANALOG CHIPS FOR HIGH FREQUENCY SIGNAL PROCESSING

Malenko V. A., Nacharov D. V, Erisov A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — GaN and SiC-based analog chips are essential for 5G, 6G, and radar, enabling operation at frequencies up to 100 GHz. The main challenges are minimizing parasitic effects and thermal loads, which will improve the performance of telecommunications and radar.

ООО «Марлин-Юг»

299053, Российская Федерация,
г. Севастополь,
ул. Вакуленчука,
д.33Г, к. 404
E-mail: marlin@marlin-yug.com

MARLIN-YUG
SCIENTIFIC-MANUFACTURING COMPANY

Компания «Марлин-Юг» — это научно-производственное предприятие, основанное в 1990 году. Приоритетной областью деятельности компании является разработка уникального научно-технического оборудования, предназначенного для экологического и научного мониторинга морской среды.

Секция 8

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

ПРИЗНАКИ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ЛИЦ КАК ОДНОЙ ИЗ УГРОЗ В СИСТЕМАХ «УМНОГО» ГОРОДА

Косарева Е. М., Лихачевский Д. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Лихачевский Д. В.
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь
E-mail: kksrvvv@gmail.com

Аннотация — Предложена методика расчета интегрального показателя потенциальной опасности лица в системах “умный“ город.

1. Введение

Наиболее значимой при проектировании систем типа “умный” город является проблема распознавания потенциальных угроз, первоочередно исходящих от человека. Для предиктивного распознавания деятельности злоумышленников применяются сверточные нейронные сети, обученные на решение задачи идентификации человека и распознавания специфических черт психологического профиля потенциально опасных лиц. Психологический профиль потенциально опасного лица можно рассматривать как вероятностную модель поведения и эмоционального состояния человека, представляющего собой или своими действиями угрозу «умного» города [1].

В докладе приводятся результаты определения биометрических признаков потенциально опасных лиц, а также предполагаемая методика получения интегрального показателя потенциальной опасности.

2. Основная часть

Признанным фактором риска опасного поведения является патологический склад личности, наличие таких черт, как агрессия, ригидность, возбудимость, мстительность [2].

Патологический склад личности предполагает противоправные действия, привлечение к уголовной ответственности в прошлом. Идентификация личности человека производится при помощи алгоритма распознавания лиц и сопоставления полученного вектора признаков с имеющейся базой данных лиц. Нейронная сеть, решающая задачу идентификации личности, позволяет получить бинарное значение фактора криминального прошлого лица: 1 — лицо совершало противоправные поступки, 0 — подобный опыт отсутствует.

Проявление специфических признаков в психологическом профиле потенциально опасного лица может быть выражено в проявлении агрессии, ригидности и повышенной возбудимости. Внешние проявления данных психологических состояний по своей мимической структуре соответствуют таким эмоциям как гнев, страх и нейтральная. Данный фактор оценивается при помощи нейронной сети, решающей задачу распознавания эмоций. Результатом решения данной задачи является вектор процентов соответствия выражения лица каждой из эмоций.

Значение фактора проявления специфических признаков в психологическом профиле рассчитывается как

$$MSS = \frac{\sum v_i}{100},$$

где v_i — степень проявления эмоции (гнева, страха и нейтральной).

В таблице 1 приведены весовые коэффициенты для каждого из факторов, определяющих потенциальную опасность лица.

Таблица 1

Фактор	Весовой коэффициент, a_i
Привлечение к уголовной ответственности в прошлом	0,6
Проявление специфических признаков в психологическом профиле	0,4

Расчет интегрального показателя потенциальной опасности лица производится по формуле

$$PHI = \sum a_i \cdot y_j,$$

где a_i — весовой коэффициент; y_i — значение показателя.

Рассчитанный интегральный показатель, превышающий значение 0,6 свидетельствует о потенциальной опасности человека.

3. Заключение

Предложена методика расчета показателя потенциальной опасности лиц как одной из угроз “умного” города.

4. Список литературы

[1] Каменева, М. Е. Психологические профили потенциально опасных лиц / М. Е. Каменева // Вестн. Мос. ун-та МВД России, 2010. — № 11. — С. 12—18.

[2] Макушкина, О. А. Оценка риска общественно опасного поведения лиц с психическими расстройствами / О. А. Макушкина // Социальная и клиническая психиатрия, 2017. — Т. 27. — № 3. — С. 49—55.

SIGNS OF POTENTIALLY DANGEROUS PERSONS AS ONE OF THE THREATS IN SMART CITY SYSTEMS

Kosareva E. M., Likhachevsky D. V.
Scientific adviser: Likhachevsky D. V.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus

Abstract — A method for calculating the integral indicator of the potential danger of a person in smart city systems is proposed.

МОБИЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ РАССТОЯНИЙ АКУСТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ С ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТЬЮ

Грищенко В. А., Дорофеев В. С., Золотенкова М. К.
Научный руководитель: Золотенкова М. К.
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Россия
E-mail: poch961rabot1@gmail.com

Аннотация — В работе предлагается концепция мобильного приложения для позиционирования, использующего в измерениях звуковые частоты слышимого диапазона.

1. Введение

В современном мире мобильные устройства стали неотъемлемой частью нашей повседневной жизни и часто применяются не только по прямому функционалу, но и для решения иных задач, не связанных с общением. В частности, одной из таких задач является задача навигации на местности с использованием различных источников навигационных данных, например, сигналов навигационных спутников, базовых станций сотовой связи и прочего.

Однако в условиях закрытого помещения классические навигационные системы не могут эффективно работать, а навигация по мощности сигналов WLAN и подобных источников даёт значительные погрешности.

В данной работе рассматривается разработка мобильной системы, которая позволяет определять положение устройства в пространстве с использованием акустических сигналов.

2. Основная часть

В отличие от традиционных методов позиционирования устройств, акустическое позиционирование не требует дорогостоящего оборудования и может быть реализовано с использованием стандартных компонентов современных смартфонов. Это делает данное решение особенно привлекательным для широкого круга применений, включая навигацию в закрытых помещениях, мониторинг движения и автоматизацию различных процессов. Решение предлагается в виде приложения для смартфона, принцип действия которого иллюстрируется на рис. 1.

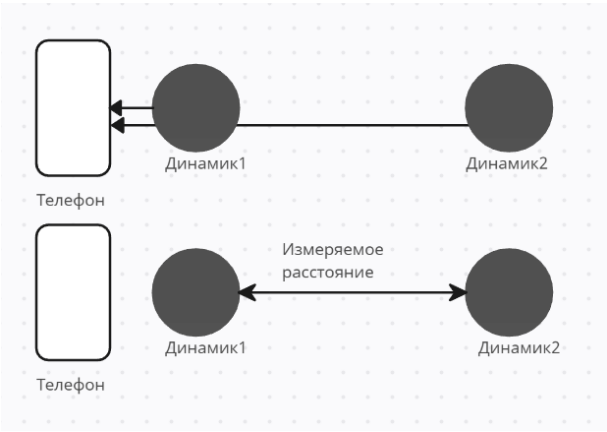


Рис. 1

Алгоритм измерения расстояния включает следующие этапы.

1) Пользователь нажимает на кнопку в приложении.

2) Динамики наушников одновременно издают звук (две псевдошумовые последовательности с минимальной взаимной корреляцией).

3) По наложению звуков приложение определяет разницу расстояния между динамиками.

Приложение разработано на языке Java, а все наиболее вычислительно затратные операции (обработка звукового сигнала) выполнены на языке C++.

В качестве передаваемого сигнала используется псевдослучайная последовательность символов (ПСП), синтезированная специально разработанным генератором. Выбор данного типа сигнала обусловлен максимальной эффективностью использования отведенного диапазона частот, а также наилучшим детектированием на приемнике в условиях шумоподобных помех (с помощью блока корреляционной обработки).

Погрешность измерения расстояния от нижней части телефона, где расположен микрофон, до наушника составляет 5 см.

Точность определения расстояния до наушника и время обработки сигнала зависят от характеристик устройств, используемых для измерений.

Минимальная используемая частота дискретизации звука на мобильном устройстве составляет 8000 Гц, но для уменьшения вычислительной нагрузки можно уменьшить ее до 4000 Гц. Экспериментально определено, что это не повредит точности детектирования, но существенно ускорит вычисления.

3. Заключение

Таким образом, было разработано приложение для определения расстояния между динамиками акустическим способом.

Далее будут рассмотрены способы повышения точности позиционирования с помощью встроенного гироскопа, а также методы уменьшения вычислительной нагрузки, например, предварительная обработки сигнала.

4. Список литературы

[1] Линник, Ю. В. Метод наименьших квадратов и основы математико-статистической теории обработки наблюдений / Ю. В. Линник. — М. : Гос. изд-во физ.-мат. лит., 1962. — 336 с.

[2] Creating Shazam in Java [Электронный ресурс] / Roy van Rijn. — Режим доступа: https://www.royvanrijn.com/blog/2010/06/creating-shazam-in-java/

MOBILE ACOUSTIC POSITIONING AND DISTANCE MEASURE SYSTEM WITH HIGH PRECISION

Grishchenko V. A., Dorofeev V. S.
Zolotenkova M. K.
Scientific adviser: Zolotenkova M. K.
Moscow Aviation Institute (national research university), Russia

Abstract — In the paper, the concept of a mobile positioning application that uses audible sound frequencies in measurements is proposed.

РАЗРАБОТКА «УМНОЙ» СВЕТОДИОДНОЙ ЛЕНТЫ

Волкова Е. Д., Головин В. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Головин В. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: katedegtuareva@mail.ru

Аннотация — Разработана светодиодная лента и кроссплатформенное приложение для управления, которое подключается к светодиодной ленте по *Bluetooth* и по *Wi-Fi*.

1. Введение

На рынке представлено множество вариантов «умных» светодиодных лент под различные задачи и различном ценовом диапазоне. Было принято решение создать светодиодную ленту с удобным кроссплатформенным приложением, широким функционалом и на полностью проверенных компонентах, так как недорогие светодиодные ленты реализованы на низкокачественных элементах и через непродолжительное время требуют ремонта или утилизации, а более дорогие аналоги несоизмеримы по ценекачеству.

2. Основная часть

Структурная схема «умной» светодиодной ленты должна содержать следующие элементы:

— плата с микроконтроллером;

— *Wi-Fi* модуль;

— *Bluetooth* модуль;

— светодиодная лента;

— блок питания;

— приложение для управления светодиодной лентой.

Вариант упрощённой структурной схемы «умной» светодиодной ленты приведён на рис. 1.

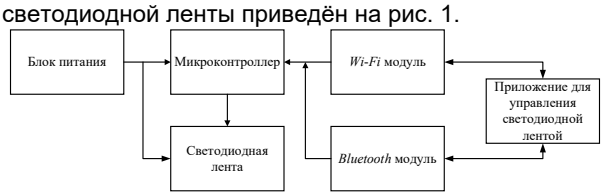


Рис. 1

Данная схема описывает прототип готовой «умной» светодиодной ленты, которой в последствии можно будет управлять при помощи мобильного приложения.

К микроконтроллеру подключается Wi-Fi модуль и Bluetooth модуль, которые принимают команды с приложения для управления светодиодной лентой. В зависимости от принятой команды меняются режимы свечения светодиодной ленты, яркость и другое. Светодиодная лента и микроконтроллер подключаются к мощному блоку питания.

В разработанной светодиодной ленте были использованы такие элементы, как:

— оптимально подходящий микроконтроллер для управления светодиодной лентой *Arduino nano* так как имеет компактный размер, невысокую стоимость, возможность создавать множество эффектов за счет большого количества библиотек;

—*Wi-Fi* модуль *ESP*8285 был выбран по таким критериям, так как имеет высокую скорость передачи данных; большой рабочий диапазон температур (–40°*C* — 125°*C*);

— модель *Bluetooth* модуля *HC*-06, так как передача данных осуществляется на расстоянии 30 м; есть возможность изменения характеристик при помощи *AT* команд, компактный размер 1,55x3,98 см.

— светодиодная лента была выбрана на чипе *WS*2812 так как она не может ударить током человека; рабочая температура ленты от –25 до + 60 °*C*.

— блок питания по расчетам был выбран 5В/3А.

Для обеспечения кроссплатформенности приложения была выбрана среда разработки *Unity*, которая имеет такие преимущества как: наглядность программирования (разработчик может в полной мене оценить работу приложения); есть возможность конфигурации на разные операционные системы (кроссплатформенность); большие возможности; распространённость; удобство. Была изучена среда разработки *Unity*, её интерфейс и особенности программирования. Были написаны скетчи для управления «умной» светодиодной лентой при помощи микроконтроллера. Был создан код на *C#* для синхронизации беспроводных модулей связи и приложения для управления «умной» светодиодной лентой. Был создан код на *C#* для управления «умной» светодиодной лентой через смартфон.

Заключение

1. Для обеспечения кроссплатформенности приложения была выбрана среда разработки Unity, которая имеет такие преимущества как: наглядность программирования (разработчик может в полной мене оценить работу приложения); есть возможность конфигурации на разные операционные системы (кроссплатформенность); большие возможности; распространённость; удобство.

2. Была изучена среда разработки Unity, её интерфейс и особенности программирования.

3. Были написаны скетчи для управления «умной» светодиодной лентой при помощи микроконтроллера.

4. Был создан код на C# для синхронизации беспроводных модулей связи и приложения для управления «умной» светодиодной лентой.

5. Был создан код на C# для управления «умной» светодиодной лентой через смартфон.

4. Список литературы

[1] ПЛАТАН — поставка электронных компонентов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.platan.ru/news/WiFi–Espressif.shtml (дата обращения 22.05.2024)

[2] Сайт Ардуино на русском. Все про Arduino для начинающих и мастеров [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://роботехника18.рф/прошивка–блютуз–модуля–ардуино (дата обращения 23.05.2024)

DESIGN OF THE SMART LED-STRIP

Volkova E. D., Golovin V. V.
Scientific adviser: Golovin V. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The LED-strip and the cross-platform control application, connected to the LED-strip via Bluetooth and Wi-Fi, were designed.

СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ ОБЪЕКТА НА ТРАЕКТОРИИ

Кожевников И. А., Карапетьян В. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Карапетьян В. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: priem@sevsu.ru

Аннотация — Рассмотрены две методики синтеза систем стабилизации объектов: в среде моделирования *Matlab* функцией-решателем *ode*45 и с помощью новой функции *ltvss* из пакета *Control System Toolbox*. Приведены результаты синтеза и моделирования.

1. Введение

Современные достижения в области робототехники и автоматического управления открывают новые возможности для реализации сложных технологических процессов с высокой степенью точности и автономности. Особое внимание в этом контексте уделяется задачам стабилизации движения объектов по заданным траекториям, которые являются ключевыми для широкого спектра приложений: от промышленных роботов-манипуляторов до автономных транспортных средств. Центральным аспектом таких систем является способность точно и надежно следовать предписанным путям в пространстве, что требует глубокого анализа и совершенствования методов управления.

2. Основная часть

Основная цель работы состоит в решении задачи синтеза и моделирования оптимальной системы автоматической стабилизации движения динамического объекта вдоль заданной опорной траектории.

В качестве исследуемого динамического объекта выбран плоский упрощённый ангулярный робот-манипулятор — двухзвенный манипулятор, имитирующий движение двух суставов руки в вертикальной плоскости.

Заданы и не изменятся во времени его массо-размерные характеристики: длины, массы и моменты инерции плеч, координаты центров тяжести. Управляемые угловые перемещения плеч θ_1 и θ_2 обеспечиваются двумя электродвигателями, расположенными в сочленениях. Моменты, развиваемые двигателями τ_1 и τ_2, выступают как управляющие входы в системе управления движением манипулятора.

Для начального $t_0 = 0$ *c* неподвижного положения с параметрами

$$\theta_1(t_0) = \dot{\theta}_1(t_0) = \ddot{\theta}_1(t_0) = 0; \qquad \theta_2(t_0) = \dot{\theta}_2(t_0) = \ddot{\theta}_2(t_0) = 0$$

и конечного $t_f = 6$ *c* неподвижного положения с параметрами

$$\theta_1(t_f) = -60^0; \quad \dot{\theta}_1(t_f) = \ddot{\theta}_1(t_f) = 0; \qquad \theta_2(t_f) = 10^0; \quad \dot{\theta}_2(t_f) = \ddot{\theta}_2(t_f) = 0$$

получены коэффициенты соответствующих полиномов.

Математическая модель движения манипулятора преобразована к системе из четырёх дифференциальных уравнений в нормальной форме. Затем средствами символьной математики *Matlab* (функция *jacobian*) была проведена линеаризации нормальной системы дифференциальных уравнений вдоль сформированной ранее опорной траектории.

Решение поставленной задачи требует нахождения нестационарной матрицы Риккати, удовлетворяющей дифференциальному уравнению с заданным краевым значением на правом конце интервала управления.

Уравнение Риккати решается в *Matlab* численным методом функцией-решателем *ode*45, при этом проводится векторизация матричного уравнения Риккати и в функции вычисления правых частей уравнения для каждого текущего момента времени ***t*** определяются текущие значения нестационарных матриц модели $A(t)$ и $B(t)$.

Здесь для выбранных значений матриц штрафов Q, R и F функционала представлено в графической форме решение уравнения Риккати — графики изменения элементов верхней треугольной части матрицы Риккати на интервале [0; 6] секунд.

Моделирование нестационарной оптимальной системы стабилизации проводилось стандартными средствами *Matlab* — функцией-решателем *ode*45 и с помощью новой функции *ltvss* из пакета *Control System Toolbox*. Функция *ltvss* предназначена для создания линейного нестационарного объекта (*LTV*), а само моделирование проводилось известной стандартной функцией построения собственного движения *initial*.

Результаты моделирования обоими методами — идентичны.

Моделирование этой же оптимальной системы стабилизации было проведено в системе *Simulink*.

3. Заключение

Проведено построение траектории движения плеч манипулятора из заданного исходного неподвижного положения в назначенное конечное неподвижное положение за указанное время.

Выполнено определение управляющих моментов, развиваемых двумя двигателями, обеспечивающих требуемое движение по построенной траектории

Реализовано получение линеаризованной модели движения манипулятора по заданной траектории на всём интервале управления — формирование линейной нестационарной математической модели в терминах пространства состояний (матриц $A(t)$ и $B(t)$) для отклонений угловых координат манипулятора и отклонений вращающих моментов двигателей.

Произведен синтез *LQ*-регулятора состояния линейной нестационарной модели движения манипулятора в отклонениях от номинальной траектории — решено нестационарное уравнение Риккати $P(t)$ и сформирована нестационарная матрица оптимального *LQ*-регулятора $G(t)=R\text{-}1BT(t)P(t)$.

Выполнено моделирование движения линеаризованной нестационарной оптимальной системы стабилизации манипулятора вдоль опорной траектории в системе *Matlab*. Проведена реализация предыдущей задачи в системе *Simulink*.

SYSTEM OF OBJECT STABILIZATION ON THE TRAJECTORY

Kozhevnikov I. A., Karapet'yan V. A.
Scientific adviser: Karapet'yan V. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Two methods to synthesize the object stabilization systems in the Matlab modeling environment, using the ode45 solver and new ltvss function from the Control System Toolbox package, are considered. The results of the calculation are given.

РАЗРАБОТКА МАЛОГО ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМОГО НЕОБИТАЕМОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА. ПОДСИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВЕРХНЕГО УРОВНЯ

Параев К. А., Альчаков В. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук Альчаков В. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: paraev57@gmail.com

Аннотация — Описан процесс разработки и тестирования программного обеспечения верхнего уровня телеуправляемого необитаемого подводного аппарата «КАТРАН». Проанализированы методы управления подводным аппаратом с наземной станции управления. Рассмотрены результаты использования принципа полуавтоматического управления аппаратом.

1. Введение

Программное обеспечение для телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов (ТНПА) реализует, кроме всего прочего, систему управления объектом. Она может состоять из модулей ручного, автоматического или полуавтоматического управления.

Полуавтоматическое управление ставит своей целью помощь оператору в поддержании положения ТНПА и выполнении манёвров. В эту категорию можно включить разного рода системы стабилизации, которые работают относительно некоторых осей ТНПА, позволяя оператору свободно управлять другими, не входящими в зону ответственности, системами управления. Целью работы является разработка полуавтоматической системы управления для ТНПА «КАТРАН»

2. Основная часть

Модули управления движителями ТНПА (драйверы) управляют подаваемым током, в зависимости от скважности ШИМ сигнала. Можно выразить зависимость между углом поворота винта и процентом заполнения ШИМ. В процессе инициализации ТНПА диапазон времени импульса в микросекундах составляет $t \in [1000..2000]$, частота $f = 50$ Гц. Этим значениям соответствуют углы поворота движителя $\theta_i \in [0°..180°]$, которыми непосредственно управляет оператор.

С помощью математической модели аппарата, созданной в пакете *MATLAB*, составлено пространство управлений для всех 5 степеней свободы аппарата. Пример моделирования движения вперед приведен на рис. 1 и 2.



Рис. 1

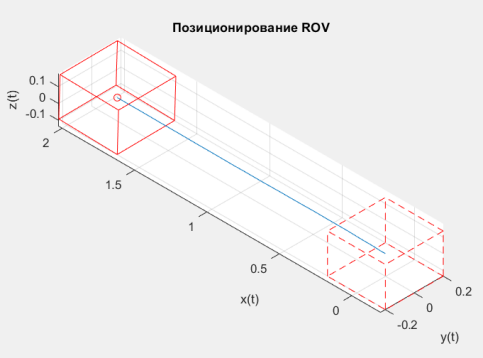


Рис. 2

3. Заключение

На основе полученного пространства управлений была разработана программа полуавтоматического управления ТНПА «КАТРАН». В качестве оценки корректности реализации ПО была проведена серия тестов в бассейне на базе НИЛ «Робототехника и интеллектуальные системы управления». Для отслеживания аппарата был применен алгоритм *CAMShift* [1]. Объектом интереса в каждом эксперименте является ТНПА «КАТРАН». На рис. 3 приведена траектория при полуавтоматическом управлении глубиной аппарата и ручным движением вбок.

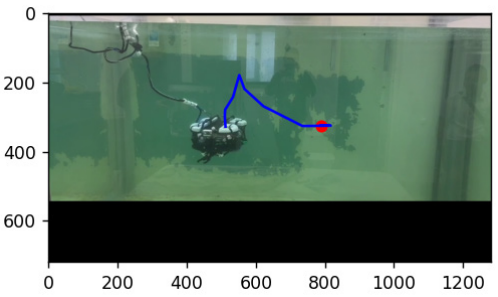


Рис. 3

4. Список литературы

[1] *Meanshift and Camshift* [Электронный ресурс]. / *Open Source Computer Vision Documentation*. — Режим доступа: *https://docs.opencv.org/4.x/d7/d00/tutorial_meanshift.html* (дата обращения 26.09.2024).

DEVELOPMENT OF SMALL ROV. TOP-LEVEL CONTROL SUBSYSTEM

Paraev K. A., Alchakov V. V.
Scientific adviser: Alchakov V. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Process of development and testing of the top-level software of the KATRAN ROV. Methods of control from a ground control station are analyzed. The results of using the principle of semi-automatic control of the ROV are given.

УПРАВЛЕНИЕ ДИНАМИКОЙ КВАДРОКОПТЕРА

Коршуненко А. А., Грушун А. И.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Грушун А. И.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: nastjla24@mail.ru

Аннотация — Работа посвящена управлению динамикой квадрокоптера на базе дифференциальных уравнений с учётом матриц преобразования систем координат и матриц вращения. Приведены результаты перемещения летательного аппарата в пространстве в заданную точку.

1. Введение

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) становятся неотъемлемой частью повседневной жизни, оказывая поддержку в различных сферах: от сельского хозяйства и образования до выполнения опасных для человека задач.

В связи с этим возникает необходимость в совершенствовании методов управления БПЛА, чтобы они не только эффективно выполняли свои функции, но и делали это с минимальными затратами времени и ресурсов. В данной работе ставиться цель разработать математическую модель квадрокоптера, способного перемещаться из одной точки пространства в другую за наименьшее возможное время [1].

2. Основная часть

В работе используется математическая модель квадрокоптера, полученная из второго закона Ньютона и представляющая собой два векторных уравнения вида [2]:

$$\frac{d\vec{p}(t)}{dt} = \vec{F}(t),$$

$$\frac{d\vec{L}(t)}{dt} = \vec{M}(t).$$

Чтобы получить окончательный вид шести дифференциальных уравнений модели, проведен ряд преобразований, использующий матрицы вращения и поворота. Помимо матриц в подстановке использовались вектора трёх сил и моментов, которые учитывают работу двигателей, сопротивление воздуху и внешнее воздействие. Результатом стала следующая система:

$$\frac{dv_{Bx}(t)}{dt} = \frac{1}{m}\left(F_{Mx}(t) + F_{Dx}(t) + F_{Ox}(t)\right) - g\sin\theta + v_{By}(t) * \omega_{Bz}(t) - v_{Bz}(t) * \omega_{By}(t),$$

$$\frac{dv_{By}(t)}{dt} = \frac{1}{m}\left(F_{My}(t) + F_{Dy}(t) + F_{Oy}(t)\right) + g\cos\theta\sin\varphi - v_{Bx}(t) * \omega_{Bz}(t) + v_{Bz}(t) * \omega_{Bx}(t),$$

$$\frac{dv_{Bz}(t)}{dt} = \frac{1}{m}\left(F_{Mz}(t) + F_{Dz}(t) + F_{Oz}(t)\right) + g\cos\theta\cos\varphi + v_{Bx}(t) * \omega_{By}(t) - v_{By}(t) * \omega_{Bx}(t),$$

$$\frac{d\omega_{Bx}(t)}{dt} = \frac{1}{I_{xx}}\left(M_{Mx}(t) + M_{Dx}(t) + M_{Ox}(t) + (I_{yy} - I_{zz}) * \omega_{By}(t) * \omega_{Bz}(t)\right),$$

$$\frac{d\omega_{By}(t)}{dt} = \frac{1}{I_{yy}}\left(M_{My}(t) + M_{Dy}(t) + M_{Ox}(t) + (I_{zz} - I_{xx}) * \omega_{Bx}(t) * \omega_{Bz}(t)\right),$$

$$\frac{d\omega_{Bz}(t)}{dt} = \frac{1}{I_{zz}}\left(M_{Mz}(t) + M_{Dz}(t) + M_{Oz}(t) + (I_{xx} - I_{yy}) * \omega_{Bx}(t) * \omega_{By}(t)\right).$$

В данной работе основная задача управления динамикой квадрокоптера заключается в минимизации времени перемещения объекта из одной точки в другую по трём осям. Для достижения этого используется оптимальное управление, основанное на условиях Каруша-Куна-Такера, которые позволяют находить локальные экстремумы целевой функции в задачах с ограничениями.

Управление квадрокоптером осуществляется путём попарной подачи значений тяговой сил на моторы в каждый момент времени, что обеспечивает удержание аппарата в нужном положении и выполнение поставленных задач.

В конечном результате получено несколько графиков, отображающих перемещение летательного аппарата в трёх осях. На рис.1 представлен график движения БПЛА по осям *x* и *y*, где он находился в нулевых координатах и, при получении небольшого возмущающего воздействия, объект отклонил с последующим возвращением в стартовую позицию.

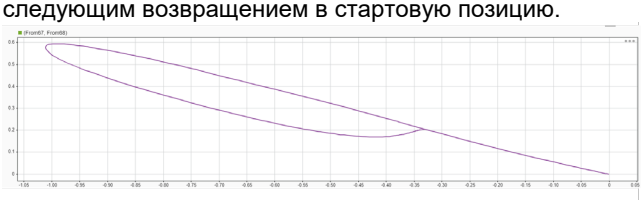


Рис. 1

Вторым результатом стало перемещение квадрокоптера по осям *x* и *z*, где аппрат находится на нулевом значении по оси *x* и на 40 метрах по оси *z*. Задачей стало переместиться с 40 метров в 50 метров, сохраняя нулевое значение *x*. Результат представлен на рис.2.

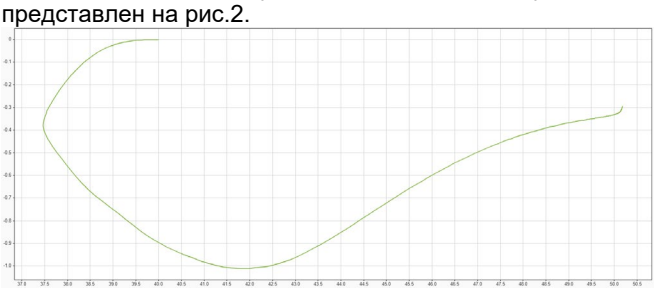


Рис. 2

3. Заключение

По итогу данной работы была получена математическая модель БПЛА на основе 6 дифференциальных уравнений с учётом нелинейностей. Для дальнейшего управления полётом квадрокоптера сформирован ряд ПИД-регуляторов и применён метод Каруша-Куна-Такера, находящий локальный экстремум целевой функции в задачах с ограничениями.

4. Список литературы

[1] *Mikkelsen*, *M. Development*, *Modelling and Control of a Multirotor Vehicle* / *M. Mikkelsen*. — *Umeå University*, 2015. — 118 *p*.

[2] *Oscarson*, *O. Design*, *Modeling and Control of an Octocopte* / *O. Oscarson*. — *Royal Institute of Technology*, 2015. — 104 *p*.

QUADROCOPTER DYNAMICS CONTROL

Korshunenko A. A., Grushun A. I.
Scientific adviser: Grushun A. I.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The paper is devoted to the control of quadrocopter dynamics on the basis of differential equations, taking into account coordinate system transformation matrices and rotation matrices. The results are presented of moving the aircraft in space to a given point.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОЛЕСНОГО РОБОТА

Гамов Д. Р.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: romich@mail.ru

Аннотация — Рассматривается использование усовершенствованной модели шасси колесного роботизированного аппарата повышенной проходимости для построения оптимальной системы управления.

1. Введение

Большинство современных автономных наземных роботизированных подвижных платформ в качестве шасси используют либо гусеничную основу, либо колесную базу на две пары [1, 2].

Оба этих варианта шасси имеют высокую проходимость, но в случае повреждения и выведения из строя любого колеса или разрыва гусеницы приводит к обездвиживанию платформы. Также нет возможности использовать управление каждым ведущим колесом платформы по отдельности, либо существующие решения слишком сложные с точки зрения реализации и синтеза системы управления.

Использование новых подходов к конструкции и системе управление шасси колесного робота должно обеспечить максимальную автономность и устойчивость как к внешним воздействиям, так и к внутренним неисправностям, что значительно расширит область применения роботизированных систем данного типа.

2. Основная часть

В качестве примера рассматривается колесный робот (ровер) с несколькими независимыми подвесками.

Ровер может быть оборудован как активной, так и полуактивной подвеской. В этом случае в модель следует включить систему подвески, её контроллер, а также все необходимые компоненты, такие как датчики и усилители мощности. Подвеска с качающимися рычагами может быть дополнена электродвигателем, который будет управлять вращением конца пружины подвески, закреплённого на раме транспортного средства. Схема активной подвески с поворотными рычагами представлена на рис. 1.

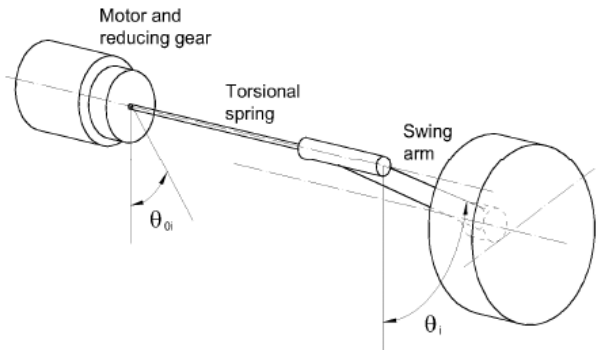


Рис. 1

Если данный механизм предполагается использовать только при низких частотах, скорость изменения углов θoi должна оставаться низкой, а передаточное число — достаточно большим, чтобы позволить использовать очень компактные и лёгкие двигатели.

В случае 4-колесного ровера с четырьмя активными подвесками можно применить простую PD-стратегию управления, направленную на поддержание кузова транспортного средства в горизонтальном положении. Состояния подвески будут проверяться через определённые временные интервалы. В процессе мониторинга измеряются углы тангажа и крена, а также их скорости. Углы корректируются таким образом, чтобы коэффициенты Kpi и Kdi были пропорциональны и производными значениями усиления. На каждом этапе осуществляется контроль, чтобы убедиться, что углы подвешивания не достигли своего минимального или максимального значения. В случае достижения экстремальных значений устанавливаются предельные значения, допускающие некоторый крен или тангаж кузова. Эффективность этой простой стратегии может быть продемонстрирована при преодолении препятствий с помощью колес, при которых применение рычагов подвески будет использовать механизм шагающих роботов.

Предлагаемый подход позволяет учитывать любое количество колёс и различные типы подвесок и может использоваться для роверов, управляемых с помощью рулевого колеса или подруливающего устройства.

3. Заключение

Рассмотрена концепция к усовершенствованной модели шасси колесного ровера, предложена концепция системы управления, обеспечивающая новые возможности использования аппаратов данного типа и повышенную автономность.

4. Список литературы

[1] Бойко, А. Универсальные и ударные военные наземные роботизированные платформы [Электронный ресурс] / А. Бойко // *RoboTrends*: сетевой журнал. — Режим доступа: *https://robotrends.ru/robopedia/universalnye-voennye-nazemnye-robotizirovannye-platformy* (дата обращения: 24.09.2024).

[2] Лавренюк, А. Встречаем ровер третьего поколения: история создания робота-курьера Яндекса [Электронный ресурс] / Хабр: сетевой журнал. — Режим доступа: *https://habr.com/ru/companies/yandex/articles/*590997/ (дата обращения: 24.09.2024).

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF A CONTROL SYSTEM WHEEL ROBOT

Gamov D. R.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The use of an improved model of a basic wheeled robotic all-terrain vehicle to build a reliable control system is considered.

ТЕХНОЛОГИИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПРОЦЕССОВ С СЕЗОННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТЬЮ

Писарев В. И., Альчаков В. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук Альчаков В. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: pisarev.valsidalv@gmail.com

Аннотация — Обоснована актуальность применения технологий машинного обучения в прогнозировании процессов с сезонной изменчивостью на основе существующих исследований. Определена необходимость дальнейших исследований в этом направлении.

1. Введение

Прогнозирование процессов с выраженной сезонной изменчивостью является важной задачей для различных отраслей бизнеса. И решение этой задачи позволяет повысить эффективность управления как отдельными технологическими процессами, так и предприятием в целом.

2. Основная часть

В условиях масштабирования цифровой экономики, стремительного роста объёмов данных и усложнения их структуры, методы прогнозирования временных рядов с сезонными колебаниями, основанные на методах машинного обучения, всё чаще используются для создания автоматизированных систем управления. По состоянию на текущий момент, в ряде исследований уже сравнивались как классические методы, так и новые подходы к прогнозированию временных рядов с сезонной изменчивостью, применяемые в рамках решения задач по построению прогностических моделей на базе технологий машинного обучения. В частности, в ходе исследования эффективности прогнозирующих моделей для временных рядов с сезонной изменчивостью рассматривались классические методы (*SARIMA*, *Holt-Winters Exponential Smoothing*, *ETS*) и новые подходы (*Facebook Prophet*, *XGBoost*, *LSTM*) [1]. В качестве информационной базы исследования (источников данных) был выбран технологический процесс контроля объёмов протекающей воды на очистных сооружениях завода по очистке сточных вод. Для сравнительной оценки качества прогнозирования использовались стандартные метрики качества линейных регрессионных моделей.

Результаты исследования показали, что все рассматриваемые модели продемонстрировали высокий уровень точности прогнозирования (коэффициенты детерминации превысили пороговое значение 0,9), но отличались по сложности построения и времени обучения. Так, лидерами в точности прогноза определены три метода: *SARIMA*, *LSTM* и *XGBoost*. Модели на базе *SARIMA* и *LSTM* продемонстрировали высокую точность прогнозов, но результаты указывали на самое длительное время обучения, а также необходимость в оптимизации входных данных для обучения и тщательной настройке нейронной сети. Метод же *XGBoost* показал кратчайшее время обучения, что, по итогам исследования, отмечено важным в условиях применения в системах с нестационарными временными рядами с сезонной изменчивостью для автоматического дообучения на основе новых данных и подготовки модели. В качестве направлений дальнейших исследований были отмечены: необходимость в оптимизации гиперпараметров моделей, разработка новых методов с целью повышения точности прогнозов и повышение адаптивных свойств алгоритмов.

Ещё одним обоснованием актуальности применения технологий машинного обучения в задачах прогнозирования временных рядов с сезонной изменчивостью является исследование эффективности различных подходов к макроэкономическому прогнозированию (прогнозирование на основе стандартных (*ARIMA*, *ETS*) и нейросетевых (структуры *RNN*, *LSTM*, *GRU*) моделей временных рядов) на базе данных об индексе денежных доходов населения России за период 2000—2020 г. г. и индексе реального объёма сельскохозяйственного производства России за тот же период (в обоих случаях было отмечено наличие сезонности в 12 месяцев) [2]. В результате исследования было установлено, что нейросетевые модели превосходят стандартные модели временных рядов по точности прогноза, однако наилучшие результаты прогнозирования достигаются при использовании комбинированных моделей.

3. Заключение

Стоит отметить, что использование методов машинного обучения для прогнозирования временных рядов с сезонной изменчивостью действительно является эффективным как в рамках решения экономических задач, так и в оптимизации технологических процессов. В связи с этим возникает необходимость в дальнейшем сравнительном анализе производительности и точности существующих методов, разработке методик обучения моделей оптимизации существующих алгоритмов, разработке новых алгоритмов и методов, позволяющих расширить область их применения и повысить качество получаемых результатов, расширив адаптивные свойства систем различного назначения.

4. Список литературы

[1] Kramar, V. Time-Series Forecasting of Seasonal Data Using Machine Learning Methods / V. Kramar, V. Alchakov // Algorithms. — 2023. — № 16(5). — P. 248.

[2] Пашшоев, Б. Анализ нейросетевых моделей для прогнозирования временных рядов / Б. Пашшоев, Д. А. Петрусевич // Russian Technological Journal. — 2024. — Т. 12. — № 4. — С. 106—116. — DOI 10.32362/2500-316X-2024-12-4-106-116.

MACHINE LEARNING TECHNOLOGIES IN FORECASTING PROCESSES WITH SEASONAL VARIABILITY

Pisarev V. I., Alchakov V. V.
Scientific adviser: Alchakov V. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The relevance of using machine learning technologies in forecasting processes with seasonal variability is substantiated based on existing studies. The need for further research in this area is determined.

ОБЗОР ИДЕИ ИМПУЛЬСНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Марцун Д. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: vws739gt@gmail.com

Аннотация — Приведены результаты обзор импульсных нейронных сетей.

1. Введение

Биологический интеллект живых существ обуславливает интерес учёных к изучению их возможностей, начиная с восприятия, запоминания, мышления и заканчивая языками и поведением. Благодаря усилиям по имитации этих возможностей ученые могут исследовать, как мозг и датчики робота могут работать совместно для автономного выполнения сложных задачи.

2. Основная часть

Традиционные искусственные нейронные сети (ИНС) испытывают трудности с обработкой ресурсоемких вычислений. Обучение искусственных нейронных сетей требует много времени (может занимать несколько дней), а также может потреблять много энергии. Например, в самоуправляемых автомобилях вычислительное оборудование потребляют несколько тысяч ватт, а человеческому мозгу требуется всего около 20 ватт мощности.

В 1943 году нейрофизиолог Уоррен Маккаллох и математик Уолтер Питтс описали простую модель искусственного нейрона с использованием электрических цепей. Эти нейроны первого поколения были способны выполнять математические операции с логическими выводами: они подавали двоичные сигналы, при достижении порога суммирования входящих сигналов, и были успешно применены в таких ИНС, как многослойные перцептроны и сети Хопфилда. С появлением более мощных вычислительных машин были введены непрерывные функций активации, например, сигмоидные или гиперболический тангенс — второе поколение ИНС.

Однако нейроны второго поколения не моделируют электрические импульсы, описанные в их биологических аналогах. Структура типичного нейрона человеческого мозга, помещенного в соленую внеклеточную жидкость, показана на рис. 1.

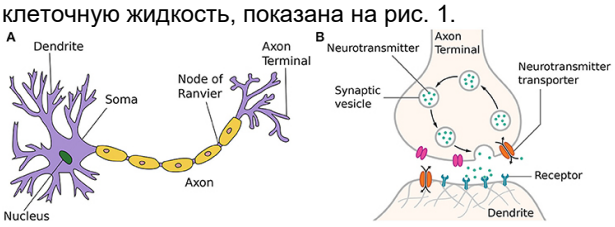


Рис. 1

Входящие сигналы от многочисленных дендритов изменяют напряжение на мембране нейрона. При достижении порогового значения тело клетки, или сома, посылает потенциал действия, называемый также импульсом или спайком. Этот процесс генерации короткого (1 мс) и внезапного повышения напряжения обычно называют выстрелом нейрона. После выстрела следует короткий период бездействия, называемый рефрактерным периодом, в течение которого нейрон не может посылать другие спайки независимо от входящих сигналов. Когда порог мембранного потенциала достигнут и нейрон выстреливает, сгенерированный выходной зубец передается по аксону нейрона, который может быть довольно длинным и на конце разветвляться на множество других нервных клеток.

Было разработано третье поколение нейронных сетей, напрямую общающихся с помощью отдельных последовательностей импульсов. Они применяют механизмы импульсного кодирования, позволяющие включать пространственно-временную информацию, которая была бы потеряна при усреднении по частотам импульсов. Фактически импульсные нейросети можно понимать, как расширение нейронных сетей второго поколения и в вычислительном отношении они являются более мощными, чем перцептроны [1].

Для обучения импульсных нейронных сетей используются различные методы. Наиболее используемыми из них являются модифицированный метод Хебба, *STDP* (*Spike Timing Dependent Plasticity*) и его модификации, а также, метод обратного распространения ошибки *SpikeProp* и его модификации (для кодирования информации временем появления одиночного импульса). Другие методы кодирования информации, такие как частотная модуляция, почти не используются. В связи с появлением нейрочипов, подобных *TrueNorth* компании *IBM*, появились подходы, основанные на генерации и обучении нейронных сетей, в том числе, сверточных, в оффлайн режиме и конвертирования обученной нейронной сети в импульсную нейронную сеть, реализуемую в чипе [2].

3. Заключение

Импульсные нейронные сети представляют особый интерес в связи с более широким функционалом по сравнению с другими типами нейросетей.

4. Список литературы

[1] *A Survey of Robotics Control Based on Learning-Inspired Spiking Neural Networks* / *Z. Bing* [*et al.*] // *Front. Neurorobot.* — 2008. — *doi*: 10.3389/*fnbot*.2018.00035.

[2] Гаврилов, А. В. Методы Обучения Импульсных Нейронных Сетей / А. В. Гаврилов, К. О. Панченко // 13*th Int. Scientific-Technical Conf.*, *APEIE*. — 2016. — *P*. 60—65.

OVERVIEW OF THE IDEA OF SPIKING NEURAL NETWORKS

Martsun D. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A overview of spiking neural networks is given.

МЕТОД КОРРЕКЦИИ ВРЕМЯ ПРОЛЕТНЫХ ДАТЧИКОВ В ЗАДАЧЕ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ КАРЕТКИ

Дручинин И. А., Ляшко А. Д., Крамарь В. А.
Научный руководитель: д-р. техн. наук, проф. Крамарь В. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: druchinin.i.a@ya.ru

Аннотация — В статье рассматривается метод коррекции показаний времяпролетных датчиков, используемых для точного позиционирования каретки с двумя степенями свободы.

1. Введение

В условиях современной автоматизации и высоких технологий, точность позиционирования является критическим важным фактором во многих промышленных секторах. Времяпролетные датчики, играющие центральную роль в системах позиционирования, обеспечивают высокую скорость и точность измерений [1]. Тем не менее, несмотря на их преимущества, времяпролетные датчики могут сталкиваться с проблемами точности, вызванными внешними факторами, такими как колебания окружающей среды или износ оборудования.

2. Основная часть

В данной статье предлагается метод коррекции времяпролетных датчиков на основе фильтра Калмана, который позволяет значительно повысить точность позиционирования каретки приводов. Фильтр Калмана используется для улучшения точности измерений, уменьшая влияние шума.

В качестве объекта исследования рассмотрен прототип складского робота, который приведен на рис. 1. Состоит он из жесткой рамы, обеспечивающей основу для системы, линейных приводов, расположенных перпендикулярно друг другу, подвижной каретки, способной перемещаться в двух направлениях и рельсовых направляющих.



Рис. 1

При произвольном перемещении приводов данные записывались в *csv*-файл для дальнейшей обработки. Графики ошибки локализации по двум осям относительно референса показаний с рулетки представлены на рис. 2.

Интерес представляет собой зависимость ошибки от реального положения, т.к. погрешности времяпролетных датчиков должны быть нелинейными. Определен нелинейный тренд как полиномиальную функцию при помощи метода наименьших квадратов для разделения ошибки на две составляющие: тренд и шум (рис. 3).

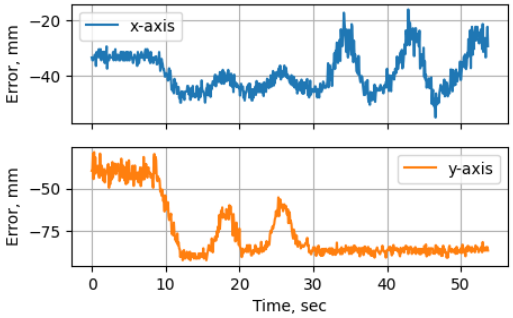


Рис. 2

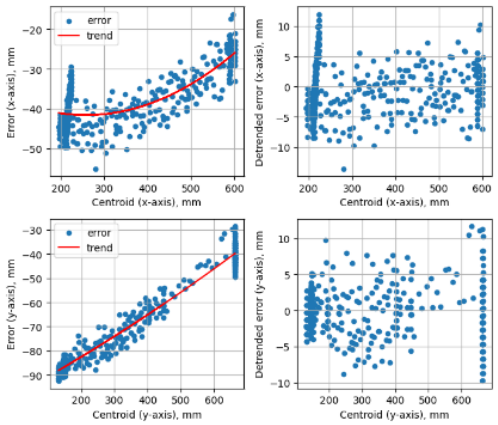


Рис.3

3. Заключение

Предложенный метод коррекции времяпролётных датчиков показал свою эффективность в задаче локализации каретки с двумя степенями свободы. Декомпозиция ошибки на трендовую и шумовую составляющие и их последующая коррекция с помощью полинома, определённого методом наименьших квадратов, и дискретного фильтра Калмана обеспечили высокую точность.

4. Список литературы

[1] Pham, G. N. LiDAR/ToF Sensor System Based Various Applications / G. N. Pham, B. A. Nguyen // Dept. of Computing Fundamentals, FPT, Hanoi, Vietnam., Mag. — 2011. — P. 33—37.

METHOD FOR CORRECTION OF TIME-OF-FLIGHT SENSORS IN THE TASK OF CARRIAGE POSITIONING

Druchinin I. A., Liashko A. D., Kramar V. A.
Scientific adviser: Kramar V. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the method for correcting the readings of time-of-flight sensors, used for precise positioning of a carriage with two degrees of freedom, is considered.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ УЛУЧШЕНИЯ ПОДВОДНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Ляшко А. Д., Калинин И. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: Lyasko.sasha@mail.ru

Аннотация — В работе представлен обзор существующих репрезентативных методов обработки подводных изображений.

1. Введение

В последние годы наблюдается значительный рост интереса в освоении Мирового океана. Это стимулирует активное развитие методов обработки и анализа подводных изображений. В отличие от наземных, подводные изображения страдают серьезным ухудшением качества из-за рассеивания, поглощения и преломления света под водой, что увеличивает сложность различных задач, такие как осмотр инфраструктуры, кабелей, трубопроводов и затонувших объектов [1]. В этой работе предложены методы улучшения и восстановления подводных изображений.

2. Основная часть

Обработка изображений направлена на выделение значимой информации и удаление нерелевантных деталей в соответствии с конкретными задачами. В работе используется шесть разных методов направленных на улучшения подводных изображений.

Коррекция красного и синего каналов. Для устранения зеленоватого оттенка, вызванного потерей красного канала в подводной среде, извлекаются отдельные цветовые каналы RGB и нормализуются по среднему значению. Затем корректируется баланс белого для корректировки цветовых значений и восстановления истинных цветов.

Баланс белого характеризует цветовой оттенок, вызванный рассеиванием света под водой и достигается путем измерения интенсивности окружающего света и корректировки значений для более точного представления белого цвета.

Выравнивание гистограммы подразумевает преобразование значений интенсивности таким образом, чтобы гистограмма выходного изображения максимально соответствовала заданной гистограмме. Этот метод эффективен для увеличения контраста подводных изображений, которые обычно характеризуются низким контрастом.

Гамма-коррекция заключается в регулировке уровней яркости изображения для точной визуализации. Применение степенной функции к интенсивности пикселей позволяет компенсировать нелинейности отклика.

Повышение резкости изображения достигается путем создания второго входа, соответствующего более резкой версии сбалансированного по белому изображения.

Алгоритм слияния позволяет объединить информацию из двух или более изображений для создания информативного результата. В работе использовано слияние резкого изображения и результата гамма-коррекции.

Для проверки работы алгоритмов использовались два подводных изображения. Результаты различных подходов обработки подводных изображений представлены на рис. 1 для первого изображения и на рис. 2 для второго изображения.

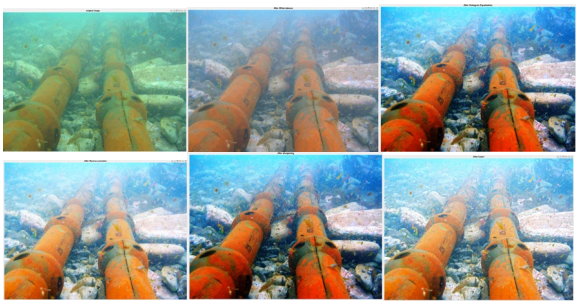


Рис. 1

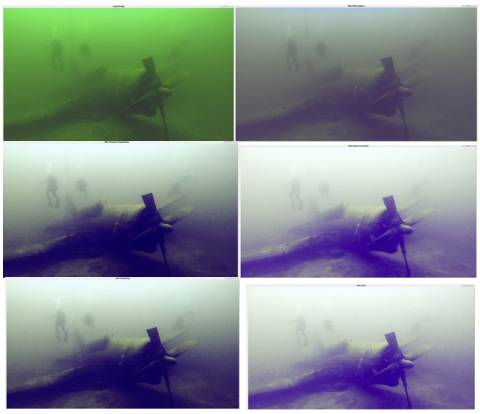


Рис. 2

3. Заключение

В данной статье был проведен обзор существующих относительно зрелых и репрезентативных методов обработки подводных изображений. Методы были систематизированы по шести категориям: коррекция красного и синего каналов, баланс белого, выравнивание гистограммы, гамма-коррекция, повышение резкости, алгоритм слияния.

4. Список литературы

[1] Chaumette, F.Visual servo control. II. Advanced approaches / F. Chaumette, S. Hutchinson // IEEE Robot. Automat. Mag. — 2007. — P. 109—118.

STUDY OF UNDERWATER IMAGE IMPROVEMENT METHODS

Liashko A. D., Kalinin I. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, an overview of existing representative underwater image processing methods is presented.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ДИАГНОСТИКИ ДЕФЕКТОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА БАЗЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Муратов М. Л.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: mustafa_2003_2003@mail.ru

Аннотация — Рассматривается разработка и исследование метода диагностики дефектов промышленного оборудования на базе машинного обучения. Основное внимание уделяется анализу существующих методов диагностики, а также предложению новых подходов или улучшение существующих, основанных на алгоритмах машинного обучения.

1. Введение

В условиях современного производства повышение эффективности и безопасности работы промышленного оборудования является приоритетной задачей. Одним из эффективных подходов к решению этой задачи является использование методов машинного обучения для диагностики дефектов и прогнозирования состояния оборудования. Целью данной работы является разработка и исследование метода диагностики дефектов промышленного оборудования на базе машинного обучения, направленного на повышение точности и оперативности диагностики, что позволит своевременно выявлять и устранять неисправности, предотвращать аварийные ситуации и повышать эффективность работы оборудования.

2. Основная часть

В рамках исследования проведен обзор существующих методов прогнозирования отказов оборудования, включая статистические методы, физико-статистические модели и методы машинного обучения. Выявлены недостатки существующих решений: низкая точность статистических методов при нестационарных данных, сложность построения и калибровки физико-статистических моделей, требовательность к априорным знаниям о процессах деградации, необходимость большого объема данных и сложность интерпретации результатов методов машинного обучения.

Обозначается направление исследований, заключающееся в исследовании методов прогнозирования *Remaining Useful Life* (*RUL*) на основе машинного обучения, включая анализ современных алгоритмов регрессии (линейная регрессия, градиентный бустинг) и оценку их эффективности на реальных данных силового трансформатора АЭС. Реализуется подход к прогнозированию *RUL* на основе моделей регрессии, включающий разработку метода подготовки данных (сбор, обработка, очистка), обучение и тестирование моделей регрессии, оценку точности прогнозирования и анализ влияния различных факторов.

Проводен анализ данных силового трансформатора АЭС, включающий описание данных (параметры эксплуатации, результаты диагностических испытаний, данные мониторинга), предобработку данных (фильтрацию, нормализацию, удаление выбросов) и анализ данных для выявления зависимостей между параметрами и определения признаков, влияющих на *RUL*.

Реализован подход к прогнозированию *RUL* на основе моделей регрессии, включающий выбор алгоритма регрессии, сравнение эффективности различных алгоритмов на подготовленных данных, обучение и тестирование модели, разделение данных на обучающую и тестовую выборки, подбор гиперпараметров, оценку качества модели и анализ результатов для сравнения точности прогнозирования с существующими методами и анализа влияния различных факторов на точность.

В заключение обобщены результаты, оценивается эффективность разработанного метода прогнозирования *RUL* силового трансформатора АЭС, и обозначаются дальнейшие направления исследований, включающие улучшение точности прогнозирования, разработку методов интерпретации результатов и применение метода для других типов оборудования.

3. Заключение

В результате проведенного исследования разработан метод диагностики дефектов промышленного оборудования на базе машинного обучения, который позволит повысить точность и оперативность диагностики, снизить риск аварийных ситуаций и повысить эффективность работы оборудования. Разработанный метод может быть использован для диагностики дефектов различного промышленного оборудования, что позволит повысить его надежность и безопасность, а также снизить затраты на обслуживание и ремонт.

4. Список литературы

[1] Решение задачи определения *RUL* трансформаторов с помощью машинного обучения на *Python* [Электронный ресурс] / Юрий Кацер. Хабр. — Режим доступа: *https://habr.com/ru/articles/*743682/

DEVELOPMENT AND STUDY OF METHOD FOR DIAGNOSTICS OF INDUSTRIAL EQUIPMENT DEFECTS BASED ON MACHINE LEARNING

Muratov M. L.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the development and study of the method for diagnosing defects in industrial equipment based on machine learning are discussed. The main attention is paid to the analysis of existing diagnostic methods, as well as to the proposal of new approaches or improvement of existing ones based on machine learning algorithms.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОБНАРУЖЕНИЯ И ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ЦЕЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЛАКА 3D ТОЧЕК С ПОМОЩЬЮ СТЕРЕОКАМЕРЫ

Жиляков П. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: yany_@mail.ru

Аннотация — Рассматривается алгоритм обнаружения и позиционирования цели (или объекта интереса) с помощью нейросетевых методов обнаружения объектов на изображении и определения расстояния до цели (или объекта интереса) на основе методов определения 3D координат точек объекта с помощью стереокамеры для осуществления автономным подводным аппаратом (АПА) поисково-осмотровых работ.

1. Введение

В текущий момент развития науки и техники происходит расширение области применения подводной робототехники, усложняются, выполняемые ими миссий. Разработка алгоритмов и методов, которые позволят АПА выполнять полноценные автономные миссии, является в настоящее время актуальной [1].

В данной работе осуществлена комбинация:

— нейросетевых алгоритмов технического зрения для обнаружения цели (или объекта интереса) на изображениях;

— алгоритмов стереозрения для определения 3D координат цели (или объекта интереса).

2. Основная часть

Для решения практических задач технического зрения широко применяются нейросетевые методы (методы на основе искусственного интеллекта). Основным эффективным инструментом решения задачи обнаружения объектов являются свёрточные нейронные сети. На сегодняшний день наиболее известными сетями для обнаружения и распознавания объектов являются сети R-CNN, YOLO, SSD.

Для обнаружения и распознавания цели (объекта интереса) выбрана свёрточная нейронная сеть YOLO5.

За основу алгоритма определения 3D координат объекта интереса (цели) взят метод определения 3D координат точек на поверхности объектов через построение карты диспаратности с последующим построением карты глубины. По диспаратности — смещении в стереопаре на изображении второй камеры в сравнении с изображением первой камеры — определяется облако 3D точек и связь между 2D точками на изображении и 3D точками в пространстве.

Нейронная сеть YOLO также позволяет выделять сегменты (бинарные маски) обнаруженных объектов на изображении. По 2D точкам, которые находятся внутри сегментов обнаруженной цели, определяются 3D точки, принадлежащие цели. На основе этих данных определяются 3D координат, цели (объекта интереса) относительно АПА.

Алгоритм реализован в программе на языке C++ (Qt 5.15, компилятор MSVC 2019 x64) с использованием библиотек OpenCV и Qt.

На рис.1 изображён экспериментальный стенд.

На рис. 2 исходная стереопара.

На рис. 3 результат работы алгоритма: обнаруженные объекты и одна из координат (дальность по z).

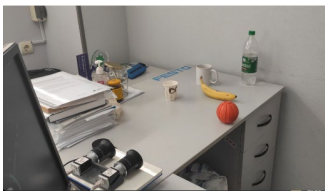


Рис. 1



Рис. 2

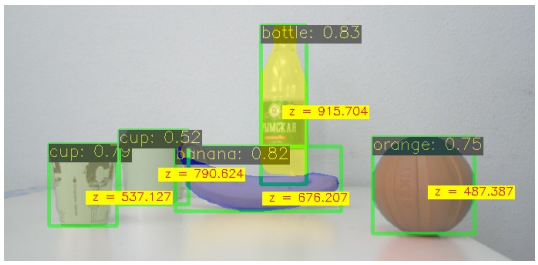


Рис. 3

3. Заключение

Предложен алгоритм обнаружения и позиционирования цели (или объекта интереса).

4. Список литературы

[1] Burdinsky, N. Guidance algorithm for an autonomous unmanned underwater vehicle to a given target / N. Burdinsky // Optoelectronics Instrumentation and Data Processing. — 2012. — Vol. 48. — No. 1. — P. 69—74.

[2] Брехт, Э. А. Применение нейронной сети YOLO для распознавания дефектов / Э. А. Брехт, В. Н. Коншина // Интеллектуальные технологии на транспорте. — 2022. — № 2(30). — С. 41—47.

[3] Алгоритмы построения 3D изображений объектов в задачах подводной робототехники / Б. А. Скороход, П.В. Жиляков, А. В. Стаценко, С.И. Фатеев // Системы контроля окружающей среды. — 2020. — № 4(42). — С. 101—110.

DEVELOPMENT OF THE ALGORITHM FOR TARGET DETECTION AND POSITIONING USING NEURAL NETWORKS AND 3D POINT CLOUD DETECTION METHODS USING A STEREO CAMERA

Zhilyakov P. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — An algorithm for detecting and positioning a target (or an object of interest) using neural network methods for detecting objects in an image and determining the distance to the target (or object of interest), based on methods for determining 3D coordinates of object points using a stereo camera for carrying out search and inspection work by an autonomous underwater vehicle (APA), is considered.

ОБЗОР ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ И НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ МОРСКИХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Катков А. С., Згурский В. С.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: lechech@ya.ru

Аннотация — Сделан обзор технологии технического зрения и рассмотрен вариант et внедрения.

1. Введение

Морские роботы играют ключевую роль в исследовании и эксплуатации океанов, выполняя такие задачи, как мониторинг окружающей среды, подводная инспекция, картографирование дна и добыча полезных ископаемых. В условиях, где человек сталкивается с множеством ограничений, автономные и дистанционно управляемые аппараты становятся незаменимыми. Для повышения эффективности и автономности этих роботов важную роль играют системы технического зрения и нейронные сети.

2. Основная часть

Системы технического зрения и нейронные сети становятся ключевыми технологиями для морских роботов, выполняющих подводные задачи, такие как навигация, обследование морского дна, мониторинг экосистем и техническая инспекция объектов. В условиях ограниченной видимости, сложной динамической среды и необходимости автономного функционирования эти технологии обеспечивают новые уровни точности, адаптивности и безопасности. Системы технического зрения позволяют роботам обнаруживать окружающую среду. В зависимости от условий и задач используются разные виды камер. Например, оптические камеры применяются для получения визуальных данных в условиях, где уровень освещенности позволяет использовать стандартные камеры, а гидролокаторы используя звуковые волны создают изображений объектов в условиях низкой видимости или полного отсутствия света. Техническое зрение позволяет выполнять большой спектр задач в реальном времени, такие как: навигация, мониторинг, картографирование, инспекция. Однако, как только видимость ухудшается, данная технология не имеет преимуществ. Для анализа визуальных данных, прогнозирования, управления и принятия решений в условиях неопределенности используются нейронные сети. Нейронные сети — это тип искусственного интеллекта, который обучается на данных для решения сложных задач. Для решения задач, связанных с техническим зрением, используются следующие типы нейронных сетей: сверточные нейронные сети для обработки визуальных данных, Рекуррентные нейронные сети для прогнозирования поведения подводных объектов, Генеративно-состязательные сети для синтеза данных, в условиях их недостатка. Несмотря на такие преимущества как автономность и повышение качества обработки данных, нейронные сети имеют минусы. Высокие требования к вычислительной мощности оборудования подводного робота и необходимость большого объема обучающих данных, особенно для сложных задач. В мире прослеживаются тенденции, которые приблизят широкое использование данных технологий. Развитие нейронных сетей, а именно оптимизация алгоритмов, позволит снизить требования к оборудованию. Примером внедрения технологии технического зрения может служить Автономный необитаемый подводный аппарат Bluefin-12 (рис. 1,2).

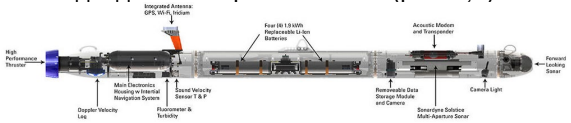


Рис. 1



Рис. 2

Данный аппарат может быть использован для большого спектра задач: мониторинг портов, оценка воздействий на окружающую среду, геофизические исследования, измерение качества воды, оценка экосистемы, маршрутное обследование. В рамках технического Bluefin-12 оснащен HD камерой с встроенными алгоритмами машинного зрения и освещением, многолучевым эхолотом, боковым сонаром, лазерными сканерами. Среди недостатков можно отметить, что в робота не внедрена нейросеть, позволившая бы расширить его применения до задач связанных с распознаванием объектов и автономным принятием решений.

Дальнейшие исследования систем технического зрения и нейронных сетей для морских робототехнических комплексов должны привести к широкому внедрению нейросетей, сначала для телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов (ТНПА), а затем и в автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА).

3. Заключение

Системы технического зрения и нейронные сети открывают широкие возможности для морских роботов, делая их более автономными и способными выполнять сложные задачи в условиях подводной среды. Эти технологии способствуют улучшению навигации, инспекции, мониторинга и диагностики, что делает морских роботов ключевыми игроками в научных исследованиях, промышленности и обеспечении безопасности морских операций без потерь.

4. Список литературы

[1] Bluefin-12 Unmanned Underwater Vehicle [Электронный ресурс] // General Dynamics Mission Systems. — Режим доступа: https://gdmissionsystems.com/products/underwater-vehicles/bluefin-12-unmanned-underwater-vehicle.

OVERVIEW OF APPLICATION OF MACHINE VISION SYSTEMS AND NEURAL NETWORKS FOR MARINE ROBOTIC SYSTEMS

Katkov A. S, Zgurskiy V. S
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The overview of technology of technical vision is done and a variant of its implementation is considered.

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ И ЕЕ РОЛЬ В УПРАВЛЕНИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ

Филатов Р. А., Маслова М. А.
Научный руководитель: Маслова М. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: errorusername404@yandex.com

Аннотация — В статье рассмотрена система поддержки принятия решений (СППР), ее функциональность и роль в современных бизнес-процессах. Приведены актуальность и описание работы системы поддержки принятия решений.

1. Введение

В современном мире, где развитие цифровых технологий и их внедрение в бизнес-процессы происходит стремительно, появляется необходимость в внедрении автоматизированных систем для анализа большого объема данных и поддержки быстрого принятия эффективных решений. Цель данной работы — рассмотреть технологию СППР и их влияние на процесс производства, разработки и эффективного управления проектом.

2. Основная часть

СППР — это интерактивные компьютерные системы и подсистемы, направленные на помощь лицам, принимающим решения, путем предоставления доступа к коммуникационным технологиям, данным, документам, знаниям и/или моделям с целью определения, решения проблем и принятия решений [1].

Основными функциями систем данного типа являются — оценка и анализ ситуации, планирование, мониторинг и контроль проекта. Каждая из этих функций выполняет особую роль в определении и предложении эффективного принятия решений.

Исследуемая система имеет две основные задачи — оптимизация (выбор наилучшего решения из представленных) и ранжирование (упорядочивание возможных решений по степени эффективности). Для выполнения этих задач была выстроена специализированная архитектура систем, которая состоит из лиц, принимающих решения (ЛПР) — менеджеров, экспертов и аналитиков; лиц, поддерживающих систему (ЛПС) — операторов, системы обработки транзакций, которая состоит из реляционной системы управления базами данных (СУБД) и аналитической системы, которая включает в себя, реляционную СУБД, выступающую в роли хранилища, систем оперативного и интеллектуального анализа (OLAP и Data Mining соответственно). На рис. 1 показано графическое представление архитектуры СППР.



Рис. 1

СППР классифицируются по характеру взаимодействию с пользователем, по цели использования и характеру используемых данных, по типовым операциям и по используемой концептуальной модели.

По характеру взаимодействия с пользователем различают пассивные, активные и корпоративные СППР. По цели использования и характеру используемых данных — оперативные, стратегические, настольные и СППР уровня предприятия. По типовым операциям — файло-ориентированные, информационно-аналитические системы, системы анализа данных, бухгалтерские, финансовые, имитационные, оптимизационные и логические модели. По используемой концептуальной модели — управляемые сообщениями, управляемые документами, управляемые знаниями, управляемые моделями и *Web*-ориентированные СППР [2].

СППР направлены на помощь сотрудникам высшего и среднего звена для эффективного управления бизнес-процессами. Именно эти сотрудники принимают решения по управлению цепочками поставок, производством, финансами, разработкой проектов, построение маркетинговых стратегий и продажи продукта, но в любой деятельности присутствует человеческий фактор, риски, связанные с людьми и с помощью СППР любое предприятие сможет улучшить свои внутренние процессы, оптимизировать скорость и эффективность принятия любых решений по управлению проектами, производством, финансами и т.д.

Кроме того, СППР поможет предприятиям улучшить внутреннее взаимодействие между структурными отделами, объединяя данные со всех отделов и предлагая эффективные решения, что способствует повышению конкурентоспособности бизнеса.

3. Заключение

Таким образом, в данной работе была изучена СППР как инструмент повышения эффективности управления бизнес-процессами.

Были изучены основы работы системы, ее архитектура, классификация и роль в оптимизации работы предприятий.

4. Список литературы

[1] Power, D.J. A Brief History of Decision Support Systems. DSSResources.COM, version 4.0, March 10, 2007 [Электронный ресурс] / D.J. Power. — Режим доступа: http://DSSResources.COM/history/dsshistory.html (дата обращения: 27.09.2024).

[2] Загорулько, Г. Б. Модель, Методы и средства комплексной поддержки разработки СППР в слабоформализированных предметных областях : дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук / Г. Б. Загорулько. — 2020. С. 18—19.

DECISION SUPPORT SYSTEM AND ITS ROLE IN BUSINESS PROCESS MANAGEMENT

Filatov R. A., Maslova M. A.
Scientific adviser: Maslova M. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the decision support system (DSS), its functionality and role in modern business processes are discussed. The relevance and description of the work of the decision support system are given.

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПРОВОДНОГО СИММЕТРИЧНОГО *LLC* ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ ОБМЕНА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЕЙ МЕЖДУ БЕСПИЛОТНЫМИ АППАРАТАМИ

Медведева Т. С., Кустов А. С., Авдеев Б. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Авдеев Б. А.
Херсонский технический университет, Россия
E-mail: dirigeant@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены применение симметричного *LLC*-преобразователя постоянного тока для беспроводного обмена электроэнергией между различными беспилотными аппаратами. Приведены результаты моделирования.

1. Введение

С развитием беспилотных технологий спрос на беспроводную зарядку будет только возрастать. Использование беспилотных аппаратов на новых территориях Российской Федерации является обоснованным из-за опасностей, которые могут подстерегать жителей. В связи с этим необходимо интенсифицировать исследования в этой области для соответствия мировым стандартам и нуждам Российской Федерации. Одним из ограничений для использования беспилотников является серьёзная ограниченность в запасе хода и автономности, вызванная небольшой по сравнению с топливом плотностью энергии на единицу массы аккумуляторных батарей.

2. Основная часть

Для увеличения времени работы беспилотных аппаратов, а также оптимального использования времени работы операторов, применяются промежуточные беспилотники-станции и беспилотные заправщики. В первом случае электроэнергия вырабатывается или с помощью двигателя внутреннего сгорания, или с помощью солнечных панелей, а во втором случае беспилотный заправщик курсирует от базы до места работы основного беспилотника и производит зарядку, тем самым позволяя ему работать практически без перерывов на транспортировку от базы до места работы и обратно. Для этих целей нужна беспроводная двунаправленная зарядка. Развитие данной технологии позволит повысить функциональность и гибкость использования беспилотных устройств, в особенности при создании беспилотного носителя автономных аппаратов или мобильной установки их подзаряда вблизи территории их работы без вовлечения оператора.

Структура двунаправленной системы беспроводной передачи энергии с использованием двусторонней резонансной сети *LCC* показана на рис. 1. Левая сторона определяется как первичная сторона, а правая сторона — как вторичная сторона. Двусторонняя структура симметрична и повторяет структуру полного моста.

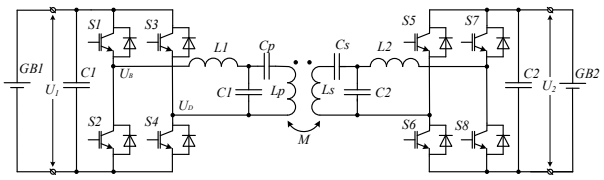


Рис. 1

Данный *LLC*-преобразователь постоянного тока был промоделирован с помощью математического прикладного пакета *Simulink*. Осциллограммы токов приведены на рис. 2. Верхние графики — токи на выходе инверторов, нижние — токи в индуктивно-связанных катушках. Красным цветом обозначена левая часть схемы, синим — правая. Передача электроэнергии осуществляется слева направо.

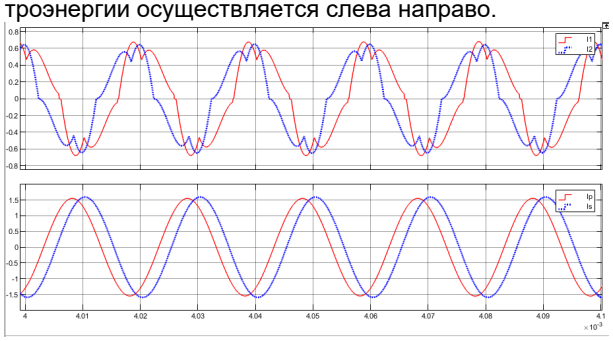


Рис. 2

Как можно видеть из рис. 2, ток на катушке больше входного тока в 2,5 раза, что является хорошей величиной и обеспечит лучшую передачу электроэнергии, чем в нерезонансных преобразователях.

3. Заключение

Таким образом, разработаная модель симметричного *LLC*-преобразователя постоянного тока для беспроводного обмена электроэнергией показывает хорошие результаты и может быть рекомендована для двунаправленной передачи электроэнергии.

4. Список литературы

[1] *Li, Y. State-of-the-Art Review on Topology and Deductive Methods of LLC Resonant Converter* / *Y. Li* [*et al.*] // *Journal of Electrical Engineering & Technology*. — 2023. — *Vol.* 19. — *P.* 2217—2237.

[2] Авдеев, Б. А. Расчет мощности двунаправленного преобразователя постоянного напряжения автономных подводных аппаратов / Б. А. Авдеев // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер. : Морская техника и технология. — 2019. — № 2. — С. 101—109.

APPLICATION OF WIRELESS SYMMETRICAL LLC CONVERTER FOR EXCHANGE OF ELECTRIC POWER BETWEEN UNMANNED VEHICLES

Medvedeva T. S., Kustov A. S., Avdeev B. A.
Scientific adviser: Avdeev B. A.
Kherson Technical University, Russia

Abstract — The application of a symmetric LLC DC-DC converter for wireless power exchange between different unmanned vehicles is considered. The simulation results are presented.

БЕСПИЛОТНЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ ДЛЯ АНАЛИЗА И ЗАБОРА ВОДЫ

Орлова Д. А., Свиридов Р. А., Франчук А. С., Дурманов М. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук Дурманов М. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: sviridov.ruslan3018@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрена разработка беспилотного летательного аппарата (гексокоптера), оснащенного мультипараметрическим зондом для измерения параметров морской воды на базе микроконтроллера *ATMega*328*p*.

1. Введение

На данный момент отслеживание параметров морской воды в прибрежных зонах является важной задачей. Данная задача является актуальной, так как в этих зонах имеется вероятность загрязнения воды, вследствие чего возможно нарушение сложившейся экосистемы.

На основе анализа устройств зондирования морской воды были выделены пять основных параметров морской воды (кислотность (*pH*), соленость, температура, мутность, окислительно-восстановительный процесс (ОВП).

На основании измеренных данных можно делать вывод о возможном загрязнении прибрежной зоны.

Измерительным зондом оснащается гексокоптер, который отправляется в зону забора морской воды.

2. Основная часть

Гексокоптер — это шестимоторный дрон с подвесным оборудованием. Подвесное оборудование включает в себя зондирующее устройство и камеру.

Структурная схема мультипараметрического зонда представлена на рис. 1.

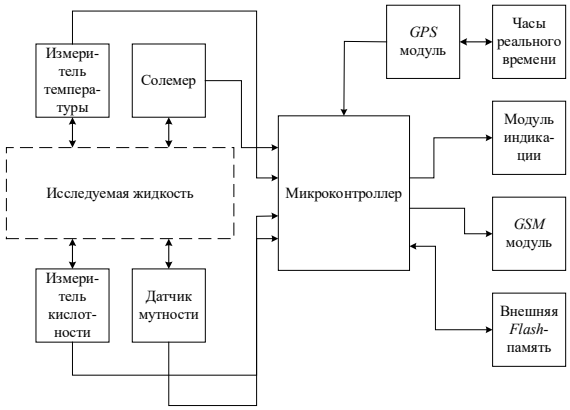


Рис. 1

Схема включает в себя следующие блоки: микроконтроллер, предназначенный для обработки сигналов с датчиков; измеритель температуры, необходимый для получения численных значений температуры морской воды поверхностного слоя; датчик мутности, предназначенный для контроля загрязненности морской воды взвешенными частицами; измеритель кислотности, необходимый для получения численных значений pH и ОВП; солемер, необходимый для измерения количества растворенных веществ в исследуемой жидкости; модуль индикации, предназначенный для настройки устройства и вывода текущих значений измеряемых параметров; модуль часов реального времени, предназначенный для корректной работы модуля GPS, а также для возможности записи точного времени измерений; внешнюю Flash-память, предназначенную для хранения измеренных значений; модуль GPS, необходимый для установления точного местоположения; модуль GSM, предназначенный для отправки полученных данных по радиоканалу.

Гексокоптер основан на полетном контроллере *MATEK F*405-*SE* с моторами *Emax ECO* на раме *F*850. Настройка гексокоптера осуществляется в программе *INAV*. Управление осуществляется с пульта *RadioMaster TX*16*S*, на который выводится изображение с камеры *C*04 *FPV*.

В качестве микроконтроллера предлагается выбрать *ATMega*328*p*, входящей в состав отладочной платы *Arduino Nano*. В качестве измерителя температуры — цифровой термодатчик *DS*18*B*20, использующий интерфейс 1-*Wire* для передачи данных, и имеющий 4 разрешения измерений: 9, 10, 11 и 12 бит. В качестве датчика мутности предлагается использовать турбидиметр *TS*-300*B*, который представляет собой связку из инфракрасного диода в качестве источника света и фоторезистора в качестве детектора света. Предлагаемый измеритель кислотности — датчик кислотности жидкости *FLASH-I2C*, построенный на базе микроконтроллера *STM32F*030*F*4, операционного усилителя *LMC*7101, снабженного интерфейсом *I2C*. В качестве модуля индикации предлагается использовать ЖК дисплей *LCD Keypad Shield*. Предлагаемая модель модуля внешней *Flash*-памяти — *Micro SD Storage Board*.

Для решения задачи получения координат и передачи данных о параметрах воды предлагается использовать многофункциональное устройство *Wio Tracker*, которое объединяет в себе модули *GPS*, *GSM* и *Bluetooth* 3.0.

3. Заключение

В результате работы была разработана структурная схема многопараметрического зонда, состоящая из ряда датчиков для измерения основных параметров морской воды. Разработана база гиксокоптера для быстрого доступа к загрязненным участкам морской воды.

4. Список литературы

[1] Устройство для экологического мониторинга морской воды / Янковский С.И. [и др.] // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций: сб. науч. тр. / под ред. Ю. Б. Гимпилевича. — Москва - Севастополь: Изд-ва : РНТОРЭС им. А.С. Попова, СевГУ, 2021. — № 4. — С. 146.

UNMANNED AIRCRAFT FOR ANALYSIS AND WATER INTAKE

Orlova D.A., Sviridov R.A., Franchuk A.S,
Durmanov M.A.
Scientific adviser: Durmanov M.A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The development of an unmanned aerial vehicle (hexocopter) equipped with a multi-parameter probe for measuring sea water parameters based on the ATMega328p microcontroller is considered.



Секция 9

WEB-ТЕХНОЛОГИИ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

СОЗДАНИЕ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ НА БАЗЕ ФРЕЙМВОРКА QT

Галата В. Р., Андреева О. Ю., Мурзин Д. Г.
Научный руководитель: канд. техн. наук Мурзин Д. Г.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: galatavova1@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены возможности полностью объектно-ориентированного кроссплатформенного фреймворка Qt. Приведены примеры работы программы.

1. Введение

В настоящее время широкое распространение смартфонов с высокими вычислительными мощностями и большими экранами создало удобную платформу для мобильных приложений, а разработка мобильных приложений стала крайне актуальной задачей для различных областей деятельности человека. Все это обеспечивает быстрое развитие инновациям в области мобильных приложений, делая их неотъемлемой частью современного цифрового мира.

2. Основная часть

История развития средств разработки Qt началась с мая 1995 года.

В настоящее время Qt предоставляет большой набор возможностей для работы с GUI, включая графические элементы управления, взаимодействие с мышью и клавиатурой, работу с окнами и диалоговыми окнами, прорисовку графических элементов и многое другое [1].

Данный кроссплатформенный фреймворк включает в себя все основные классы, которые могут потребоваться при разработке прикладного программного обеспечения, начиная от элементов графического интерфейса и заканчивая классами для работы с сетью, базами данных и XML.

Qt является полностью объектно-ориентированным, расширяемым и поддерживающим технику компонентного программирования.

Отличительная особенность Qt — использование метаобъектного компилятора — предварительной системы обработки исходного кода.

Расширение возможностей обеспечивается системой плагинов, которые возможно размещать непосредственно в панели визуального редактора.

Существует возможность расширения функциональности виджетов, связанной с размещением их на экране, отображением, перерисовкой при изменении размеров окна.

Библиотека разделена на ряд модулей [2]:

— QtCore — классы ядра библиотеки, используемые другими модулями;

— Qt Quick — модуль для поддержки QML

— QtScript — классы для работы с Qt Scripts

— QtGui — компоненты графического интерфейса;

— QtNetwork — набор классов для сетевого программирования.

Одним из преимуществ фреймворка Qt - подробная документация, сопровождающаяся большим количеством примеров. Исходный код примеров содержит подробные комментарии и описание, что также упрощает переход на Qt (рис. 1).

Также Qt поддерживает множество платформ, включая все основные настольные и встраиваемые платформы. Благодаря абстракции платформы Qt имеется возможность при необходимости перенести Qt на свою собственную платформу.

```
Rectangle {
    id: redSquare
    width: 80; height: 80
    anchors.top: parent.top; anchors.left: parent.left; anchors.margins: 10
    color: "red"

    Text { text: "Click"; font.pixelSize: 16; anchors.centerIn: parent }

    MouseArea {
        anchors.fill: parent
        hoverEnabled: true
        acceptedButtons: Qt.LeftButton | Qt.RightButton
```

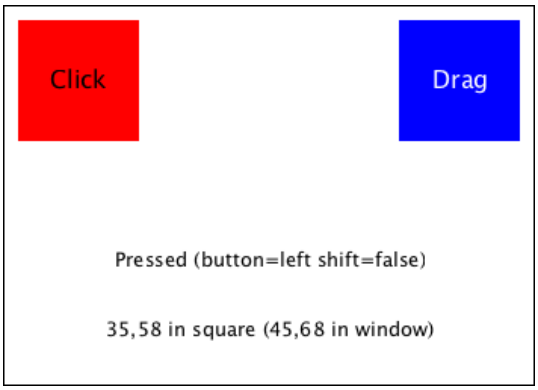


Рис. 1

Программирование производится в специализированной полноценной многоплатформенной среде Qt Creator, которая полностью обеспечивающей процесс создания приложений для наиболее распространенных операционных систем: Windows, Mac OS X, Linux, Solaris, HP-UX и других версий Unix.

Отдельно от среды Qt Creator предлагается средство визуальной разработки интерфейсов приложений — Qt Designer.

3. Заключение

Таким образом, Qt является мощным инструментом создания кроссплатформенных современных и высококачественных приложений с достаточно широкими возможностями. Фреймворк предоставляет удобные средства для разработки, интеграции и оптимизации приложений, поддерживает различные языки программирования и платформы.

4. Список литературы

[1] Qt [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://doc.qt.io/

[2] Wiki Qt [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://wiki.qt.io/Main

CREATING MOBILE APPLICATIONS BASED ON THE QT FRAMEWORK

Galata V. R., Andreeva O. Yu., Murzin D. G.
Scientific adviser: Murzin D. G.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The possibilities of a fully object-oriented cross-platform QT framework are considered. The examples of how the program works are given.

КВАНТОВЫЙ КОМПЬЮТЕР

Граф В. В., Зайцев С. А.
Научный руководитель: Зайцев С. А.
Черноморское высшее военно-морское орденов Нахимова и Красной Звезды училище имени П. С. Нахимова, Россия
E-mail: vlad.graf.321@mail.ru

Аннотация — В статье рассматриваются новое направление в развитии вычислительной техники - компьютеры на базе квантовых вычислений.

1. Введение

Квантовый компьютер по сути является компьютером, оперирующим в другой системе координат, где вместо бит, используют кубит. Кубиты, в свою очередь, отличаются тем, что могут находится в 3-х состояниях: 1, 0 и Суперпозиции.

2. Основная часть

Квантовая механика говорит нам о том, что квантовый объект или кубит находится в суперпозиции пока его не измерить. Это явление можно понять на примере подброшенной монетки. Пока она в воздухе она одновременно и орёл (ноль), и решка (единица), но как только её кто-то поймал — состояние определённо.

Квантовые компьютеры намного быстрее и мощнее любого обычного компьютера на земле. Его преимущество заключается в параллельном переборе сразу всех вариантов. Всё равно что человек будет забивать одновременно 100, 200 или 1000 гвоздей.

Но обратная сторона их размер, стоимость производства и необходимость в разработке квантовых алгоритмов, которые на данный момент заточены на узкие задачи. А ещё нам мешает декогеренция — явление, благодаря которому частица теряет свои свойства при столкновении с внешним миром. Но решение было найдено — охладить всю установку до абсолютного нуля. [1]

Достижения в квантовой сфере:

— IBM: Osprey — 433 сверхпроводящих кубита, которые с точностью 99% выполняют вычислительные операции за 10 наносекунд;

— Google: Sycamore — 53 сверхпроводящих кубита. Точность вычислений выше — 99,9%, но скорость чуть ниже — 25 наносекунд;

— Intel: Tunnel Falls — 12 кубитов, которые показывают высокую точность — 99%, но относительно низкую скорость работы — 100 наносекунд. [2]

Китай запустил первый квантовый спутник Мо-цзы позволяющий им иметь защищенный канал связи, который невозможно не заметно подслушивать, а также он в разы быстрее передает сигналы что людям пригодится при освоении, например, Марса (рис. 1).



Рис. 1

Разрабатывают квантовые машины и российские учёные:

— МФТИ совместно с НИТУ «МИСиС» представили 4-кубитный процессор в 2022 году и работают над 8-кубитным;

— МГУ работает над 16-кубитным квантовым компьютером.

Разработка новых лекарств и материалов. С помощью квантового компьютера можно создать новое химическое соединение и просчитать его взаимодействие с уже существующими структурами.

Оптимизация процессов в логистике и энергетике. Построение оптимальных маршрутов, распределение подачи тепла и света.

Криптография. С одной стороны, на основе квантовых ключей можно создавать совершенные средства защиты, которые человеку взломать просто не под силу. С другой — квантовый компьютер способен за несколько секунд подобрать ключи почти к любому классическому алгоритму.

Метеорология. Мгновенно сможет просчитать погоду, не смотря на длинные коды и учитывая все нюансы, с которыми не справляются современные суперкомпьютеры.

3. Заключение

По итогу квантовый компьютер в разы облегчит нам жизнь и ощутимо ускорит науку, а если его получится объединить с искусственным интеллектом, развивающийся сейчас бешенными темпами, то это вполне может начать новую эпоху в жизни всего человечества.

4. Список литературы

[1] Что такое квантовый компьютер и как он работает [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://skillbox.ru/media/code/chto-takoe-kvantovyy-kompyuter-i-kak-on-rabotaet/?ysclid=ls3fm7jauy791373110

[2] Мо-цзы (спутник) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Мо-цзы_(спутник)#Описание_квантового_эксперимента.

A QUANTUM COMPUTER

Graf V. V., Zaitsev S. A.
Scientific supervisor: Zaitsev S. A.
Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov, Russia

Abstract — In the paper, computers based on quantum computing, as a new branch in the development of computing technology, is considered.

WEB-ТЕХНОЛОГИИ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА ПРИ РАЗРАБОТКЕ WEB-ПРОЕКТОВ

Сучок Д. Г., Дурманов М. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук Дурманов М. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: max.durmanov@gmail.com

Аннотация — В работе рассматриваются ключевые аспекты *web*-технологий и компьютерной графики как основных компонентов современной веб-разработки. Обсуждается роль компьютерной графики в повышении визуальной привлекательности и интерактивности веб-проектов. Рассмотрены примеры популярных веб-сайтов, иллюстрирующих эффективное сочетание передовых технологий и продуманного дизайна.

1. Введение

Web-технологии и компьютерная графика играют ключевую роль в современной веб-разработке. Они позволяют создавать интерактивные, визуально-привлекательные и высокопроизводительные веб-приложения, которые отвечают потребностям пользователей.

2. Основная часть

Основные *web*-технологии, используемые при разработке веб-приложений, включают *HTML*, *CSS*, *JavaScript*, а также серверные технологии, такие как *PHP*, *Python* и *Ruby on Rails*, для разработки бэкенд-части приложений.

HTML (*HyperText Markup Language*) — это язык разметки, который является основой любой веб-страницы. Он позволяет структурировать контент, устанавливая заголовки, абзацы, списки и ссылки. Правильное применение *HTML*-элементов обеспечивает доступность и *SEO*-оптимизацию сайтов [1].

CSS (*Cascading Style Sheets*) используется для стилизации веб-страниц, определяя визуальные аспекты, такие как цвета, шрифты, отступы и макет [1].

JavaScript — это язык программирования, который добавляет интерактивность веб-страницам. Он позволяет реализовывать динамические элементы, такие как формы, анимации и обновление контента без необходимости перезагрузки страницы [2].

Серверные технологии Серверные технологии, такие как *PHP*, *Python и Ruby on Rails*, обеспечивают функциональность бэкенда веб-приложений. Они обрабатывают запросы от клиентов, управляют данными и взаимодействуют с базами данных.

Компьютерная графика играет важную роль в веб-разработке. *И*зображения, векторная графика, анимация и *3D*-элементы помогают сделать веб-сайты и приложения визуально привлекательными, интерактивными и запоминающимися для пользователей. Современные тенденции в этой области включают использование адаптивного дизайна, создание одностраничных приложений (*SPA*), применение технологий *WebGL*, *SVG* и *Canvas* [3, 4].

Примеры успешных веб-проектов, демонстрирующих эффективное использование *web*-технологий и компьютерной графики, включают такие популярные сайты, как *Google*, *Amazon*, *Facebook*, *Netflix* и другие. Эти проекты сочетают передовые технологии с продуманным дизайном и улучшенным пользовательским опытом. Выбор конкретной серверной технологии зависит от особенностей проекта и предпочтений разработчиков.

Компьютерная графика значительно повышает визуальную привлекательность веб-проектов. Она включает в себя создание изображений, анимации и видео-контента, которые делают сайты более интересными для пользователей.

Рассмотрим *Netflix* в качестве примера веб-сайта, который эффективно использует комбинацию *web*-технологий и компьютерной графики. Главная страница сайта *Netflix* является ярким примером применения современных веб-технологий и компьютерной графики для создания эффективного и привлекательного пользовательского интерфейса. Поскольку *Netflix* является одной из ведущих стриминговых платформ, дизайн и функциональность его сайта играют ключевую роль в пользовательском опыте.

Netflix применяет адаптивный дизайн, который позволяет странице оптимально отображаться на различных устройствах, включая ПК, планшеты и мобильные телефоны. Это достигается благодаря использованию *CSS Flexbox* и *Grid*, что упрощает размещение элементов и их масштабирование в зависимости от размера экрана. Оптимизация изображений и видео по весу также гарантирует быструю загрузку страниц. Это критически важно для стриминговых платформ, где каждую секунду задержки могут привести к потере пользователей.

3. Заключение

Web-технологии и компьютерная графика являются неотъемлемыми элементами современной веб-разработки. Они позволяют создавать интерактивные, визуально-привлекательные и высокопроизводительные веб-приложения, отвечающие потребностям пользователей. Дальнейшее развитие этих технологий будет способствовать созданию еще более захватывающих и функциональных веб-проектов. Для углубленного изучения данной темы рекомендуется обращаться к специализированной литературе и ведущим интернет-ресурсам.

4. Список литературы

[1] Дакетт, Д. *HTML* и *CSS*. Разработка и дизайн веб-сайтов / Д. Дакетт. — М. : Эксмо. — 2013. 480 с.
[2] Флэнаган, Д. *JavaScript*. Подробное руководство / Д. Флэнаган. — М. : Символ-Плюс. — 2018. — 1080 с.
[3] Маркотт, И. Отзывчивый веб-дизайн / И. Маркотт. — М. : Манн, Иванов и Фербер. 2012. — 277 с.
[4] Шилдт, Г. *HTML5* и *CSS3*. Современный учебный курс / Г. Шилдт. — СПб. : Питер. "*Web Development Trends* 2023". — 2023. — 267 с.

WEB TECHNOLOGIES AND COMPUTER GRAPHICS IN WEB-PROJECT DEVELOPMENT

Suchok D. G., Durmanov M. A.
Scientific adviser: Durmanov M. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the article, the key aspects of web technologies and computer graphics as the main components of modern web development are discussed. The role of computer graphics in increasing the visual appeal and interactivity of web projects. Examples of popular websites illustrating the effective combination of advanced technologies and thoughtful design are considered.

ПРИМЕНЕНИЕ WEB-ТЕХНОЛОГИЙ В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ПО ИЗУЧЕНИЮ IP-ТЕЛЕФОНИИ

Савочкин А. А., Гаспарян Р. Р., Хохлова А. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Савочкин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: rrgasparyan@sevsu.ru

Аннотация — Рассмотрены особенности реализации исследований систем IP-телефонии на основе использования открытых интернет ресурсов и сетевых АТС. Приведены вариант организации исследований с помощью программного обеспечения (ПО), устанавливаемого на локальном терминале, и вариант использования сетевого приложения, запущенного в интернет браузере произвольной операционной системы.

1. Введение

Целью исследований является изучение принципов преобразования сигналов в системах IP-телефонии, выполняемое на примере подключения оборудования с помощью протокола SIP к сетевой АТС.

2. Основная часть

Для подключения системы IP-телефонии к телефонной сети общего пользования применяются голосовые шлюзы на базе маршрутизаторов, при этом выбор конкретной модели шлюза зависит от типа и количества интерфейсов, применяемых для стыковки с телефонной сетью (возможно использование как аналоговых, так и цифровых интерфейсов). Шлюзы также нужны в случае необходимости подключения системы IP-телефонии к установленной офисной АТС.

Весь спектр оборудования IP-телефонии можно разделить на две категории: первая предназначена для пользователей IP-телефонии, вторая — для операторов сетей. Большая часть функций шлюза в рамках архитектуры TCP/IP реализуются в процессах прикладного уровня. Наличие разноплановых с вычислительной точки зрения функций, выполняемых системой, порождает проблему ее программной и аппаратной реализации. Вариант структурной схемы оборудования, используемого при выполнении исследований, изображен на рис. 1.

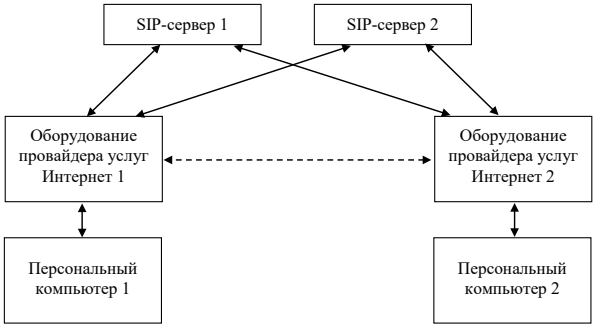


Рис. 1

Для выполнения работы на персональный компьютер следует установить программный SIP-телефон MicroSIP, предназначенный для работы под управлением операционной системы Windows [1]. Для выполнения работы также используется браузер Интернет, например, FireFox, Яндекс и др. Кроме того, при выполнении исследований используется два варианта виртуальных АТС IP-телефонии. После запуска программы MicroSIP следует зайти в режим настройки параметров аккаунта и выбрать пункт меню «Edit Account», и далее заполнить поля формы. Исходные данные для настройки определены при регистрации на сервере IP-телефонии, например, ruvoip.net. Признаком корректного ввода параметров является появление надписи Online в левой нижней части окна программы после окончания настройки.

Следующий этап исследований требует выполнить подготовку SIP соединения, используя интернет ресурс call2sip, для этого открыть основную страницу сайта call2sip.ru. При запуске страница возможно появление запроса на разрешение доступа к микрофону, на который требуется «разрешить доступ». При этом в нижней части окна отобразится назначенный сайтом SIP-адрес. Далее следует выполнить исследование систем SIP телефонии при использовании ресурсов call2sip и ruvoip.net. Для этого, следует выполнить поочередное соединение с программы MicroSIP на SIP-номер ресурса call2sip и наоборот, контролируя качество связи.

Применение IP телефонии возможно, как в области реализации сети на мобильном доступе, так и для случая фиксированной сети, например, как показано в [2, 3].

3. Заключение

Таким образом, рассмотрен порядок изучение принципов преобразования сигналов в системах IP-телефонии на примере использования открытых интернет ресурсов. В работе приведены практические результаты исследований.

4. Список литературы

[1] Microsip. Open source portable SIP softphone for Windows based on PJSIP stack [Электронный ресурс] / MicroSIP. — Режим доступа: https://www.microsip.org (дата обращения: 10.09.2024).

[2] Review and study of software packages for emulating 2G/4G mobile networks / A. A. Savochkin [et al.] // Third International Conference on Optics, Computer Applications, and Materials Science (CMSD-III 2023), Dushanbe, 20–22 Dec 2023. — Vol. 13065. — Washington : SPIE-SOC PHOTO-OPTICAL INSTRUMENTATION ENGINEERS, 2024. — P. 130650V.

[3] Adaptation of university fixed telephony to IP technologies / A.A. Savochkin [et al.] // CriMiCo 2011 21st International Crimean Conference: Microwave and Telecommunication Technology, Conference Proceedings. Sevastopol, Crimea, — 2011. — P. 477—478.

APPLICATION OF WEB TECHNOLOGIES IN LABORATORY PRACTICE ON STUDYING IP TELEPHONY

Savochkin A. A., Gasparyan R. R., Khokhlova A. V.
Scientific adviser: Savochkin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The features of the implementation of IP telephony systems study, based on the use of open Internet resources and network PBX, are considered. A variant of organization of study using software installed on a local terminal and a variant of using a network application launched in an Internet browser of an arbitrary operating system are given.



Секция 10

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ И ИНФОРМАЦИИ

АДМИНИСТРАТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ КАК МЕТОД ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

Чубрик М. В., Швецов Д. А., Афонин И. Л., Максимовская Н. Л.
Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Афонин И. Л.
Черноморское высшее военно-морское орденов Нахимова и Красной Звезды училище имени П. С. Нахимова, Россия

Аннотация — Защищённая компьютерная сеть обязательно должна иметь средства разграничения доступа к ресурсам компьютерной сети, проверки подлинности пользователя и противодействия выводу компьютерной сети из строя.

1. Введение

Административный контроль для безопасности сетей — защита информации правовыми методами, включающая в себя разработку законодательных и нормативных правовых документов в сфере защиты информации, применение этих документов (актов), а также надзор и контроль за их исполнением. [1].

2. Основная часть

Администратор, обеспечивая безопасность должен провести инвентаризацию ресурсов, защита которых планируется; идентифицирует пользователей, которым требуется доступ к каждому из этих ресурсов, и выясняет наиболее вероятные источники опасности для каждого из этих ресурсов. Имея эту информацию, можно приступить к обеспечению политики безопасности, которую пользователи будут выполнять [1]. Носителями угроз безопасности информации являются источники угроз. В качестве источников угроз могут выступать как субъекты (личность) так и объективные проявления. Причём источники угроз могут находиться как внутри ИС — внутренние источники, так и вне неё — внешние источники. Что именно защищать? Нужно идентифицировать ценности, находящиеся в сети, и всевозможные источники проблем. Необходимо указать ответственных за принятие мер по обеспечению безопасности, начиная от утверждения новых учётных записей и заканчивая расследованием нарушений.

Намеренно причинять ущерб сети в личных целях, а также намеренно причинять ущерб сети или размещённой в ней информации.

Необходимо проконсультироваться с юристом и выяснить все вопросы, которые могут иметь отношение в хранящейся или генерируемой в сети информации, и включить эти сведения в документы по обеспечению безопасности. Обусловленные действия субъекта (антропогенные источники) — субъекты, действия которых могут привести к нарушению безопасности информации, данные действия могут быть квалифицированы как умышленные или случайные преступления. Источники, действия которых могут привести к нарушению безопасности информации могут быть как внешними, так и внутренними. Данные источники можно спрогнозировать, и принять адекватные меры. [2]. Обусловленные техническими средствами (техногенные источники) — эти источники угроз менее прогнозируемы и напрямую зависят от свойств техники и поэтому требуют особого внимания. Данные источники угроз информационной безопасности, также могут быть как внутренними, так и внешними. Стихийные источники — данная группа объединяет обстоятельства, составляющие непреодолимую силу (стихийные бедствия, или др. обстоятельства, которые невозможно предусмотреть или предотвратить, или возможно предусмотреть, но невозможно предотвратить). Такие обстоятельства, которые носят объективный и абсолютный характер, распространяющийся на всех. Такие источники угроз совершенно не поддаются прогнозированию и, поэтому меры против них должны применяться всегда. Стихийные источники, как правило, являются внешними по отношению к защищаемому объекту и под ними, как правило, понимаются природные катаклизмы.

Если в сети не хранятся сверхсекретные данные, то для доступа к ресурсам обычно достаточно логина и пароля. Управление такими системами не представляет сложностей.

В операционных системах Unix концепция домена отсутствует. Вместо этого каждый хост содержит файл паролей, где хранится информация о каждом пользователе, включая шифрованный пароль. Для доступа к ресурсам других сетевых хостов пользователь должен регистрироваться на этом компьютере, либо использовать прокси. В Unix для выполнения обычных сетевых операций, таких, как копирование, или регистрация на удалённой системе, используются утилиты удалённой работы, обычно называемые r-командами. Такие утилиты очень полезны в сетевой среде, где один пользователь работает на нескольких компьютерах, но часто вызывают проблемы с безопасностью: ведь для выполнения команды на удалённом хосте пользователю достаточно иметь действительную для этого хоста учётную запись [1].

3. Заключение

В процессе увеличения числа компьютеров, их территориальной распределённости, необходимости координации работы большого числа удалённых пользователей над общими проектами как государственные организации, так и частные фирмы пришли к пониманию необходимости организации локальных и более масштабных региональных или корпоративных сетей. Доступ к среде передачи данных обеспечивается с помощью метода доступа — совокупности действий, обеспечивающих использование среды передачи данных рабочими станциями и серверами, входящими в состав локальной сети.

4. Список литературы

[1] Ляхович, В. Ф. Основы информатики. Изд. 4-е / В. Ф. Ляхович, С.О. Крамаров. — Ростов-на-Дону : Феникс, 2004. — 704 с.
[2] Информатика : учеб. / под общ. ред. А. Н. Данчула. — М. : И 74 Изд-во РАГС, 2004. — 528 с.

ADMINISTRATION CONTROL AS METHOD OF PROTECTION INFORMATION

Chubrik M. V., Shvecov D. A., Afonin I. L.,
Maksimovskaya N. L.
Scientific adviser: Afonin I. L.
Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov, Russia

Abstract — A secure computer network must necessarily have means of delimiting access to computer network resources, verifying the authenticity of the user and countering the failure of the computer network.

ЗАЩИТА ЛОКАЛЬНЫХ И УДАЛЁННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ ОТ ТИПИЧНЫХ АТАК И УГРОЗ ДАННЫХ

Перваков Н. А., Кузнецов Д. С., Афонин И. Л., Максимовская Н. Л.
Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Афонин И. Л.
Черноморское высшее военно-морское орденов Нахимова и Красной Звезды училище имени П. С. Нахимова, Россия

Аннотация — Угроза нарушения целостности включает в себя любое умышленное изменение информации, хранящейся в вычислительной системе и передаваемой из одной системы в другую, в том числе и несанкционированное изменение информации при случайных ошибках программного или аппаратного обеспечения.

1. Введение

Безопасность — это защита от внешних атак и угроз. В настоящее время наблюдается значительный рост числа самых разнообразных атак хакеров, угрожающих целостности информации, работоспособности локальных и удалённых компьютерных сетей [1].

2. Основная часть

Существует постоянная опасность несанкционированных действий над действующей в сетях информацией, следствием стали возрастающие расходы и усилия на её защиту. Обеспечение безопасности сети требует постоянной работы при планировании мер защиты и обучении пользователей.

Цели сетевой безопасности могут меняться в зависимости от ситуации, но основных обычно три:

— целостность данных;

—конфиденциальность данных;

—доступность данных.

Целостность данных. Одна из основных целей сетевой безопасности — гарантированность того, чтобы данные не были изменены, подменены или уничтожены. Обеспечение целостности данных является обычно одной из самых сложных задач сетевой безопасности [2].

Конфиденциальность данных. Второй главной целью сетевой безопасности является обеспечение конфиденциальности данных. Не все данные можно относить к конфиденциальной информации. Но даже в этом случае обеспечение целостности данных, особенно открытых, является основной задачей.

Доступность данных**.** Третьей целью безопасности данных является их доступность. Бесполезно говорить о безопасности данных, если пользователь не может работать с ними из-за их недоступности. Вот приблизительный список ресурсов, которые обычно должны быть «доступны» в локальной сети:

—принтеры;

—серверы;

—рабочие станции.

Хорошая политика обеспечения безопасности включает несколько элементов: оценка риска, ответственность, правила использования сетевых ресурсов, юридические аспекты, процедуры по восстановлению системы защиты

Универсальной классификации угроз не существует, возможно, и потому, что нет предела творческим способностям человека, и каждый день применяются новые способы незаконного проникновения в сеть, разрабатываются новые средства мониторинга сетевого трафика, появляются новые вирусы, находятся новые изъяны в существующих программных и аппаратных сетевых продуктах. В ответ на это разрабатываются всё более изощрённые средства защиты, которые ставят преграду на пути многих типов угроз, но затем сами становятся новыми объектами атак. Так, прежде всего угрозы могут быть разделены на умышленные и неумышленные.

Неумышленные угрозы вызываются ошибочными действиями лояльных сотрудников, становятся следствием их низкой квалификации или безответственности. Умышленные угрозы могут ограничиваться либо пассивным чтением данных или мониторингом системы, например, нарушение целостности и доступности информации, приведение в нерабочее состояние приложений и устройств.

Проверка на подозрительные примеры активности, например, несколько подряд попыток ввести неверный пароль могут означать попытку его угадать. В операционных системах Unix концепция домена отсутствует. Вместо этого каждый хост содержит файл паролей, где хранится информация о каждом пользователе, включая шифрованный пароль. Для доступа к ресурсам других сетевых хостов пользователь должен регистрироваться на этом компьютере, либо использовать прокси.

В Unix для выполнения обычных сетевых операций, таких, как копирование, или регистрация на удалённой системе, используются утилиты удалённой работы, обычно называемые r-командами. Такие утилиты очень полезны в сетевой среде.

3. Заключение

Предотвращение неавторизованного доступа к сетевым ресурсам означает, невозможность физического доступа к компонентам сети – рабочим станциям, серверам, сетевым кабелям и устройствам. Когда сетевое соединение выходит за пределы зоны влияния, например, в точке подключения к внешнему провайдеру интернета, то контроль за физическими аспектами сети, теряется и тогда полагаются на следующие методы, как шифрование и туннелирование.

4. Список литературы

[1] Ляхович, В.Ф. Основы информатики. Изд. 4-е / В. Ф. Ляхович, С.О. Крамаров. — Ростов-на-Дону : Феникс, 2004. — 704 с.

[2] Информатика: учеб. / под общ. ред. А. Н. Данчула. — М. : И 74 Изд-во РАГС, 2004. — 528 с.

PROTECTION OF LOCAL AND REMOTE PC NETWORKS FROM TYPICAL ATTACKS AND DATA THREATS

Pervakov N. A., Kuznecov D. S., Afonin I. L., Maksimovskaya N. L.
Scientific adviser: Afonin I. L.
Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov, Russia

Abstract — The threat of integrity violation includes any intentional modification of information stored in a computer system and transmitted from one system to another, including unauthorized modification of information in case of accidental software or hardware errors.

РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА И МЕТОДИКИ ГАЗОСИГНАЛИЗАТОРА

Драч Е. А., Егоров В. В.
Научный руководитель: Егоров В. В.
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Россия
E-mail: rainbow87594@gmail.com

Аннотация — В работе предложена концепция газосигнализатора, работающего на основе акустического метода. Приведены результаты экспериментов по расчету реального значения показателя адиабаты, вычисление которой реализуется с использованием принципа Клемана-Дезорма.

1. Введение

Широко известно, что качество окружающего воздуха играет огромную роль в жизни человека. Касательно производственных помещений и этот фактор может быть определяющим для корректного функционирования различной аппаратуры, а также сохранности жизней работников.

В современном мире существует множество вариантов для мониторинга состава газовой смеси: масс-спектрометры, электрохимические датчики, высокочувствительные детекторы мелких частиц [1] и т.п. Однако, для повышения точности такой оценки уместно использование различных способов получения данных, включая акустический метод.

Именно он был реализован в предложенной модели газосигнализатора.

2. Основная часть

В основу создания прототипа заложена формула Лапласа для определения скорости звука как волны (применительно к идеальному газу) [2]. При выводе из нее показателя молярной массы газа, характеризующего состав газовой смеси, формула приобретает следующий вид.

$$M = \frac{\gamma \cdot R \cdot T}{a^2} \qquad (1)$$

где (1) γ — показатель адиабаты газовой смеси, R — универсальная газовая постоянная, T — температура газовой смеси, a — скорость звука в газовой смесм и M — молярная масса газовой смеси. Для вычисления значения M важно учесть, что в формуле (1) две переменные зависят от химического состава газовой смеси (γ *и* a). Следовательно, измерив численно эти два показателя, можно будет произвести вычисления и оценить величину молярной массы газовой смеси.

Предлагаемый прототип предусматривает наличие двух камер, оснащенных одинаковым набором датчиков, однако, к устройству второй камеры дополнительно устанавливается прибор для вычисления скорости звука.

Система осуществляет автоматическую накачку исследуемого воздуха в систему, после чего осуществляются процессы, необходимые для измерения величин адиабаты и скорости звука.

На рис. 1 показана структурная схема предлагаемой системы.

Измерение скорости звука производится в камере №2 методом вычисления периода эхо-сигнала. В камере №1 производится вычисление показателя адиабаты по принципу Клемана-Дезорма по формуле (2).

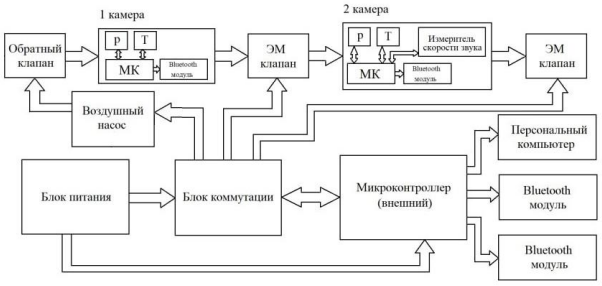


Рис. 1

$$\left(\frac{p_1}{p_{атм}}\right)^{\gamma-1} = \left(\frac{p_2}{p_{атм}}\right)^{\gamma} \qquad (2)$$

где γ — искомый показатель адиабаты, p_1 — давление, установившееся в первой камере после увеличения давления достижения теплового равновесия, p_2 — давление в первой камере, установившееся после резкого сброса избыточного давления и последующего достижения теплового равновесия. При малых приращениях давления (примерно 10 кПа) формула может быть упрощена, однако малые приращения давления дают большую погрешность измерения и требуют несколько повторных экспериментов.

3. Заключение

Подобный газосигнализатор может осуществлять контроль изменения состава газовой смеси и при этом не реагировать на изменения влажности и температуры ввиду измерения адиабаты газовой смеси наряду с измерением скорости звука, что позволяет применять его как дополнительную систему оповещения на объектах повышенного риска.

4. Список литературы

[1] Методика определения предельно допустимых концентраций вредных газов для растительности / Московский лесотехнический институт. — М., 1988. — 15 с.
[2] Лойцянский, Л. Г. Механика жидкости и газа. 5-е изд. / Л. Г. Лойцянский. — М. : Наука, 1978. — 84 с.

DEVELOPMENT OF PROTOTYPE AND TECHNIQUE OF GAS DETECTOR

Drach E. A., Egorov V. V.
Scientific adviser: Egorov V. V.
Moscow Aviation Institute (national research university), Russia

Abstract — In the paper, the concept of a gas detector operating on the basis of the acoustic method is proposed. The results of experiments on the calculation of the real value of the adiabatic index, the calculation of which is implemented using the Clement-Desormat principle, are presented.

ФИЗИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА RFID-МЕТОК ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО СЧИТЫВАНИЯ

Петров С. Н., Булавин К. С., Ворожцов А. О.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Петров С. Н.
Национальный детский технопарк, Беларусь
E-mail: petrov@bsuir.by

Аннотация — Показаны распространенные способы проведения атак на RFID-метки, а также варианты защиты с использованием экранирования меток и постановки помех.

1. Введение

Радиочастотная идентификация (Radio Frequency Identification, RFID) является технологией, использующей электромагнитные поля для автоматической идентификации и отслеживания прикреплённых к объектам меток [1, 2]. Широкая область применения RFID-систем определяет необходимость защиты таких систем, и в особенности, RFID-меток, как наиболее уязвимых элементов систем. Разработка механизмов защиты от атак на идентификатор метки способствует безопасному использованию систем на базе RFID.

2. Основная часть

RFID-технологии подвержены различным видам атак на уникальный идентификатор метки, которые зачастую могут быть выполнены с использованием доступных инструментов. Результатами атак на могут быть кража товаров, денежных средств, важной информации, а также доступ к закрытым зонам помещений или же нарушение работы инфраструктуры. На рис. 1 показаны виды атак на уникальный идентификатор метки.



Рис. 1

RFID-метки работают в одном из трех частотных диапазонах: 125-134 кГц (низкочастотные); 13,56 МГц (высокочастотные); 860-960 МГц (ультравысокочастотные). Они могут быть выполнены на микросхемах с функциями защиты, например, с функцией защиты данных от записи. Стандарты ISO также описывают различные функции защиты RFID-систем, например, шифрование, контроль целостности, аутентификация и т.д., однако эти функции могут быть реализованы метках, работающих в УВЧ-диапазоне и частично в ВЧ-диапазоне. В метках НЧ-диапазона такие функции не могут быть реализованы.

На рынке представлены различные решения, защищающие RFID-метку от несанкционированного чтения и клонирования, которые сводятся к двум классам — пассивная и активная защита. Основой пассивной защита RFID-меток является экранирование путем размещения RFID-метки в конструкции, материал которой блокирует (отражает или поглощает) радиоволны. Активная защита заключается в создании помехи, препятствующей обмену информацией между RFID-меткой и считывателем нарушителя.

Анализ показал, что большинство защитных чехлов, представленных на рынке, выполнены из металла. Это могут быть картхолдеры из алюминия, чехлы из фольгированной лавсановой пленки или металлизированной ткани (типа «Метакрон»). Данные материалы показали хорошие результаты в ВЧ- и УВЧ-диапазонах, однако оказались не столь эффективны в НЧ-диапазоне.

Варианты активной защиты, представленные на рынке многочисленными джаммерами, представляют собой генераторы помех, использующие полученную от RFID-считывателя энергию для генерации помехового сигнала. Несмотря на то, что многие коммерческие образцы джаммеров используют запатентованные решения, схемотехника блока генерации помех обычно устроена достаточно просто и включает в себя антенну, колебательный контур, усилитель на транзисторах, диодный мост. Как и в случае с экранированием, данные решения рассчитаны в большей степени на работу в УВЧ или ВЧ диапазон из-за сложности обеспечения постановки помех одновременно в диапазонах 125 кГц и 860 МГц, например, из-за сильного различия длинны антенны.

Авторами предложено использовать композиционный материал, включающий металлизированный слой, аналогичный используемому в распространенных экземплярах и слой феррита для экранирования RFID-меток, работающие в НЧ-диапазоне.

3. Заключение

Проведен анализ распространенных вариантов защиты RFID-метки. Показано, что метки, работающие в НЧ-диапазоне, не имеют эффективных механизмов защиты. Коммерческие решения ориентированы на ВЧ- и УВЧ-диапазоны.

4. Список литературы

[1] Финкенцеллер, К. RFID-технологии. Справочное пособие / К. Финкенцеллер; пер. с нем. Сойунханова Н. М. — М. : Додэка-XXI, 2010. — 496 с.
[2] Обзор технологий и стандартов RFID систем / Н. А. Верзун, Д. М Воробьева, А. М. Колбанёв, М. О. Колбанёв // Информационные технологии и телекоммуникации. — 2018. — Т. 6. — № 1. — С. 1—11.

PHYSICAL PROTECTION OF RFID TAGS FROM UNAUTHORIZED READING

Petrov S. N., Bulavin K. S., Vorozhtsov A. O.
Scientific adviser: Petrov S. N.
National Children's Technopark, Belarus

Abstract — Common methods of attacking RFID tags are shown, as well as protection options using tag shielding and jamming.

ФОРЕНЗИКА КАК НАУКА О РАССЛЕДОВАНИИ КИБЕРПРЕСТУПЛЕНИЙ

Седых Д. Ю., Лунев Д. Ю., Вильсон Н. Г.
Научный руководитель: Вильсон Н. Г
Черноморское высшее военно-морское орденов Нахимова и Красной Звезды училище имени П. С. Нахимова, Россия
E-mail: nina0506@mail.ru

Аннотация — В данной статье рассмотрим основные аспекты форензики, её методы и инструменты в борьбе с компьютерной преступностью. А также, значимость форензики в современном мире, вызовы, с которыми сталкиваются специалисты в этой области.

1. Введение

В эпоху цифровизации и стремительного развития технологий киберпреступность становится одной из самых серьезных угроз для общества. С каждым годом увеличивается количество инцидентов, связанных с кражей данных, мошенничеством и атаками на информационные системы. В ответ на эти вызовы возникает необходимость в специализированной области знаний, которая могла бы эффективно расследовать и анализировать подобные преступления. Эта область известна как форензика, или судебная экспертиза в контексте кибербезопасности.

2. Основная часть

Форензика охватывает широкий спектр методов и технологий, направленных на сбор, анализ и представление цифровых доказательств в судебных разбирательствах. Она объединяет в себе элементы криминалистики, информационной безопасности и права, что позволяет специалистам не только выявлять и преследовать преступников, но и разрабатывать стратегии предотвращения будущих угроз.

К категории компьютерных преступлений относятся следующие виды преступлений:

— кража личных данных;

— финансовые махинации;

— взломы систем;

— распространение вредоносного ПО;

— спам и фишинг (фишинг — это вид мошенничества, при котором злоумышленники пытаются получить конфиденциальную информацию путем создания фальшивых сайтов или сообщений);

— доксинг (доксинг — это сбор и публикация личной информации о людях без их согласия);

— атаки на инфраструктуру.

Каждый из этих видов преступлений имеет свои особенности и требует специфического подхода к расследованию и наказанию виновных.

Основные аспекты киберфорензики.

Сбор доказательств и сохранение целостности данных. Это могут быть цифровые следы — файлы, логи, электронные письма и другие данные, которые могут служить доказательствами.

Анализ данных и идентификация паттернов. Форензический анализ включает восстановление удалённых данных, анализ файловой системы и исследование сетевых логов.

Интерпретация результатов и подготовка отчетов. Понимание того, как собранные данные вписываются в общую картину инцидента, создание детализированных отчетов.

Судебная экспертиза. Убедительное представление собранных доказательств в суде и применение стандартов, таких как ISO/IEC 27037, для обеспечения допустимости доказательств.

Методы киберфорензики.

Изучение аппаратного обеспечения, включая жёсткие диски и мобильные устройства, для извлечения данных.

Анализ программного обеспечения и операционных систем для выявления следов злоумышленников.

Мониторинг сетевого трафика для выявления аномалий и вторжений.

Исследование вирусов и других вредоносных программ для понимания их механизмов и методов распространения.

Инструменты киберфорензики.

Программное обеспечение для сбора данных. FTK Imager, EnCase — для создания бит-копий носителей информации

Инструменты анализа сетевого трафика. Wireshark, Snort — позволяет анализировать сетевые пакеты и выявлять подозрительную активность

Анализ вредоносного ПО. IDA ProБ Cuckoo Sandbox — инструменты для исследования и анализа вредоносные программы.

Инструменты для анализа логов. Splunk, ELK Stack (Elasticsearch, Logstash, Kibana) — позволяет собирать и анализировать логи с различных устройств и систем.

3. Заключение

Предотвращение компьютерных преступлений требует комплексного подхода, включающего технические меры, обучение персонала, разработку политик безопасности и сотрудничество с правоохранительными органами. Форензика играет важную роль в этом процессе, предоставляя инструменты и методы для анализа инцидентов и разработки эффективных стратегий защиты.

4. Список литературы

[1] Василенко, А. Г. Компьютерная форензика и проблемы тдентификации сетевых атак / А. Г. Василенко. — Екатеринбург : Уральский гос. ун-т путей сообщения, 2014. — 230 с.

[2] Терещенко, О. В. Цифровая криминалистика: сбор и анализ цифровых доказательств / О. В. Терещенко. — Ростов-на-Дону : Феникс, 2017. — 224 с.

FORENSICS AS THE SCIENCE OF CYBERCRIME INVESTIGATION

Sedykh D. Yu., Lunev D. Yu., Wilson N. G.
Scientific adviser: Wilson N. G.
Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov, Russia

Abstract — In the paper, the main aspects of forensics, its methods and tools in fight against computer crime are considered. In addition, the importance of forensics in the modern world, the challenges faced by specialists in this field are discussed as well.

МЕТОДЫ БОРЬБЫ С КИБЕРПРЕСТУПНОСТЬЮ В РОССИИ

Красников К. А., Богаченков С. С., Вильсон Н. Г.
Научный руководитель: Вильсон Н. Г
Черноморское высшее военно-морское орденов Нахимова и Красной Звезды училище имени П. С. Нахимова, Россия
E-mail: nina0506@mail.ru

Аннотация — В данной статье рассмотрим основные методы и средства, используемые в борьбе с киберпреступностью на международной арене и в Российской Федерации. Проанализируем правовые рамки, технологии защиты информации, а также роль международного сотрудничества в обеспечении кибербезопасности. Полученная информация позволить лучше подобрать эффективные методы борьбы.

1. Введение

В современном мире цифровые технологии играют важную роль в жизни общества. Однако вместе с развитием этих технологий возникает проблема киберпреступности. Киберпреступность представляет собой серьезную угрозу для безопасности граждан, бизнеса и государства. Она может принимать различные формы, такие как кража личных данных, мошенничество, взлом систем и распространение вредоносного ПО. В данной статье мы рассмотрим методы борьбы с киберпреступностью в России.

2. Основная часть

Киберпреступность представляет собой серьезную угрозу для безопасности как частных лиц, так и организаций. В ответ на растущие киберугрозы страны и компании разрабатывают разнообразные методы и средства для их предотвращения и устранения. Рассмотрим основные из них.

Один из таких методов — законодательное регулирование. Многие страны разрабатывают и совершенствуют законы, направленные на защиту информации и борьбу с киберпреступниками. Например, в России принят закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации», который устанавливает правила обработки персональных данных и предусматривает ответственность за нарушение этих правил.

Технологические решения также играют важную роль в борьбе с киберпреступностью. Компании и государственные учреждения внедряют системы защиты данных, антивирусное ПО, системы мониторинга и анализа сетевого трафика. Это позволяет обнаруживать и предотвращать атаки еще на начальных стадиях.

Образование и повышение осведомленности общественности также являются важными элементами борьбы с киберпреступностью. Люди должны знать, как защитить свои данные и устройства от хакерских атак, как распознавать фишинговые письма и как реагировать на подозрительную активность в сети.

Международное сотрудничество также играет значимую роль. Различные организации и государства объединяют усилия для обмена информацией, разработки общих стандартов и совместного противодействия киберугрозам. Примером такого сотрудничества является проект "Кибермир", который объединяет представителей IT-индустрии, правоохранительных органов и академического сообщества для координации усилий по борьбе с киберугрозами.

В России проходит разработка и внедрение новых законов и нормативных актов, направленных на защиту информации и персональных данных. Так, например, был принят Федеральный закон № 149-ФЗ "Об информации, информационных технологиях и о защите информации", статья УК 272 — неправомерный доступ к компьютерной информации) и Закон о персональных данных

Россия активно участвует в международных организациях и проектах, направленных на обмен опытом и координацию действий по борьбе с киберугрозами. Примером такого сотрудничества является участие России в проекте "Кибермир", целью которого является развитие международного взаимодействия в сфере информационной безопасности, Шанхайская организация сотрудничества (ШОС) и другие многосторонние платформы.

Российские компании разрабатывают собственные антивирусные программы и системы защиты информации, такие как "Касперский", "Доктор Веб" и другие.

3. Заключение

Технологические разработки для борьбы с киберпреступностью продолжают эволюционировать в ответ на растущие угрозы. Комбинирование различных методов защиты, включая системы обнаружения вторжений, шифрование данных, искусственный интеллект и облачные решения, позволяет создавать многоуровневую защиту от киберугроз. Важно отметить, что эффективная борьба с киберпреступностью требует не только технологий, но и постоянного обучения сотрудников, повышения осведомленности пользователей и международного сотрудничества.

4. Список литературы

[1] Никифоров, А. С. Киберпреступность: криминалистический анализ / А.С. Никифоров. — М. : Юристъ, 2007. — 257 с.
[2] Тропина, Т. Л. Киберпреступность:понятия, состояние, уголовно-правовые меры борьбы / Т. Л. Тропина. — М. : Российская криминологическая асоциация, 2009. — 309 с.

METHODS OF FIGHTING CYBERCRIME IN RUSSIA

Krasnikov K. A., Bogachenkov S. S., Wilson N. G.
Scientific adviser: Wilson N. G
Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov, Russia

Abstract — In the paper, the main methods and tools used in the fight against cybercrime in the international arena and in the Russian Federation are considered. The legal framework, information protection technologies, as well as the role of international cooperation in ensuring cybersecurity are analyzed. The obtained information allows choosing effective methods of fighting.

МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ WI-FI СЕТИ ОТ ВАРДРАЙВИНГА

Дзюба И. Н., Зайцев С. А.
Научный руководитель: Зайцев С. А.
Черноморское высшее военно-морское орденов Нахимова и Красной Звезды училище имени П. С. Нахимова, Россия
E-mail: sunfl8wer@mail.ru

Аннотация — В данной статье рассматривается атака на Wi-Fi сеть и методы защиты от вардрайвинга и атаки методом перебора паролей (brute force).

1. Введение

Технология Wi-Fi используется на 99% всех современных устройств. Кроме удобства и простоты использования у нее есть и недостатки, такие как дальность распространения сигнала и легкодоступность обнаружения и несанкционированного подключения. И вторым недостатком пользуются вардрайверы. Вардрайвинг — это несанкционированное использование чужих сетей Wi-Fi [3].

2. Основная часть

Для своих целей вардрайверы используют усилители сигнала и ПО для обнаружения и взлома сети, например, Aircrack, wififisher, CoWPAtty.

В статье приведен пример алгоритма действия вардрайвера [1] и методы защиты (рис. 1).



Рис. 1

Чтобы обеспечить безопасность своей сети от вардрайверов, достаточно выполнить несколько рекомендаций:

— Следует выключить широкополосное вещание SSID [2], рис. 2;

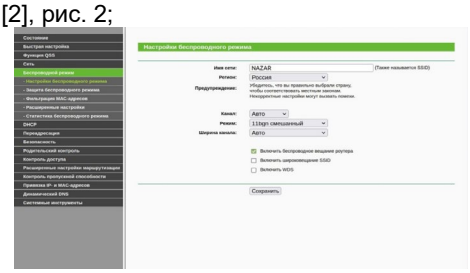


Рис. 2

— Настроить фильтрацию MAC-адресов, рис. 3.

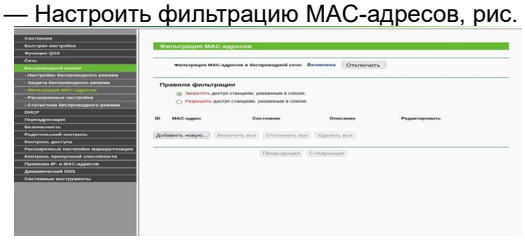


Рис. 3

3. Заключение

Вардрайвинг является доступным способом поиска сетевых уязвимостей, не требовательным к оборудованию и программному обеспечению. В работе была рассмотрена атака которая позволяет получить доступ к беспроводной сети, а также методы защиты сети с целью научиться понимать ход атаки и способов предотвращения.

4. Список литературы

[1] Бабин, С. А. Лаборатория хакера / С. А. Бабин. — СПб. : БХВ-Петербург, 2016 — 240 с.
[2] Технологии современных беспроводных сетей Wi-Fi: учеб. пособ. / Е. В. Смирнова [и др.] ; под общ. ред. А. В. Пролетарского. — М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017. — 446 с.
[3] Что такое вардрайвинг? Определение и описание [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://www.kaspersky.ru/resource-center/definitions/what-is-wardriving]

METHODS OF WI-FI NETWORKS PROTECTION FROM WARDDRIVING

Dzuba I. N., Zaicev S. A.
Scientific adviser: Zaicev S. A.
Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov, Russia

Abstract — In the paper, the attack on a Wi-Fi network and methods of protection against wardriving and brute force attacks are discussed.

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ КРИПТОГРАФИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ МЕДИАКОНТЕНТА ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Неруш А. В., Гелеверя Н. В., Маврин С. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Маврин С. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: mavriny@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен метод шифрования данных AES-128 с использованием 128-битного ключа. Описана разработка модуля шифрования контента на языке программирования Python. В результате получен способ надежной передачи и хранения больших объемов данных.

1. Введение

Для защиты цифровой информации от утечек эффективно использовать стандартизированный международным информационным сообществом метод шифрования данных AES-128, повышая надежность сохранности файлов при их обработке и хранении [1]. AES-128 обеспечивает высокий уровень безопасности используемым в нем 128-битным ключом, он устойчив к атакам перебором и отличается быстрой обработкой данных, что критично для защиты медиаконтента [2]. Опрос аудитории SRSLY показал, что 78% пользователей не знают, как проверить наличие утечек данных, а свыше 75% пользователей по данным Acronis хранят свои персональные данные в цифровом формате, не используя дополнительные средства защиты данных. В докладе приводится описание разработки модуля, способного шифровать и передавать данные на сервер.

2. Основная часть

Реализация модуля с алгоритмом шифрования AES-128 осуществлялась с помощью языка программирования Python, библиотеки PyCrypto. Для шифрования и дешифрования данных необходим 128-битный ключ, так как AES относится к блочным симметричным алгоритмам [3]. Кодировка осуществляется за счёт разбиения входных данных на блоки-матрицы размерностью 4x4 элемента, что соответствует 16 байтам (128 бит), если блок не кратен 16 байт, то он дополняется до этого размера [4].

Блоки кодируются с помощью четырёх операций: каждый байт заменяется соответствующим из таблицы замещения (нелинейное преобразование); строки сдвигаются по кругу; каждый столбец интерпретируется как многочлен, и производится линейное преобразование над ним; за каждое действие происходит объединение данных блока с частью ключа, полученным из исходного ключа шифрования. Как описывается в спецификации FIPS197 AES, алгоритм проходит 10 шагов криптопреобразования, первые 9 из которых циклично выполняют описанные операции [5].

На рисунке 1 показан процесс шифрования файла после ввода ключа внутри интерфейса.

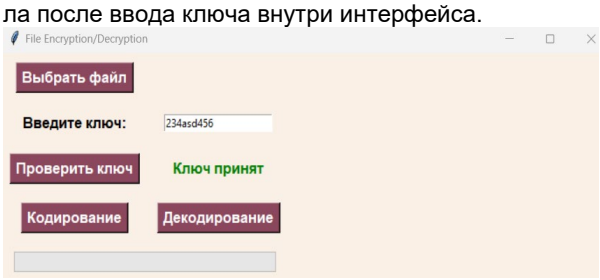


Рис. 1

После завершения программой шифрования, файл в зашифрованном виде сохраняется у пользователя в выбранной библиотеке.

Временные показатели шифрования тестируемых файлов: видеозапись (объём — 5 Гб) длительностью 2 часа 30 минут — 40 минут; фотография (объём — 3 Гб) — 2 минуты; аудиозапись (объём — 7 Гб) — 6 минут. Скорость шифрования варьируется в зависимости от объёма файла и от его типа. Аудиозапись, имея более простую структуру, нежели видео, кодируется намного быстрее, что говорит об адаптируемости алгоритма к разным форматам файлов, обеспечивая надёжную защиту.

3. Заключение

Таким образом, разработан модуль криптографической защиты медиаконтента пользователей.

С помощью него определена возможность передачи медиаконтента безопасным путем по международным стандартам в области шифрования путем использования 128-битного ключа. Также отображен интерфейс программы, описан процесс передачи файла модулю, шифрования защищаемых данных, создания выходного файла и сохранения его в выбранном пользователем месте. Показатели программы эффективны для применения в шифровании больших объемов данных.

4. Список литературы

[1] Шнайер, Б. Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке Си / Б. Шнайер. — М. : Диалектика, 2017. — С. 241 — 243.
[2] Чернявский, Э. А. Стандартные криптографические алгоритмы шифрования / Э. А. Чернявский, В. П. Ледяев // Экономика и социум, компьютерные и информационные науки, 2016. — С. 658.
[3] Kartsan, P. The Digital Revolution of the Transportation Industry / P. Kartsan, S. Mavrin // Transportation Research Procedia: Collection of materials XIII International Conference on Transport Infrastructure: Territory Development and Sustainability, 2023. — С. 116 —119.
[4] Mavrin, S. Traditional technique application V/S Yolov5 model for marine underwater objects detection by computer vision method / S. Mavrin, A. Mavrin, A. Mikhaylova // XVII International Scientific Conference «State and Development Prospects of Agribusiness», 2024. — С. 8—11.
[5] Mavrin, S. Algorithm for assessing the promptness of earth space sensing information delivery / S. Mavrin, S. Golikov // II International Conference on Environmental Technologies and Engineering for Sustainable Development, 2023.

DEVELOPMENT OF CRYPTOGRAPHIC PROTECTION MODULE FOR USER MEDIA CONTENT

Nerush A. V., Geleverya N. V., Mavrin S. A.
Scientific adviser: Mavrin S. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The AES-128 data encryption method using a 128-bit key is considered. The development of a content encryption module in the Python programming language is described. As a result, a method for the reliable transmission and storage of large volumes of data has been obtained.

ОБЗОР МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ АТАК НА ОСНОВЕ СОЦИАЛЬНОЙ ИНЖЕНЕРИИ В СООБЩЕНИЯХ

Девицына С. Н., Монин Н. Д., Тузов Н. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Девицына С. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: monin.nik@list.ru

Аннотация — Рассмотрена социальная инженерия, как наиболее частый и опасный способ атаки на пользователя и организации. Проведен анализ методов распознавания и предупреждения подобных атак в сообщениях.

1. Введение

Согласно отчету компании Positive Technologies за I квартал 2024 года, количество инцидентов информационной безопасности увеличилось на 7%, по сравнению с IV кварталом 2022 года [1]. Сравнивая методы успешных атак на организации и частные лица, выявлено, что наибольший успех имеет социальная инженерия. Так, 85% частных лиц и 52% организаций подверглись атакам с её использованием. Данный тип воздействия остаётся самой опасной угрозой для частных лиц и становится одним из наиболее популярных векторов атак на организации. Рассмотрим основные виды социальной инженерии и методы защиты от подобных атак.

2. Основная часть

Социальная инженерия — это способы манипулирования человеком с целью получения от него конфиденциальной информации. Например, банковских реквизитов, или паролей от учётных записей. Преступник также может попытаться получить доступ к компьютеру жертвы, чтобы установить там вредоносное программное обеспечение, помогающее извлекать любую информацию. Выделяют основные виды социальной инженерии:

— фишинг (fishing) — мошенническое использование электронных видов коммуникаций для обмана жертвы;

— scareware — способ психологически подействовать на жертву, пугая (например, всплывающими окнами при посещении сайтов), заставив думать, что её компьютер заражён вредоносным ПО или имеет загруженный нелегальный контент;

— baiting — способ заманивания в виде ложной услуги или товара с вредоносным вложением, нацеленный на любопытство самой жертвы;

Важный шаг в защите от атак и предупреждении отдельных сотрудников о попытках атак методами социальной инженерии — систематическое уведомление пользователей о типах этих атак и психологических приёмах при непосредственных атаках.

Пользователи должны понимать, какие виды атак существуют, а также быть осведомлены о психологических приёмах, которые злоумышленники используют для манипуляции: создание «чувства срочности», давление авторитетом или игра на доверии. Постоянные уведомления позволят пользователям эффективно распознавать подозрительные ситуации и принимать осознанные решения, снижая вероятность успешной атаки. Помимо осознанного взгляда на информацию, существуют следующие программные меры защиты.

1. Тестирование на проникновение. Проведение контролируемых атак для выявления уязвимостей в системах и проверка, насколько легко злоумышленники могут обмануть сотрудников с помощью социальной инженерии.

2. Двухфакторная аутентификация. Дополнительный уровень защиты, который требует второй формы подтверждения (например, код из СМС или код из аутентификатора), что затрудняет злоумышленникам доступ даже при краже учетных данных.

3. Использование программных средств для защиты от вредоносных программ. Антивирусы и antispyware блокируют зловредные программы, которые могут быть установлены после успешных атак социальной инженерии, таких как фишинг.

4. Регулярные обновления ОС. Обновления безопасности исправляют уязвимости в программном обеспечении, которые злоумышленники могут использовать для проведения атак методами социальной инженерии.

5. Использование строгих политик управления паролями. Обеспечение сложности и регулярной смены паролей снижает риск их взлома или угадывания злоумышленниками.

6. Использование брандмауэра. Блокирует неавторизованный доступ к сетям и системам, ограничивая возможность проведения атак с использованием социальной инженерии.

7. Блокировка писем с отсутствующими записями DKIM, SPF и DMARC (цифровые подписи). Данные технологии обеспечивают проверку подлинности отправителя письма и его электронной почты, предотвращая фишинговые атаки с использованием поддельных электронных адресов.

3. Заключение

Из доступных методов получения конфиденциальной информации, социальная инженерия — одна из самых опасных угроз в настоящее время.

Применение предложенных мер защиты информации позволит сохранить ее конфиденциальность, целостность и доступность. Причем, эффективность защиты зависит от комбинации организационных и технических мер.

4. Список литературы

[1] Актуальные киберугрозы: I квартал 2024 года [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/cybersecurity-threatscape-2024-q1/

OVERVIEW OF METHODS FOR RECOGNIZING AND PREVENTING ATTACKS BASED ON SOCIAL ENGINEERING IN MESSAGES

Devitsina S. N., Monin N. D., Tuzov N. A.
Scientific adviser: Devitsina S. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Social engineering is considered as the most frequent and dangerous way of attacking a user and an organization. The analysis of methods for recognizing and preventing such attacks in messages is carried out.

АНАЛИЗ УЯЗВИМОСТИ АЛГОРИТМА ECDSA ПРИ ПОВТОРНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЗНАЧЕНИЯ NONCE

Нестеренко А. И., Лукьянчиков А. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук Лукьянчиков А. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: AINesterenko@sevsu.ru

Аннотация — Проанализирована важность использования уникального значения nonce при подписании, используя цифровую подпись с алгоритмом ECDSA. Приведен пример атаки для получения приватного ключа владельца цифровой подписи.

1. Введение

В условиях современного мира, характеризующегося развитием цифровых технологий, алгоритмы цифровой подписи, основанные на функциях хеширования, становятся все более распространенными.В частности это находит применение от криптовалют до систем мобильной связи [1]. Основным преимуществом таких алгоритмов является невозможность восстановления исходных данных. Ключевым аспектом процесса генерации подписи является корректный выбор исходных параметров при подписании. Поэтому оценка уязвимости механизма подписи *ECDSA* (*Elliptic Curve Digital Signature Algorithm*) в зависимости от исходных параметров, выбираемых пользователем является актуальной задачей, решению которой посвящена эта работа.

2. Основная часть

ECDSA — это алгоритм цифровой подписи, основанный на эллиптических кривых. Он широко используется в различных сценариях для обеспечения безопасности и аутентификации. В частности, широко применяется в большинстве криптовалют, таких как *Bitcoin* и *Ethereum*, для подписания транзакций. Это обеспечивает аутентичность отправителя и предотвращает подделку транзакций. Общая схема использования изображена на рисунке1.

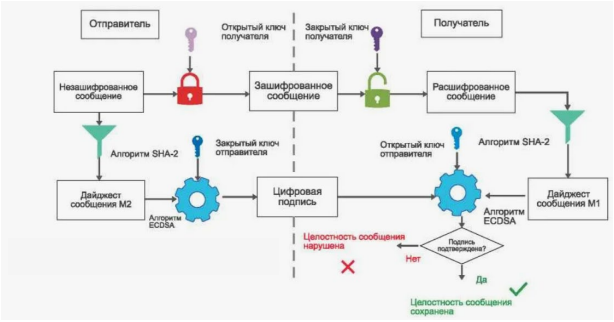


Рис. 1

Алгоритм *ECDSA* использует эллиптическую кривую [2], соответствующую стандарту *secp*256*k*1.

Цифровая подпись состоит из двух компонентов: *R* и *S*.

Компонент *R* генерируется по следующей формуле:

$$R = nonce \cdot G,$$

где *nonce* — это «соль» для генерации хэша;

G — константная точка на кривой.

Компонент *S* вычисляется по формуле:

$$S = nonce^{-1}(m + PKEY \cdot R),$$

где *m* — закодированное сообщение;

PKEY — приватный ключ пользователя.

Для верификации подписи необходимо вычислить значение *P*, которое должно быть равно *R*. Для этого достаточно знать только *R* и публичный ключ:

$$P=S^{-1} \cdot m \cdot G+S^{-1} \cdot R \cdot PUBKEY,$$

где *PUBKEY* — публичный ключ подписавшего.

Однако, при несоблюдении стандартных правил и повторном использовании одного значения *nonce* возникает риск утечки приватного ключа. Рассмотрим ситуацию, когда два сообщения *m* и *m*' подписаны с использованием одного и того же значения *nonce*. В этом случае значение *R* остается неизменным, а значения *S* обозначим как *S* и *S*'.

Разность значений *S* и *S*' можно выразить следующим образом:

$$S-S'=nonce\text{-}1(m+PKEY \cdot R)-nonce\text{-}1(m'+PKEY \cdot R);$$

что упрощается до:

$$S–S'=nonce^{-1}(m–m').$$

Отсюда можно выразить значение *nonce*:

$$nonce = (m\text{-}m')/(S\text{-}S').$$

Получив значение *nonce*, злоумышленник может вычислить приватный ключ по следующей формуле:

$$PKEY = (S \cdot nonce\text{-}m)/R.$$

Таким образом при повторном выборе *nonce* можно получить доступ к приватному ключу и система будет скомпромитирована.

3. Заключение

В результате проведенного анализа была выявлена уязвимость, связанная с повторным использованием значения *nonce* в алгоритме *ECDSA*. Также установлена одна из угроз, возникающих при применении несертифицированного программного обеспечения в контексте использования цифровых подписей.

4. Список литературы

[1] Review and study of software packages for emulating 2G/4G mobile networks / A. A. Savochkin [et al.] // Third International Conference on Optics, Computer Applications, and Materials Science (CMSD-III 2023), Dushanbe, 20–22 Dec 2023. — Vol. 13065. — Washington : SPIE-SOC PHOTO-OPTICAL INSTRUMENTATION ENGINEERS, 2024. — P. 130650V. — DOI 10.1117/12.3025072.

[2] Medium [Электронный ресурс] / Elliptic Curve Digital Signature Algorithm (ECDSA). — Режим доступа: https://medium.com/@blocsoc.acm/ecdsa-26402064fd34.

ANALYSIS OF VULNERABILITY OF ECDSA ALGORITHM WHEN REUSING NONCE VALUE

Nesterenko A. I., Lukyanchikov A. V.
Scientific adviser: Lukyanchikov A. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The importance of using unique nonce value in signing with digital signature with ECDSA algorithm has been analyzed. An example of the attack to obtain a private key of the owner of the digital signature is given.

ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВОГО РУБЛЯ

Борбенцов А. С., Склярук В. Л.
Научный руководитель: Склярук В. Л.
Черноморское высшее военно-морское орденов Нахимова и Красной Звезды училище имени П. С. Нахимова, Россия
E-mail: c1vbn2@gmail.com

Аннотация — рассмотрены некоторые вопросы внедрения цифрового рубля, как новой формы денежных средств и новой платёжной технологии в России.

1. Введение

Цифровой рубль внедряется на платформе Центрального банка Российской Федерации как третья форма российской национальной валюты, эмитентом которой также является Банк России. Он будет существовать в цифровом виде, и сочетать в себе свойства наличного и безналичного рубля. С наличной формой его сближает хранение на специальном электронном кошельке и передача посредством электронных платежей, а с безналичной — использование для электронной коммерции в сети Интернет.

2. Основная часть

Актуальность введения цифрового рубля обусловлена многими факторами. Во-первых, в современном информационном обществе наибольшее развитие происходит в сфере цифровых технологий.

Во-вторых, за последнее десятилетие внедрения разных платёжных технологий в России уровень безналичных финансовых операций вырос с 25% в 2014 г. до 83% в 2023 г. (с прогнозом Банка России на ближайшие 3-5 лет ещё большего увеличения до 90%). В-третьих, повышение доступности, эффективности и безопасности финансовых операций.

На рис. 1 представлены возможные варианты использования логотипа цифрового рубля на цветных фонах (другие цвета запрещаются).



Рис. 1

Является ли цифровой рубль криптовалютой?

У криптовалюты, в отличие от цифрового рубля, нет единого эмитента и не существует единого центра, который несёт обязательства по ней. Цифровой рубль и криптовалюта — это разные цифровые активы, которые используются для разных задач.

Сходство же цифрового рубля и криптовалюты заключается в использовании блокчейн-технологии, где каждый цифровой рубль имеет уникальный код.

Преимущества использования цифрового рубля для физических и юридических лиц, а также для государства в целом:

— снятие (для физических лиц) и минимизация (для юридических лиц) ограничений в виде комиссий и лимитов банков за переводы и платежи;

— повышение уровня сохранности и безопасности денежных средств;

— развитие платёжных технологий;

— сокращение времени на проведение транзакций;

— улучшение контроля по расходованию бюджетных средств;

— развитие инновационных технологий;

Возможные риски и проблемы, связанные с использованием цифрового рубля:

— риски безопасности для цифровых кошельков от киберугроз;

— регуляторные риски на стадии разработки и внедрения новых правил и норм регулирования операций с цифровым рублем;

— технические риски вследствие возможных сбоев и ошибок в работе системы цифрового рубля;

— риск потери анонимности из-за теоретической возможности отслеживания всех операций с цифровым рублём.

Наибольшей потенциальной угрозой для цифровых кошельков физических лиц является мошенничество по технологиям социальной инженерии.

Социальная инженерия построена на том, что человек сам передает мошенникам свои персональные данные и финансовую информацию.

Надёжность платформы Банка России и мощность алгоритмов криптографической защиты не помогут, если человек потеряет бдительность и сам сообщит злоумышленнику критически важную информацию. Для защиты своих средств, как в цифровом, так и в безналичном виде, физическим лицам необходимо следовать простому правилу: кто бы ни звонил (или ни присылал сообщения) и кем бы ни представлялся, стараясь получить критически важную информацию (персональные данные, финансовую информацию, связанные с ними номера и коды) — надо не отвечать и разорвать связь, а затем позвонить или лично обратится в свой банк.

3. Заключение

Цифровой рубль — это перспективный национальный проект, важный для устойчивого развития и безопасности всей финансовой системы России. А соблюдение «Правил кибергигиены» будет надёжной преградой на пути угроз для цифрового рубля.

4. Список литературы

[1] Сайт Банка России [Электронный ресурс] / Цифровой рубль: что это такое и как им пользоваться. — Режим доступа: https://cbr.ru/faq/dr/.

[2] Ивлиев, П. В. Цифровой рубль: Перспективы применения в России / П. В. Ивлиев, Е. О. Ананьева // Право и государство : теория и практика. — 2023. — №8 (224). — С. 65—67.

[3] Кривошея, Е. Преимущества и перспективы цифрового рубля [Электронный ресурс]. — Режим доступ: https://www.skolkovo.ru/expert-opinions/preimushestva-i-perspektivy-cifrovogo-rublya-kommentiruet-ekspert-shkoly-skolkovo/.

INTRODUCTION OF THE DIGITAL RUBLE

Borbentsov A. S., Sklyaruk V. L.
Scientific adviser: Sklyaruk V. L.
Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov, Russia

Abstract — Some issues of introducing the digital ruble as a new form of cash and a new payment technology in Russia are considered.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ РАМ КАК ВАЖНЫЙ КОМПОНЕНТ ИБ

Кудашев И. Е., Склярук В. Л.
Научный руководитель: Склярук В. Л.
Черноморское высшее военно-морское орденов Нахимова и Красной Звезды училище имени П. С. Нахимова, Россия
E-mail: 9.ivank@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены функциональные возможности и специфика программного решения PAM (Privileged Access Management).

1. Введение

Потребность в применении систем Privileged Access Management (PAM) возникает не всегда, и далеко не у всех. Однако, в тех случаях, когда речь идёт о доступе к критически важным системам, использование PAM позволяет решить целый ряд задач, связанных с надёжностью и доверием.

Наглядным примером могут служить небольшие компании, в которых нет подразделения ИБ или оно состоит из одного-двух специалистов. В таких случаях полномочия по обеспечению информационной безопасности делегируются IT-отделу. Очень часто в таких случаях перечень мероприятий по защите информации ограничивается одним пунктом — установкой специального антивирусного программного обеспечения на автоматизированных рабочих местах.

2. Основная часть

Среди сотрудников компаний всегда есть люди с высоким уровнем допуска: руководители, администраторы безопасности, системные администраторы и т. д., которые работают с критически важными информационными ресурсами — информационными активами. Поэтому данной категории пользователей необходимо уделить особое внимание с точки зрения обеспечения информационной безопасности.

Рационально решить эту проблему помогает использование систем управления привилегированным доступом (PAM).

Решение PAM даёт возможность идентифицировать технологии, процессы и пользователей, которым требуется привилегированный доступ. Указывает, какие политики безопасности необходимо к ним применить.

Система управления привилегированным доступом должна поддерживать установленную в компании политику информационной безопасности с её подполитиками. Например, автоматическое управление паролями, многофакторная верификация подлинности и т. п.

Администраторам предоставлена возможность автоматизировать процесс создания, изменения и удаления учётных записей.

PAM позволяет отслеживать сеансы для выявления поведенческих аномалий и создания отчётов для их исследования.

Privileged Access Management в первую очередь используется для предотвращения хищений учётных данных и обеспечения соответствия требованиям.

PAM позволяет локализовать риски, путём предоставления доступа только в определённое время, только с соответствующими привилегиями и только при условии успешной многофакторной проверки подлинности всех удостоверений и учётных записей администраторов.

Системы управления привилегированным доступом можно использовать для автоматизации жизненного цикла пользователей (создание и удаление учетных записей), мониторинга и регистрации привилегированных учётных записей, безопасного удалённого доступа и управления доступом удалённо, применять к устройствам (Интернет вещей), в облачных средах и проектах DevOps.

Решение PAM может предложить еще несколько услуг: продуктивные системы, облачные сервисы, удалённая работа, защита от сетевых атак.

Privileged Access Management имеет систему контроля для отслеживания деятельности пользователей с особым доступом, которая ещё и защищает этих пользователей. Система контроля также позволяет контролировать работу компаний-аутсорсеров, которые тоже могут приобретать эту же систему контроля, и тем самым подтверждать свои действия в согласованных системах.

Работа PAM заключается в следующем: сервер PAM стоит на границе, открывая каналы доступа к целевым системам, что напоминает работу proxy-сервера. После подключения через VPN доступен только сервер PAM, а весь остальной доступ происходит через него. Работа пользователей осуществляется через портал самообслуживания — авторизация и прохождение через контролируемые сеансы для работы на защищаемых серверах.

Сервер PAM устанавливается как отдельная виртуальная машина или в виде отдельного сервера и настраивается отдельно под каждого клиента.

3. Заключение

Программно-аппаратное решение PAM — это бюджетное и надёжное средство обеспечения безопасности информации для небольших компаний. Оно может обеспечить доступ привилегированным пользователям базы данных и обеспечить конфиденциальность этих данных.

4. Список литературы

[1] Базелюк, И. 5 сценариев эффективного использования PAM в организации [Электронный ресурс] / И. Базелюк. — Режим доступ: https://www.itsec.ru/articles/5-scenariev-effektivnogo-ispolzovaniya-pam-v-organizacii.

[2] Борисов, А. Программно-аппаратный PAM как важный компонент ИБ в небольших бизнес-масштабах [Электронныйй ресурс] / А. Борисов. — Режим доступа: https://www.itsec.ru/articles/programmno-apparatnyj-pam-kak-vazhnyj-komponent-ib-v-nebolshih-biznes-masshtabah.

SOFTWARE AND HARDWARE RAM AS AN IMPORTANT COMPONENT OF INFORMATION SECURITY

Kudashev I. E., Sklyaruk V. L.
Scientific adviser: Sklyaruk V. L.
Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov, Russia

Abstract — The functionality and special software solutions of RAM (Privileged Access Management) are considered.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ МЧС РОССИИ

Каймонов О. С., Каймонова А. О.
Главное управление МЧС России по Томской области, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Россия
E-mail: kaymon79@mail.ru

Аннотация — Рассматриваются вопросы организации и обеспечения защиты информации в информационно — телекоммуникационных системах МЧС России. Кратко освещены меры по защите информации, принимаемые в территориальных органах МЧС России.

1. Введение

Для оперативного решения задач по прогнозированию, предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций в МЧС России ведется ведомственная программа цифровой трансформации, направленная на автоматизацию процессов управления на всех уровнях министерства [1].

2.Основная часть

В целях соблюдения требований информационной безопасности в МЧС России разработан ряд руководящих документов [2, 3].

В соответствии с данными документами информационно-телекоммуникационная инфраструктура (ИТИ) МЧС России состоит из нескольких функциональных сегментов (компонентов):

— инфраструктура взаимодействия с гражданами, посредством оказания услуг в электронной форме;

— инфраструктура межведомственного электронного взаимодействия с иными организациями;

— инфраструктура межведомственного электронного взаимодействия с партнерами и поставщиками необходимых для поставки товаров и услуг;

— инфраструктура, поддерживающая административно-управленческие, экспертно-аналитические, планирующие, контрольные и иные процедуры и процессы повседневной деятельности.

Основными объектами защиты в ИТИ территориальных органов МЧС России являются:

— информационные ресурсы, относящиеся в соответствии с действующим законодательством к конфиденциальной информации;

— ИТИ, содержащая системы анализа и обработки информации, технические и программные средства, предназначенные для ее обработки, передачи и отображения;

— средства для обеспечения доступа граждан и юридических лиц к информационным ресурсам и информационным системам.

Основной целью деятельности по обеспечению ИБ ИТИ является снижение угроз информационной безопасности до приемлемого уровня.

Основными источниками угроз ИБ ИТИ могут выступать как субъекты (физические лица, организации, государства), либо какое-либо внешние воздействия.

Источники угроз безопасности информации могут быть следующих типов:

— антропогенные источники (антропогенные угрозы);

— техногенные источники (техногенные угрозы);

— стихийные источники (угрозы стихийных бедствий, иных природных явлений).

Для обеспечения вышеуказанных мер, в МЧС России создано Федеральное казенное учреждение «Специальный центр МЧС России», а в территориальных органах и учреждениях МЧС России — управления (отделы) информационных технологий и связи (подразделения ЗИ). В соответствии с руководящими документами, сотрудники подразделений ЗИ обеспечивают дальнейшее развитие действующей ИТИ, внедрение современных технологий и обеспечение ИБ на основе отечественных разработок при передаче, обработке и хранении данных, гарантирующей защиту интересов государства.

Для обеспечения требований по защите информации в территориальных органах МЧС России проводится защита ИТИ с использованием средств межсетевого экранирования и сертифицированных средств криптографической защиты информации.

3. Заключение

Сотрудниками подразделений ЗИ организован постоянный контроль и мониторинг информации передаваемой по каналам связи, ограничивается доступ посторонних лиц к информации конфиденциального характера, проводится мониторинг системы передачи данных на наличие внешних воздействий. Для защиты от сверхкоротких импульсов в тестовом режиме используются модальные фильтры [4].

Таким образом, комплекс мероприятий по защите информации, проводимых в настоящее время в МЧС России, позволяет обеспечить необходимый уровень ИБ уровнях системы управления МЧС России

4. Список литературы

[1] Официальный сайт МЧС России [Электронный ресурс]. — Режим доступа: www.mchs.gov.ru.

[2] Приказ МЧС России от 10.06.2015 г. №289 «Об отдельных мерах по реализации Указа Президента Российской Федерации от 22.05.2015 г. №260 в системе МЧС России».

[3] Концепция защиты средств вычислительной техники и автоматизированных систем от несанкционированного доступа. Гостехкомиссия России. 1998.

[4] Каймонов, О. С. Тестовая эксплуатация модальных фильтров в территориальных органах МЧС России / О. С. Каймонов, А. А. Макаренко // Электронные средства и системы управления : матер. докладов XI Междунар. науч.-практ. конф. (25—27 ноября 2015 г.) : в 2 ч. — Томск : В-Спектр, 2015. — Ч. 2. — С. 34—36.

INFORMATION PROTECTION ENSURING IN INFORMATION AND TELECOMMUNICATION SYSTEMS OF EMERCOM OF RUSSIA

Kaymonov O. S., Kaymonova A. O.
Main Directorate of EMERCOM of Russia for Tomsk region, Tomsk State University of Control Systems and Radio Electronics, Russia

Abstract — Issues of organization and ensuring information protection in information and telecommunication systems of the Ministry of Emergency Situations of Russia are considered. Measures to protect information taken in the territorial authority of the Ministry of Emergency Situations of Russia are briefly discussed.

СОВМЕСТНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОТИВОДЕЙСТВИИ МОШЕННИЧЕСТВУ В БАНКОВСКОЙ СФЕРЕ

Герасёва А. А., Маслова М. А.
Научный руководитель: Маслова М. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
Email: mamaslova@sevsu.ru

Аннотация — В данной статье, на примере коммерческого банка, рассмотрена взаимосвязь информационной и экономической безопасности при работе, направленной на противодействие мошенничеству.

1. Введение

В современном мире при работе предприятия существует огромное количество угроз и рисков, в том числе связанных с утечкой конфиденциальной информации и нарушениями в работе информационных систем. Для нормального функционирования, уменьшения расходов и увеличения доходов предприятия необходима грамотная работа специалистов, в частности, отделов информационной и экономической безопасности [1].

2. Основная часть

Все больше набирает популярность использование денежных переводов с использованием банковских карт. По приведенным данным Банка России только за 2023 г. выросло количество проведения данной операции без согласия клиента [2]. На рис. 1 отображено число мошеннических операций (тыс. ед.). На рис. 2 отображён рост объёма операций, проводимых без согласия клиентов (млн. руб.).

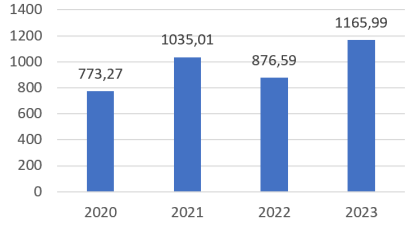


Рис. 1

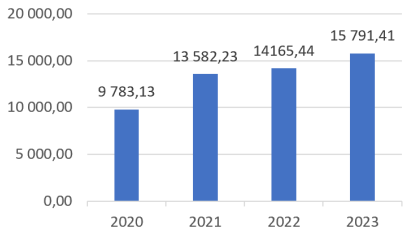


Рис. 2

На сегодняшний день мнения исследователей относительно понятий экономической и информационной безопасности разнятся. Однако, ознакомившись со Стратегией экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года [3] и Доктриной информационной безопасности Российской Федерации [4], можно представить определения, относительно безопасности предприятия, в следующем виде:

Экономическая безопасность (ЭК) определяет, как защищена экономика на уровне как внешних, так и внутренних угроз уполномоченными лицами. При этом должна быть обеспечена защита экономических интересов как клиентов, так и сотрудников, а также предприятия в целом. Информационная безопасность (ИБ) обеспечивает защиту информации, инфраструктуры как внешних, так и внутренних информационных угроз, которые несут ущерб как владельцам и пользователям информации, так и субъектам информационных отношений. Из вышесказанного видна непосредственная связь между ЭБ и ИБ. Рассмотрим на примере коммерческого банка, в котором присутствуют разные виды автоматизированных систем (АС). В различных АС хранятся и обрабатывается информация, персональные данные, коммерческая и банковская тайны. Если предприятие не будет принимать меры по противодействию угрозам ИБ, то конфиденциальная информация может оказаться в руках мошенников. Это влечёт за собой экономические риски, которые могут нанести значительный ущерб банку и его репутации. Именно поэтому ЭБ и ИБ должны действовать в совокупности.

3. Заключение

Таким образом, ИБ и ЭБ в значительной мере взаимосвязаны между собой. Следовательно, поставленные цели, задачи и действия рассмотренных видов безопасности в банковской сфере должны быть нацелены на своевременное предупреждение, выявление, предотвращение, расследование мошеннических схем, а также направлены на защиту репутационных и финансовых ценностей, как клиентов и сотрудников, так и банка в целом.

4. Список литературы

[1] Маслова, М. А. Анализ и определение рисков информационной безопасности / М. А. Маслова // Научный результат. Информационные технологии. — 2019. — Т. 4. — № 1. — С. 31—37.
[2] Обзор операций, совершенных без согласия клиентов финансовых организаций [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://cbr.ru/analytics/ib/operations_survey/2023/ (дата обращения: 13.09.2024).
[3] Стратегия экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.kremlin.ru/acts/bank/41921 (дата обращения: 13.09.2024).
[4] Доктрина информационной безопасности Российской Федерации [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.kremlin.ru/acts/bank/41460 (дата обращения: 13.09.2024).

THE JOINT IMPACT OF INFORMATION AND ECONOMIC SECURITY IN COUNTERING FRAUD IN THE BANKING SECTOR

Geraseva A. A., Maslova M. A.
Scientific adviser: Maslova M. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, on the example of a commercial bank, the interrelation of information and economic security in the work aimed at countering fraud is considered.

БЕЗОПАСНОСТЬ И ЗАЩИТА ДАННЫХ В ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Даншин А. В., Девицына С. Н.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Девицына С. Н.
Севастопольский государственный университет, Севастополь
E-mail: danshin.artur94@list.ru

Аннотация — Рассмотрены и проанализированы проблемы безопасности облачных технологий. Приведено описание основных типов облачных сред, статистика использования облачных сервисов, и показаны новые подходы к обеспечению безопасности данных в облачных технологиях.

1. Введение

Облачные технологии предоставляют множество преимуществ, таких как гибкость, возможность быстрого масштабирования и снижение затрат на ИТ-инфраструктуру. Однако использование облачных технологий также несёт в себе определённые риски, связанные с безопасностью данных. Рассмотрим основные угрозы безопасности данных в облаке, методы защиты и лучшие практики для обеспечения безопасности данных в облачных технологиях.

2. Основная часть

В современном мире облачные технологии стали неотъемлемой частью повседневной жизни, и вопросы безопасности играют ключевую роль при их использовании. Безопасность облака, как более современное решение в области кибербезопасности, отличается от традиционных подходов рядом аспектов.

Один из них — это хранение данных. Облачные платформы помогают сэкономить на разработке и эксплуатации систем, но при этом частично лишают пользователей контроля над своими данными.

Скорость масштабирования также важна. Безопасность облака требует особого внимания при масштабировании корпоративных IT-систем. В облаке используются модульные инфраструктуры и приложения с возможностью быстрого развёртывания.

Взаимодействие с системой конечного пользователя также представляет проблему. Необходимо управлять правами доступа на всех уровнях и отслеживать уязвимости, возникающие из-за небезопасной установки приложений и доступа к системам.

Переход в облако имеет множество преимуществ, таких как снижение зависимости от локальных центров обработки данных, высокая масштабируемость и доступ к данным и приложениям из любого места. Однако многие организации считают переход в облако рискованным с точки зрения безопасности. Согласно отчётам, 75% опрошенных компаний серьёзно обеспокоены безопасностью облака [1]. Рынок облачных услуг в России продолжает расти быстрыми темпами, около 20–30 % в год. Однако переход на облачные платформы связан с трудностями в управлении и оптимизации затрат на мультиоблачные ресурсы.

Согласно исследованию Flexera, почти половина (45 %) компаний превышают свой бюджет на облако, а 28 % затрат считают неэффективными [2]. В реальности, без надлежащих практик и инструментов, виртуальные машины, используемые для краткосрочных задач, могут оставаться включёнными и расходовать средства. Разнообразие провайдеров и мультиоблачных инфраструктур усложняет контроль над расходами.

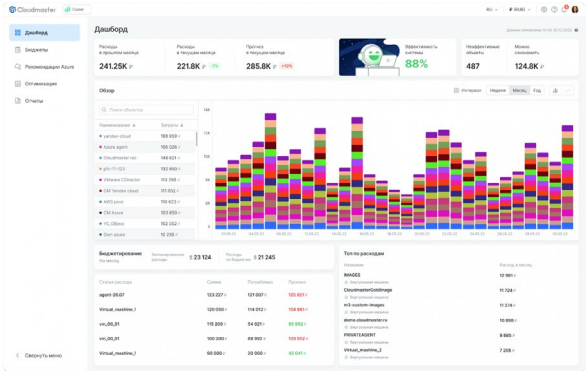


Рис. 1

Внедрение методик FinOps позволяет решить проблемы управления и оптимизации затрат на облачные ресурсы. Эта практика сокращает расходы на облачные сервисы, способствует росту и масштабированию бизнеса без лишних затрат. Растущий спрос на FinOps среди российских компаний подтверждает его актуальность и эффективность. FinOps является важной составляющей успешной облачной стратегии, обеспечивая прозрачное взаимодействие всех заинтересованных сторон — финансистов, руководителей проектов и разработчиков.

3. Заключение

Облачные технологии предлагают высокий уровень безопасности благодаря мерам, предоставляемым провайдерами. Однако клиенты должны также предпринимать дополнительные шаги для усиления защиты своих данных, такие как регулярное обновление паролей, ограничение доступа к конфиденциальной информации и использование шифрования.

4. Список литературы

[1] Котяшичев, И. А. Защита информации в «Облачных технологиях» как предмет национальной безопасности / И. А. Котяшичев, Е. А. Бырылова // Молодой ученый. — 2015. — № 6.4 (86.4). — С. 30—34.
[2] Облачные перспективы 2024 FinOps [Электронный ресурс] / Companies. — Режим доступа: https://companies.rbc.ru/news/P7BQUYGQsE/oblachnyie-perspektivyi-2024-rost-innovatsii-i-strategii-finops/ (дата обращения: 28.09.2024).

DATA SECURITY AND PROTECTION IN CLOUD TECHNOLOGIES

Danshin A. V., Devitsyna S. N.
Scientific adviser: Devitsyna S. N.
Sevastopol State University, Sevastopol

Abstract — The article draws attention to the security problem of cloud technologies. It examines the main types of cloud environments, statistics on the use of cloud services and new approaches to ensuring security in cloud systems.

ПРИМЕНЕНИЕ КВАНТОВЫХ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Маленко В. А., Начаров Д. В., Ерисов А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: wither_17@mail.ru

Аннотация — Квантовая криптография — инновационная технология, основанная на законах квантовой механики. Рассматриваются ключевые принципы квантовой криптографии, включая квантовую неопределенность и запутанность, а также протоколы распределения квантовых ключей (QKD), такие как BB84. Применению квантовой криптографии для защиты критически важных информационных систем, таких как банковские сети и интернет вещей (IoT), в условиях угроз, исходящих от квантовых компьютеров.

1. Введение

Квантовая криптография — это революционная технология, основанная на законах квантовой механики, которая может обеспечить беспрецедентный уровень безопасности данных. Традиционные криптографические методы, такие как RSA и AES, подвержены угрозам со стороны квантовых компьютеров, которые могут «вскрывать» такие системы с высокой эффективностью. Квантовые криптографические методы, в частности протоколы распределения квантовых ключей (QKD), обеспечивают абсолютную защиту благодаря использованию физических принципов, таких как квантовая суперпозиция и неразрушаемость квантовой информации.

2. Основная часть

Основой квантовой криптографии является принцип квантовой неопределенности и теория запутанности. Эти принципы позволяют передавать криптографические ключи с абсолютной защитой, так как любое вмешательство в квантовую систему немедленно нарушает передаваемую информацию и становится известным как отправителю, так и получателю. Ключевая технология — это протокол BB84, разработанный в 1984 году Чарльзом Беннеттом и Жилем Брассаром, который позволяет двум сторонам безопасно обмениваться ключами через квантовые каналы.

Квантовая криптография применяется для защиты критически важных информационных систем, таких как банковские системы, государственные коммуникации, медицинские данные и инфраструктура интернета вещей (IoT). В отличие от традиционных систем, квантовые методы обеспечивают защиту от любых потенциальных атак, включая атаки квантовых компьютеров. Протоколы QKD позволяют установить абсолютно безопасный ключ, который может быть использован для шифрования данных. Основной барьер к широкому использованию квантовой криптографии — сложность в создании надежных квантовых каналов передачи данных.

Одной из главных проблем при внедрении квантовой криптографии является создание устойчивых к внешним воздействиям квантовых каналов связи. Квантовые системы чувствительны к шуму и потере сигнала, что делает протяженные оптоволоконные линии и спутниковые каналы обязательными для поддержания целостности сигнала. Дополнительно существует проблема интеграции квантовой криптографии с существующими информационными системами, что требует модернизации оборудования и соответствующего программного обеспечения.

Несмотря на технические трудности, квантовая криптография активно развивается. Уже существуют коммерческие продукты для банковских учреждений и государств, использующих QKD. Важной областью будущего применения является защита сетей 5G и 6G, а также разработка устойчивых к квантовым атакам систем безопасности для умных городов. В перспективе квантовая криптография может стать основным методом защиты всех ключевых цифровых систем.

3. Заключение

Квантовая криптография предлагает надежную защиту информационных систем, полностью исключая возможность перехвата ключей без обнаружения. Благодаря фундаментальным законам квантовой механики, эта технология обеспечивает неразрушаемую безопасность, что делает её актуальной в эпоху растущей угрозы со стороны квантовых компьютеров. Основной вызов — это преодоление технических и инфраструктурных барьеров, что потребует дополнительных исследований и инвестиций.

4. Список литературы

[1] Гусев, А. В. Квантовая криптография: Принципы и возможности / А. В. Гусев, А. С. Копорулин. — М. : Радио и связь, 2015. — 180 с.

[2] Курочкин, В. Н. Квантовые методы шифрования информации в современных системах / В. Н. Курочкин, А. А. Лебедев // Вестник информационной безопасности. — 2018. — № 2. — С. 34—40.

Шор, П. В. Алгоритмы квантовых вычислений и их влияние на криптографию / П. В. Шор // Труды МФТИ. — 2020. — 256 с.

Мочалов, С. П. Безопасность в эпоху квантовых технологий / С. П. Мочалов. — М. : Изд-во Техносфера, 2021. — 320 с.

Патрахин, В. А. Применение квантовых технологий для защиты информации / В. А. Патрахин / Журнал Радиотехника. — 2019. — № 8. — С. 45—50.

APPLICATION OF QUANTUM CRYPTOGRAPHY METHODS FOR INFORMATION SYSTEM PROTECTION

Malenko V. A., Nacharov D. V., Erisov A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Quantum cryptography is an innovative technology based on the laws of quantum mechanics. In the paper, the key principles of quantum cryptography, including quantum uncertainty and entanglement, as well as quantum key distribution (QKD) protocols such as BB84 are discussed. The focus is on the application of quantum cryptography to protect critical information systems, such as banking networks and the Internet of Things (IoT), in the context of threats posed by quantum computers.

ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ В ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯХ С МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРОЙ

Толчин М. В., Маслова М. А.
Научный руководитель: Маслова М. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: mamaslova@sevsu.ru

Аннотация — Рассмотрены проблемы информационной безопасности, связанные с защитой веб-приложений с микросервисной архитектурой.

1. Введение

Микросервисная архитектура набирает популярность благодаря своей гибкости и масштабируемости, обеспечивая более быстрый и управляемый процесс разработки веб-приложений. По данным Gartner, около 74% организаций уже используют микросервисы, и к 2025 году ожидается, что 85% новых приложений будут ориентированы на облачные технологии.

Однако, несмотря на эти преимущества, микросервисы увеличивают количество точек уязвимости, что создает серьезные вызовы для безопасности. Обеспечение защиты данных и предотвращение атак между независимыми сервисами требует особого внимания, чтобы минимизировать риски [1].

2. Основная часть

Использование микросервисной архитектуры приводит к увеличению числа точек уязвимости, что делает системы более подверженными кибератакам. Также возникают сложности в управлении аутентификацией и авторизацией между множеством микросервисов.

Для решения проблемы защиты микросервисов применяется концепция «глубокой защиты», которая подразумевает создание нескольких уровней защиты перед целью потенциального злоумышленника. Для получения несанкционированного доступа к защищаемой информации атакующему необходимо пройти все уровни защиты, что значительно затрудняет реализацию атаки и демотивирует злоумышленника.

При построении системы защиты микросервисов необходимо в первую очередь минимизировать количество точек входа. Этого можно достичь путем создания API-шлюза, который будет маршрутизировать запросы от внешних систем к соответствующим микросервисам. В перечень задач, решаемых API-шлюзом, может входить не только маршрутизация, но и авторизация пользователей, балансировка нагрузки, выдача сертификатов, трансляция протоколов и мониторинг безопасности [2].

Для защиты веб-приложений от распространенных атак перед единой точкой входа целесообразно установить межсетевой экран уровня приложений. Такой экран, используя регулярные выражения и машинное обучение, анализирует HTTP-трафик и фильтрует его от вредоносных запросов [3].

Для создания дополнительного уровня защиты также необходимо ограничить прямой доступ к микросервисам из внешней сети. Это можно реализовать, выделив межсетевой экран уровня приложений в демилитаризованную зону, а микросервисы разделить на отдельные сегменты с помощью средств оркестрации контейнеров, таких как Kubernetes. Также можно ограничить доступ к микросервисам с помощью ролей пользователей [4].

На уровне взаимодействия сервисов важно обеспечить их аутентификацию между собой. Этого можно достичь с помощью технологии mTLS, которая позволяет двум службам установить подлинность друг друга через обмен сертификатами.

На уровне отдельных микросервисов необходимо максимально ограничить их разрешения до минимально необходимого уровня.

3. Заключение

В статье были рассмотрены ключевые аспекты обеспечения безопасности микросервисов, акцентируя внимание на концепции «глубокой защиты». Предложенные решения, такие как внедрение единой точки входа через API-шлюз, использование межсетевых экранов уровня приложений, помогают минимизировать уязвимости. Также подчеркивается необходимость сегментации сети, аутентификации и ограничения прав доступа. Эти меры создают многоуровневую систему защиты, повышая устойчивость микросервисной архитектуры к кибератакам и обеспечивая безопасность конфиденциальной информации [5].

4. Список литературы

[1] Маслова, М. А. Проблемы облачных сервисов и методы защиты от рисков и угроз / М. А. Маслова, Е. С. Кузьминых // Научный результат. Информационные технологии. — 2022. — Т. 7. — № 3. — С. 14—22.

[2] Microservices Architecture: Have Engineering Organizations Found Success? [Электронный ресурс] / Gartner. — Режим доступа: https://www.gartner.com/peer-community/oneminuteinsights/microservices-architecture-have-engineering-organizations-found-success-u6b.

[3] Анализ механизмов защиты информации в микросервисных архитектурах [Электронный ресурс] / А. Н. Каменских, К. В. Филимонов. — Режим доступа: https://habr.com/ru/articles/669816/.

[4] Возможности защиты от атак с подбором паролей на основе машинного обучения угроз / А. О. Антонова-Дружинина [и др.] // Энергетические установки и технологии. — 2022. — Т. 8. — № 1. — С. 120—124.

[5] Microservices Security- How To Secure Your Microservice Infrastructure? [Электронный ресурс] / S. Kappagantula. — Режим доступа: https://medium.com/edureka/microservices-security-b01b8f2a9215.

INFORMATION PROTECTION IN WEB APPLICATIONS WITH MICRO-SERVICE ARCHITECTURE

Tolchin M. V., Maslova M. A.
Scientific adviser: Maslova M. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The problems of information security related to the protection of web applications with microservice architecture are considered.

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ НОВЫХ РЕГИОНОВ С ПОМОЩЬЮ АВТОНОМНЫХ СИСТЕМ

Кучеренко В. А., Соболев А. С., Вынгра А. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук Вынгра А. В.
Херсонский технический университет, Россия
E-mail: avyngra@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены аспекты применения автономных систем электроснабжения, включая альтернативные источники электроэнергии для обеспечения энергетической безопасности и эффективности объектов, находящихся на территории новых регионов Российской Федерации (РФ).

1. Введение

С развитием экономики новых территорий РФ появилась необходимость уделять повышенное внимание эффективности и безопасности электроснабжения регионов, построению качественных, стабильных и надежных энергосистем, позволяющих непрерывно снабжать электроэнергией объекты при различных нештатных и чрезвычайных ситуациях.

2. Основная часть

Для поиска наиболее подходящих систем обеспечения стабильности и автономности электроснабжения, теоретически необходимо исследовать возможности применения альтернативных источников электроэнергии, в том числе солнечных электростанций и ветрогенераторов.

С точки зрения метеорологических условий Херсонская область является одним из самых благоприятных регионов для применения альтернативных источников электроэнергии, как ветрогенерации, так и солнечных электростанций. Однако, более остро стоит вопрос интеграции систем генерации в энергетическую сеть региона и обеспечение высокой эффективности и надежности передачи энергии для дальнейшего обеспечения безопасности объектов.

Одним из современных электронных мобильных устройств, позволяющих обеспечить заданные требования, является твердотельный трансформатор. Различные архитектуры построения ячеек высокочастотного преобразователя на основе технологии твердотельного трансформатора позволяют реализовывать удобную и гибкую архитектуру энергетической сети, в свою очередь, обеспечивающей эффективную интерацию рассмотренных альтернативных источников для поддержания непрерывности и безопасности электроснабжения региона.

Функционально устройство представляет электронных прибор, обеспечивающий согласование сетей переменного и постоянного тока, и включающий следующие компоненты: входной мостовой инвертор/выпрямитель (VT1-6), линия постоянного тока первичной стороны высокочастотного импульсного трансформатора, к которой возможно подключение альтернативных источников электроэнергии, двойной активный мост (VT7-VT14), являющийся двунаправленным преобразователем, линия постоянного тока вторичной стороны импульсного трансформатора, к которой возможно подключение различных потребителей постоянного тока, а также выходной трехфазный инвертор (VT15-VT20), работающий на нагрузку переменного тока (рис. 1). Линии постоянного тока снабжены пассивными сглаживающими фильтрами (C1, C2).

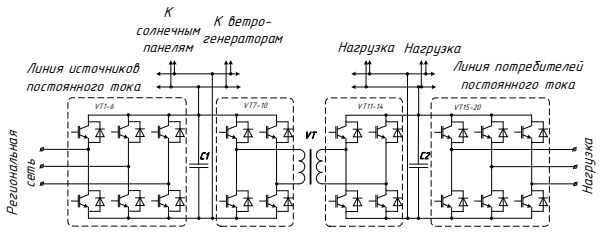


Рис. 1

Для исследования возможностей интеграции в сеть предложенного устройства составлена имитационная модель и произведено моделирование. Определено, что устройство позволяет обеспечить непрерывность передачи электроэнергии с высокими показателями качества электроэнергии, что благоприятно повлияет на безопасность и эффективность электроснабжения объектов новых регионов РФ.

Негативной стороной применения данного устройства может являться высокая стоимость компонентов, а также большие массогабаритные показатели теплоотводящих радиаторов. Однако, с развитием технологий и массового производства, финансовые затраты могу значительно снизиться, а проблема отведения тепла решаема применением новейших карбид-кремниевых транзисторов, имеющих более низкие потери мощности из-за значительно низкого сопротивления в открытом состоянии.

3. Заключение

Таким образом, разработана топология сети электроснабжения новых регионов РФ, с добавлением твердотельного трансформатора. Данная система позволит повысить безопасности и эффективность электроснабжения объектов за счет интеграции альтернативных источников электроэнергии.

4. Список литературы

[1] She, X. Solid state transformer in the future smart electrical system / X. She, A. Huang // 2013 IEEE Power & Energy Society General Meeting, Vancouver, BC, Canada, 2013, P. 1—5.

[2] Авдеев, Б. А. Преобразователи на основе твердотельных трансформаторов для интеграции возобновляемых источников электроэнергии в энергетику России / Б. А. Авдеев, А. В. Вынгра // Известия Тульского гос. ун-та. Технические науки. — 2022. — № 8. — С. 476—481.

INCREASING THE SECURITY OF FACILITIES IN NEW REGIONS USING AUTONOMOUS SYSTEMS

Kucherenko V. A., Sobolev A. S., Vyngra A. V.
Scientific adviser: Vyngra A. V.
Kherson Technical University, Russia

Abstract — Aspects of the use of autonomous power supply systems, including alternative sources of electricity to ensure energy security and efficiency of facilities located on the territory of new regions of the Russian Federation (RF), are considered.

РАЗРАБОТКА ПО ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДОВ ЗАШУМЛЕНИЯ РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ

Лебедев В. С.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: voval_2001@mail.ru

Аннотация — Разработана программа для изучения различных помех, использующихся для зашумления акустических каналов утечки речевой информации. Приведены алгоритмы генерации белого, гауссовкого, синусоидальных, фазово-модулированных, основанный на FFT шумов, речеподобные помехи и их наглядное представление и влияние на разборчивость речи.

1. Введение

Для активной защиты речевой информации от утечек по техническим каналам используются различные помехи [1]. В докладе приводятся Результаты разработки ПО для изучения и визуального представления эффективности различных шумовых помех, а также алгоритмов их генерации в среде разработки Python.

2. Основная часть

Для достижения поставленных целей в проекте разработаны различные алгоритмы генерации шумов.

— белый шум с равномерным распределением энергии по всем частотам;

— синусоидальный шум с определенной частотой, созданный с помощью синусоидальной функции;

— гауссовский шум, созданный на основе нормального распределения;

— шум, имитирующий речь. Сигнал, составленный из фрагментов оригинальной речи;

— «идеальный» шум, имитирующий речь, является комбинацией нескольких методов зашумления;

— шум с изменяющейся высотой создаётся с использованием синусоидальных сигналов с разной частотой;

— фазово-модулированный шум, сложный шум, формируемый с помощью сочетания синусоидальных функций;

— шум, основанный на FFT, получаемый путём модификации спектра оригинального сигнала с использованием преобразования Фурье.

Оценка разборчивости сигналов осуществляется с использованием библиотеки Pystoi, которая позволяет вычислить индекс разборчивости (STOI) между оригинальным и зашумленным сигналами.

Визуализация результатов проводится с использованием Matplotlib и Librosa, что позволяет не только видеть эффективность различных типов помех, но и анализировать спектр звуковых сигналов. Графики показывают, как различные шумы влияют на разборчивость речи, что позволяет пользователю наглядно оценить их эффективность.

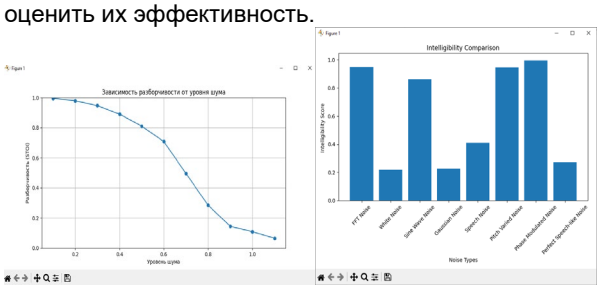


Рис. 1

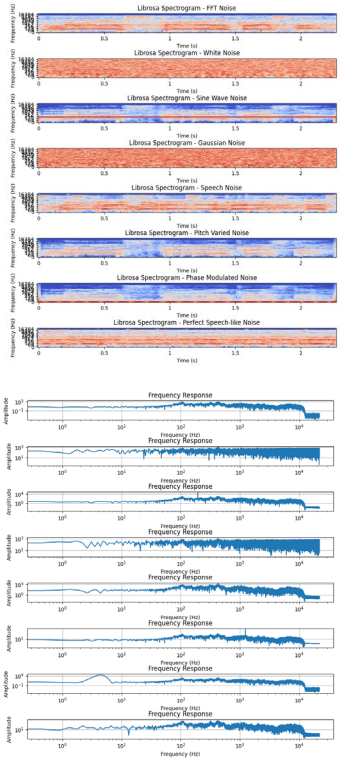


Рис. 2

3. Заключение

Разработанное программное обеспечение предоставляет удобный инструмент для изучения различных методов подавления речевых сигналов с использованием помех, реализованных на языке программирования Python. С его помощью пользователи могут анализировать, какие типы шумов, а также алгоритмы их генерации наиболее эффективны для защиты от утечек информации.

4. Список литературы

[1] Теоретические основы построения и применения научно-исследовательского комплекса мониторинга характеристик защищенности конфиденциальной информации: монография / В. В. Алексеев [и др.]; под общ. ред. В. В. Алексеева. — Тамбов : ТГТУ, 2022. — 100 с.

DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR STUDY OF METHODS FOR NOISE REDUCTION OF SPEECH INFORMATION

Lebedev V. S.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A program has been developed to study various interferences used to noise acoustic channels of speech information leakage. Algorithms for generating white, Gaussian, sinusoidal, phase-modulated, FFT-based noise, speech-like interference and their visual representation and influence on speech intelligibility are presented.

МЕТОД СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ И ВЫЯВЛЕНИЯ АНОМАЛИЙ НА ДОВЕРИТЕЛЬНЫХ ИНТЕРВАЛАХ

Белоус А. А., Маслова М. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
Email: mamaslova@sevsu.ru

Аннотация — Предложен новый метод анализа сетевого трафика, основанный на оценке статистических характеристик локальной сети. Метод проверен на примере атаки Cross-Site Scripting, продемонстрированы ключевые характеристики и эффективность метода.

1. Введение

В 2023 году 94,5% зарегистрированных утечек данных произошли из-за кибератак, преимущественно осуществлённых через сетевой канал. Существующие методы выявления аномалий имеют ограниченные возможности, вследствие чего эффективным способом обнаружения атак является анализ статистических характеристик сети в реальном времени. В работе предложен метод определения оптимальной длины пакетной выборки для обнаружения аномалий при анализе коррелирующих с атаками статистических параметров сети.

2. Основная часть

Для проверки действенности метода была выбрана атака Cross-Site Scripting из набора данных CICIDS 2017, для которой были пересчитаны указанные в наборе статистические характеристики, после чего для каждой характеристики построены диаграммы рассеяния подсчитанных значений нормального и атакующего трафика, собранного между фиксированными сетевыми узлами, в зависимости от длины пакетной выборки. Примеры диаграмм представлены на рис. 1 и 2.

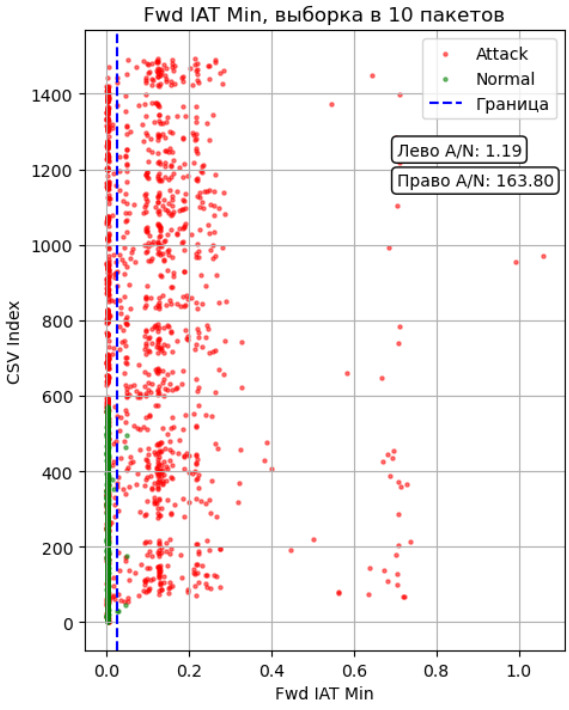


Рис. 1

На рис. 1 и 2 показано облако распределения минимального межпакетного интервала для нормального (зелёные точки) и атакующего (красные точки) трафика на выборках в 10 и 100 TCP/IP пакетов соответственно.

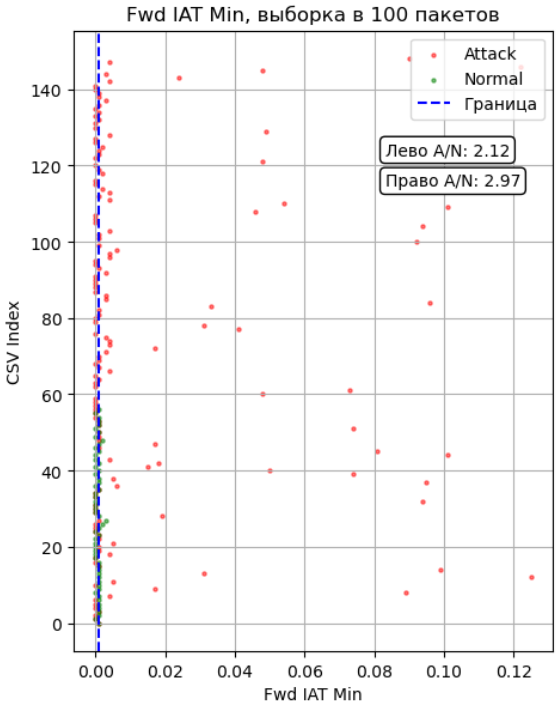


Рис. 2

Пунктирной линией проведена граница, являющаяся средним между медианами нормального и вредоносного распределений. Подсчитаны отношения числа атакующих точек к числу нормальных точек слева и справа от границы. На рис. 1 граница разделяет трафик более наглядно, а пропорции между атакующими и нормальными точками до и после границы значительно отличаются. В случае рис. 2, подсчитанных на интервалах по 100 пакетов точек недостаточно для грамотного построения границы — пропорции атакующих и нормальных значений слева и справа примерно равны.

3. Заключение

Таким образом, сетевые атаки могут быть эффективно обнаружены при комплексной оценке статистических параметров сети на пакетных выборках оптимальной длины в реальном времени.

METHOD FOR STATISTICAL ANALYSIS OF A LOCAL NETWORK AND ANOMALIES DETECTION AT CONFIDENCE INTERVALS

Belous A. A., Maslova M. A.
Scientific adviser: Maslova M. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A new method of network traffic analysis based on the assessment of statistical characteristics of a local network is proposed. The method is tested on the example of a Cross-Site Scripting attack, key characteristics and effectiveness of the method are demonstrated.

КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ В ЭПОХУ 5G — НОВЫЕ ВЫЗОВЫ И СТРАТЕГИИ ЗАЩИТЫ

Пилипенко А. С., Маслова М. А.
Научный руководитель: Маслова М. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
Email: mamaslova@sevsu.ru

Аннотация — В данной статье рассматриваются новые вызовы в области кибербезопасности, связанные с внедрением технологии 5G, а также предлагаются стратегии защиты для противодействия возникающим угрозам.

1. Введение

Технология 5G обещает революционные изменения в скорости передачи данных, надежности соединения и возможностях подключения устройств. Однако вместе с этими преимуществами приходят и новые риски для кибербезопасности. В этой работе рассмотрены основные вызовы, с которыми сталкивается индустрия кибербезопасности в эпоху 5G, и предложены стратегии для эффективной защиты от новых угроз.

2. Основная часть

С внедрением технологии 5G мир стоит на пороге новой эры цифровых коммуникаций. Однако эта технологическая революция несет с собой не только преимущества, но и значительные риски в области кибербезопасности. Как показывает статистика от Центр2М [1] российские компании вынуждены использовать новые IoT в различных отраслях в связи с импортозамещением. Сети 5G отличаются от предыдущих поколений не только скоростью и емкостью, но и архитектурой, что создает уникальный набор вызовов для специалистов по информационной безопасности [2]. Рассмотрим основные из них.

1) Расширение поверхности атак — с увеличением количества подключенных устройств и расширением сети 5G возрастает и поверхность для потенциальных атак.

2) Виртуализация сетевых функций — 5G активно использует виртуализацию и программно-определяемые сети (SDN), что создает новые векторы атак на уровне виртуальной инфраструктуры.

3) Слайсинг сети — технология network slicing в 5G позволяет создавать виртуальные подсети, но также требует дополнительных мер безопасности для изоляции и защиты каждого слайса.

4) Увеличение скорости атак — высокая скорость передачи данных в 5G может привести к более быстрому распространению вредоносного ПО и DDoS-атак.

5) Проблемы с безопасностью на границе сети — концепция Edge Computing в 5G требует новых подходов к обеспечению безопасности на периферии сети.

Для эффективного противодействия новым угрозам, возникающим в эпоху 5G, требуется комплексный и инновационный подход к кибербезопасности. Традиционные методы защиты уже не способны в полной мере обеспечить безопасность в условиях возросшей сложности и масштаба сетей нового поколения. Поэтому необходимо разрабатывать и внедрять новые стратегии, которые учитывают специфику 5G-технологий и связанных с ними рисков [3]. Рассмотрим ключевые стратегии.

1) Применение искусственного интеллекта и машинного обучения — использование AI и ML для обнаружения аномалий и предотвращения атак в режиме реального времени.

2) Внедрение технологии Zero Trust — реализация принципа «не доверяй никому» для всех устройств и пользователей в сети 5G.

3) Усиление шифрования — использование постквантовой криптографии для защиты данных от потенциальных атак с использованием квантовых компьютеров.

4) Сегментация сети — применение микросегментации для изоляции различных компонентов сети и минимизации распространения атак.

5) Автоматизация процессов безопасности — внедрение систем SOAR (Security Orchestration, Automation and Response) для быстрого реагирования на инциденты.

6) Безопасность на уровне приложений — разработка и внедрение безопасных API для взаимодействия между различными компонентами 5G-инфраструктуры.

7) Регулярные аудиты безопасности — проведение комплексных проверок безопасности всей 5G-инфраструктуры, включая виртуальные компоненты и edge-устройства.

3. Заключение

Эпоха 5G открывает новые возможности для цифровой трансформации, но также приносит значительные вызовы в области кибербезопасности. Для эффективной защиты в новых условиях необходимо применять комплексный подход, сочетающий передовые технологии, такие как AI и ML, с фундаментальными принципами безопасности, адаптированными к особенностям 5G-сетей. Только такой многоуровневый подход позволит обеспечить надежную защиту данных и инфраструктуры в эпоху пятого поколения мобильных сетей.

4. Список литературы

[1] Будущее IoT в России: прогноз «Центр 2М» к 2025 году [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://center2m.ru/iot-development-perspective.

[2] Назарова, А. Д. Вызовы и решения в области кибербезопасности в эпоху цифровой трансформации / Назарова А. Д., Шведов В. Д. // Столыпинский вестник. — 2023. — С. 2212—2220.

[3] Чарыева, Д. Эволюция угроз в киберпространстве: анализ современных вызовов и перспективы защиты в сфере кибербезопасности / Д. Чарыева, М. Гелдиева, М. Аннамырадов // Всемирный ученый. — 2024. — С. 1—8.

CYBERSECURITY IN THE 5G ERA: NEW CHALLENGES AND PROTECTION STRATEGIES

Pilipenko A. S., Maslova M. A.
Scientific adviser: Maslova M. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the new challenges in the field of cybersecurity associated with the introduction of 5G technology are examined, and proposes protection strategies to counter emerging threats.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОТОКОЛА P2P ПРИ РАЗРАБОТКЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО МЕССЕНДЖЕРА

Трусова А. А., Егорова А. О.
Научный руководитель: Егорова А. О.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: tonya_trusovva@mail.ru

Аннотация — В статье рассматриваются достоинства и перспективы применения технологии P2P.

1. Введение

В условиях глобальной цифровизации и увеличения угроз безопасности личных данных, пользователи сети все чаще обращают внимание на альтернативы традиционным централизованным платформам. Разработка отечественного децентрализованного мессенджера становится важной задачей, способствующей не только защите конфиденциальности, но и укреплению цифрового суверенитета.

В данной статье рассмотрим ключевые аспекты создания такого мессенджера, включая технологические решения, преимущества децентрализации, и вызовы, с которыми сталкиваются разработчики в процессе реализации своих идей.

2. Основная часть

Протокол P2P (Peer-to-Peer) представляет собой основополагающий компонент для разработки децентрализованных систем связи, обеспечивающий прямое взаимодействие между участниками сети без необходимости в посредничестве централизованных серверов. Эта децентрализованная архитектура значительно повышает уровень безопасности и конфиденциальности, поскольку данные не хранятся на внешних ресурсах, что сводит к минимуму риски утечек и несанкционированного доступа.

Архитектура протокола P2P основана на равноправной сетевой структуре, в которой каждый участник (пир) функционирует как равноправный узел. Ключевыми элементами данной архитектуры являются: узлы (пиры), динамическая маршрутизация, обеспечивающая передачу данных между узлами, и современные криптографические методы шифрования, которые гарантируют защиту сообщений от несанкционированного доступа и обеспечивают целостность и аутентичность передаваемой информации.

Применение P2P-протокола имеет ряд значительных преимуществ. Во-первых, непосредственная передача данных между пользователями способствует повышению безопасности, так как исключает необходимость хранения информации на централизованных серверах. Во-вторых, отказоустойчивость системы, обеспечиваемая децентрализованной природой сети, позволяет ей функционировать даже при выходе из строя отдельных узлов, что существенно увеличивает её надежность. В-третьих, доступность системы позволяет пользователям взаимодействовать в любое время и в любом месте при наличии интернет-соединения, что делает P2P-технологии особенно привлекательными для создания мессенджеров.

Тем не менее, реализация протокола P2P сопряжена с рядом вызовов. Например, скорость передачи данных может варьироваться в зависимости от качества соединения, которое возможно улучшить посредством внедрения технологий ускоренной маршрутизации. Проблема масштабируемости сети может возникнуть в процессе увеличения числа пользователей, однако её можно адресовать с помощью механизмов балансировки нагрузки и распределенного хранения данных, что позволит более эффективно управлять ресурсами сети. Также необходимо обеспечить надежное управление идентификацией пользователей для предотвращения мошеннических действий и защиты от атак, направленных на уязвимые места децентрализованных систем.

На рис. 1 представлена схема P2P протокола.



Рис. 1

Интеграция P2P-протоколов в отечественные мессенджеры может значительно повысить их устойчивость к внешним атакам и сбоям, улучшить пользовательский опыт за счет более быстрого и надёжного общения.

3. Заключение

В условиях быстро меняющегося цифрового ландшафта и растущего внимания к вопросам безопасности и конфиденциальности, P2P-технологии становятся важным инструментом для пользователей в России. Они предлагают децентрализованные решения, способствующие свободному обмену информацией и ценностями, а также уменьшают зависимость от централизованных платформ

4. Список литературы

[1] Ковалев, Р. Ю. P2P-технологии в цифровой экономике / Р. Ю. Ковалев. — М. : Цифровая экономика, 2020. — С. 15—29.
[2] Кузнецов, И. П. Децентрализованные технологии: будущее интернета / И. П. Кузнецов. — 2021. — С. 45—48.

THE USE OF THE P2P PROTOCOL IN THE DEVELOPMENT OF NATIVE DECENTRALIZED MESSENGER

Trusova A. A., Egorova A. O.
Scientific adviser: Egorova A. O.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the advantages and prospects of P2P technology is discussed.

DDD В РАЗРАБОТКЕ ПРИЛОЖЕНИЯ: ПРАКТИЧЕСКИЙ ПОДХОД НА ПРИМЕРЕ WebSocket-ПРОЕКТА

Головинский С. А., Маслова М. А.
Научный руководитель: Маслова М. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
Email: mamaslova@sevsu.ru

Аннотация — В данной статье рассматривается применение подхода Domain-Driven Design (DDD) в разработке современного приложения на основе WebSocket. На примере реального проекта. демонстрируются ключевые принципы DDD и их практическая реализация.

1. Введение

Domain-Driven Design (DDD) — это подход к разработке программного обеспечения, который фокусируется на создании сложных систем путем связывания реализации с предметной областью [1].

2. Основная часть

Проект представляет собой приложение, построенное на основе технологии WebSocket для обеспечения коммуникации в реальном времени.

Применение DDD в контексте данного проекта позволяет эффективно структурировать код и выделить ключевую предметную область при реализации бизнес-концепций. Рассмотрим на рис. 1 основные принципы DDD и их реализацию в нашем проекте:

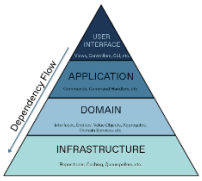


Рис. 1

Существует несколько контекстов, каждый из которых представляет собой отдельную область бизнес-логики. Каждый контекст имеет собственную модель данных и бизнес-правила, что позволяет избежать смешивания концепций и упростить развитие системы. В контексте обмена сообщениями основным агрегатом является «Чат», который инкапсулирует в себе логику работы с сообщениями.

Для представления неизменяемых концепций реализованы структуры данных под названием объекты-значения. Например, «Сообщение» в системе является объектом-значением. Общая структура объекта сообщения, передаваемого между архитектурными слоями показана на рис. 2.

```python
@dataclass(frozen=True)
class Message:
    content: str
    sender: str
    timestamp: datetime
```

Рис. 2

Для реализации бизнес-логики, которая не вписывается в рамки отдельных сущностей, созданы сервисы в предметной области чата. К примеру, сервис для управления чатами. На данном этапе в участке кода, представленном на рис. 3, реализована логика взаимодействия сервиса, который отвечает за сокрытие логики добавления в базу данных чатов и пользователей, связанных между собой внешним ключом:

```python
class ChatService:
    def __init__(self, chat_repository, user_repository):
        self.chat_repository = chat_repository
        self.user_repository = user_repository

    async def create_chat(self, creator_id, participant_ids):
        creator = await self.user_repository.get_by_id(creator_id)
        participants = await self.user_repository.get_by_ids(participant_ids)

        if creator and all(participants):
            chat = Chat(*args: str(uuid4()), [creator] + participants)
            await self.chat_repository.save(chat)
            return chat
        raise ValueError("Invalid participants")
```

Рис. 3

В рамках проекта было создано асинхронное API с микросервисной архитектурой. Для абстрагирования доступа к данным из базы данных реализован паттерн Repository. Для обеспечения слабой связности между компонентами системы использованы события предметной области, а также принцип dependency inversion, инкапсулирующий детали реализации в абстракции. Вместо того, чтобы подставлять конкретный объект для взаимодействия, хорошей практикой подставлять интерфейс для работы с абстрактными методами, поскольку это уменьшает связность кода. Apache Kafka служит брокером сообщений для распространения этих событий.

```python
class MessageSent(DomainEvent):
    def __init__(self, chat_id, message, kafka_producer):
        self.chat_id = chat_id
        self.message = message
        self.kafka_producer = kafka_producer

    @classmethod
    def from_json(cls, event_data):
        return json.loads(event_data)

    @classmethod
    def to_json(cls):
        return

    async def send_to_broker(self, chat_id, message):
        await self.kafka_producer.send("message_events", MessageSent(chat_id, message).to_json())


@app.kafka_event("message_events")
async def handle_message_sent(event_data):
    event = MessageSent.from_json(event_data)
    ...
```

Рис. 4

3. Заключение

Применение принципов DDD в WebSocket-проекте позволило создать гибкую и масштабируемую архитектуру, которая отражает предметную область и облегчает дальнейшее развитие системы. DDD разграничивает аспекты системы, улучшает понимание бизнес-логики и позволяет структурировать код, который легко поддерживать и расширять. В контексте микросервисной архитектуры, развернутой с помощью Docker, DDD также облегчило декомпозицию системы на отдельные сервисы.

4. Список литературы

[1] Документация FastAPI [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://fastapi.tiangolo.com/ (дата обращения: 02.10.2024).

DDD IN APPLICATION DEVELOPMENT: A PRACTICAL APPROACH USING WEBSOCKET PROJECT EXAMPLE

Golovinskiy S. A., Maslova M. A.
Scientific adviser: Maslova M. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the application of the Domain-Driven Design (DDD) approach in the development of a modern WebSocket-based application is discussed. Using the example of a real project using Facet API, MongoDB, Kafka and Docker, the key principles of D and their practical implementation are demonstrated.



Секция 11

ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

УЧЁНЫЙ-РАДИОИНЖЕНЕР ГРОМОЗДИН ВАЛЕНТИН ВЛАДИМИРОВИЧ
(к 60-летию со дня рождения)

Дидус В. Т., Шундрин М. И., Афонин И. Л., Поляков А. Л.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: diduslera@mail.ru

Аннотация — статья посвящена выпускнику 1986 года Севастопольского приборостроительного института по специальности «Радиотехника» Громоздину Валентину Владимировичу, который вот уже 38 лет успешно занимается актуальными вопросами радиотехники, развитием и совершенствованием научной и технической базы перспективных технологий связи, радиоизмерений, интеллектуальных антенных систем.

1. Введение

08 марта 2024 года исполнилось 60 лет кандидату технических наук, доценту кафедры «Инновационные телекоммуникационные технологии» Института радиоэлектроники и интеллектуальных технических систем ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», заместителю директора по техническому развитию Севастопольского «Испытательного центра «ОМЕГА» — филиала ФБГУ НИИР Громоздину Валентину Владимировичу.

2. Основная часть

В 1986 году Громоздин В. В. (рис. 1) окончил Севастопольский приборостроительный институт по специальности Радиотехника и был сразу зачислен на должность инженера конструкторского бюро «Севастопольского завода имени В. Д. Калмыкова», где проработал до сентября 1992 года (рис. 2).



Рис. 1

В октябре 1992 года он был переведён на Севастопольский государственный завод «Ласпи», где проработал более четырёх лет в должностях инженера-конструктора 2-й категории, руководителя группы, инженера-конструктора 1-й категории.

В январе 1997 года Валентин Владимирович организовал ООО «Адалин», которое возглавлял до сентября 2015 года.



Рис. 1

В 2002 году Валентин Владимирович в специализированном совете НТУ «Киевский политехнический институт» успешно защитил кандидатскую диссертацию на тему «Слабонаправленные антенны метрового и дециметрового диапазона волн для систем радиоконтроля» (научный руководитель — профессор Лобкова Л. М.) по специальности 05.12.07 Антенны и устройства микроволновой техники и ему была присуждена ученая степень кандидата технических наук.

С сентября 2015 года Валентин Владимирович работает в Севастопольском филиале — «Испытательный центр «Омега» ФГБУ НИИР (рис. 2), на данный момент занимает должность заместитель директора филиала по техническому развитию.



Рис. 3

На протяжении всего периода своей работы в ИЦ «Омега», Валентин Владимирович уделял и уделяет большое внимание развитию новых направлений деятельности Испытательного центра, а также воспитанию молодых специалистов, которых привлекает к участию в научных разработках. Валентин Владимирович ведет направления разработки и освоения нестандартных средств измерения и испытательного оборудования и НИР, направленных на исследование перспективных беспроводных технологий связи, интеллектуальных антенных систем для систем беспроводной связи различного назначения, испытания технических средств береговых объектов ГМССБ морских районов А1, А2, НАВТЕКС и системы управления движением судов.



Рис. 3

Также Валентин Владимирович ведёт активную научную деятельность, в результате которой молодые специалисты ИЦ «Омега» регулярно участвуют с докладами на международных научно-технических конференциях, а также публикуются в одних из ведущих научно-технических изданий Российской Федерации — журналах «Труды НИИР» и «Электросвязь».



Рис. 4

Под руководством Валентина Владимировича проводятся внутренние курсы повышения квалификации по методам прогнозирования рабочих зон и проведения натурных испытаний береговых объектов ГМССБ и СУДС.

Кроме того, Валентин Владимирович активно занимается преподавательской деятельностью, являясь доцентом кафедры «Инновационные телекоммуникационные технологии» Севастопольского государственного университета.

3. Заключение

Валентин Владимирович является ответственным руководителем, способным взять на себя инициативу в решении сложных, иногда проблемных вопросов. Всегда добивается положительных результатов в работе. Постоянно следит за новыми тенденциями в отрасли, умело анализирует их и предлагает варианты развития новых направлений деятельности предприятия. Всегда проявляет себя как грамотный, глубоко профессиональный специалист, умеющий отстоять свою точку зрения и реализовать намеченные планы, последовательно и аргументированно доказывая свою позицию.

Собранность, организованность, стремление принести как можно больше пользы окружающим, доброжелательность в сочетании с требовательностью к коллегам и обучающимся, являются достойным примером для молодых специалистов.

RADIO ENGINEER SCIENTIST GROMOZDIN VALENTIN VLADIMIROVICH (60TH ANNIVERSARY OF HIS BIRTH)

Didus V. T., Shundrin M. I., Afonin I. L., Polyakov A. L.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The article is devoted to Valentin Vladimirovich Gromozdin, a 1986 graduate of Sevastopol Instrument-Making Institute, specializing in "Radio Engineering", who for 38 years has been successfully engaged in topical issues of radio engineering, development and improvement of scientific and technical base of advanced communication technologies, radio measurements, intelligent antenna systems.

КАЛЮЖНЫЙ ЛЕОНИД ИГОРЕВИЧ — ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР ООО «УРАНИС» (к 60-летию со дня рождения)

Дидус В. Т., Шундрин М. И., Афонин И. Л., Поляков А. Л.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: diduslera@mail.ru

Аннотация — статья посвящена выпускнику кафедры теоретических основ радиотехники Севастопольского приборостроительного института, Генеральному директору севастопольского предприятия радиотехнической отрасли Российской Федерации, кандидату технических наук Калюжному Леониду Игоревичу.

1. Введение

16 июня 2024 года исполнилось 60 лет кандидату технических наук, Генеральному директору ООО «Уранис» Леониду Игоревичу Калюжному. Весь его трудовой путь всецело связан с развитием теории и практики радиотехники, совершенствованием технологий производства современных специальных радиотехнических устройств и систем.

2. Основная часть

Родился Леонид Игоревич Калюжный 16 июня 1964 г. в Свердловской обл. В Севастополь семья Калюжных переехала в 1967 году — это был год начала работы Севастопольского завода радиоаппаратуры (СЗРА, позже — «Муссон»). На нем с самого приезда трудились родители Леонида.

После окончания школы Леонид решил пойти по стопам своего отца и в 1981 году поступил на кафедру ТОР (теоретических основ радиотехники) Севастопольского приборостроительного института.



Рис. 1

Уже обучаясь в институте, Калюжный Л. И. начал свою трудовую деятельность. Сначала работал лаборантом на кафедре теоретических основ радиотехники, а затем инженером. Параллельно он занимается научными исследованиями. В январе 1986 года его переводят на должность младшего научного сотрудника, а через три года (в 1989 г.) на должность старшего научного сотрудника.

В результате настойчивой учебы и работы 7 июля 1990 года Леонид Игоревич Калюжный успешно защищает диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Встроенные многоэлементные анализаторы СВЧ трактов радиотехнических систем» по специальности 05.11.08 Радиоизмерительные приборы (научный руководитель — профессор Бондаренко И. К.).



Рис. 2

В 1991 году Калюжный Л. И. уходит с кафедры на производство где продолжает активно заниматься разработкой современных радиотехнических устройств и систем, совершенствованием технологических процессов.



Рис. 3

В настоящее время Л. И. Калюжный является генеральным директором ООО «Уранис».

Данное предприятие относится к числу предприятий ОПК.



Рис. 4

При его непосредственном участии были созданы и сертифицированы Российским морским регистром, Китайским классификационным обществом и Германским Ллойдом две модели аварийных радиобуев системы «КОСПАС-SARSAT». Кроме того, он организовал их массовое серийное производство в Китае и в Севастополе.

Калюжный Л. И. является главным конструктором радиопередатчиков КВ диапазона мощностью 500 и 1000 Вт для береговых комплексов Глобальной морской системы спасения при бедствиях (ГМССБ) и Российской телерадиовещательной сети, главным конструктором радиомодуля всплывающей капсулы судовых «черных ящиков» и др.



Рис. 5

Калюжный Л. И. — профессионал высшей категории, активно способствует тесному сотрудничеству кафедры «Радиоэлектроника и телекоммуникации» СевГУ с производственной сферой.

На предприятии была открыта и длительное время успешно функционировала базовая кафедра «Инновационная радиоэлектроника».

Обучающиеся кафедры постоянно проходят производственную практику на предприятии, которое от возглавляет.

Также Калюжный Л. И. является председателем Государственной комиссии по защите ВКР обучающихся кафедры.

Леонид Игоревич много внимания уделяет работе по подготовке молодых специалистов. Налаживает тесное сотрудничество с профильными вузами.



Рис. 6

3. Заключение

Ученый, инженер, производственник, руководитель Калюжный Л. И. — достойный пример трудолюбия, целеустремленности, профессионализма, преданности выбранной профессии.

В одном из интервью средствам массовой информации Калюжный Л. И. с уверенностью заявил: «Время красивых слов и радужных отчетов прошло. Будущее страны зависит от того начнем ли мы действовать прямо сейчас». И он действует!

KALYUZHNY LEONID IGOREVICH (60TH ANNIVERSARY OF HIS BIRTH)

Didus V. T., Shundrin M. I., Afonin I. L., Polyakov A. L.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The article is dedicated to a graduate of the Department of Theoretical Fundamentals of Radio Engineering of the Sevastopol Instrument-Making Institute, General Director of the Sevastopol Enterprise of the Radio Engineering Industry of the Russian Federation, Candidate of Technical Sciences Leonid Igorevich Kalyuzhny.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ СИСТЕМЫ РУС-1 И СТАНЦИИ «РЕДУТ» НА КРЕЙСЕРЕ «МОЛОТОВ» В СЕВАСТОПОЛЕ КОНЦА 1939 г.

Лысенко Н. М., Литовко Е. В.
Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: timonchik13@gmail.com

Аннотация — В работе приведена историческая информация о первых испытаниях на берегах Севастополя первого советского радиолокатора «Редут-К» и системы РУС-1.

1. Введение

Первым крейсером Черноморского флота, на котором установили и испытали передовое достижение советской науки и радиолокации — Редут-К, был крейсер «Молотов», обладавший огромным оружейным и техническим потенциалом. Проводившиеся на нем учения помогали разрабатывать планы и улучшать разработки советских учёных, также обучать воинов-матросов [1].

2. Основная часть

На крейсере «Молотов» были проведены специальные испытания системы РУС-1 и станции «Редут». В конце 1939 года под Севастополем аппаратура была смонтирована на крейсере и испытана во время майских учений, подтвердив, что установка способна успешно обнаруживать самолеты и корабли в любое время суток.

В испытаниях уточнялись некоторые характеристики и вырабатывались требования к аппаратуре для кораблей. Моряки заказали НИИ радиопромышленности корабельный вариант установки. Он получил наименование «Редут-К» и её дальность действия превышала 100 км. Установили «Редут-К» на грот-мачте. На рис. 1 показан Вид на переднюю трубу и грот-мачту крейсера Черноморского флота проекта 26-бис «Молотов»

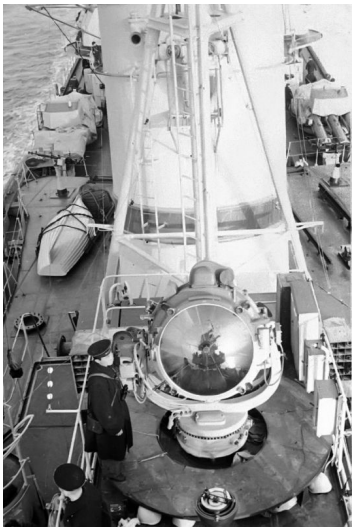


Рис. 1

Крейсер «Молотов» Вступил в боевой строй 14 июня 1941 год. На следующий день после вступления в строй, 15 июня 1941 года, крейсер принял участие в больших учениях ВМФ СССР в Чёрном море.

Начиная с 22 июня по ноябрь 1941 года крейсер «Молотов» занимался учениями и отработкой навыков экипажа, а также обеспечивал ПВО базы в Севастополе (рис. 2 и 3).



Рис. 2

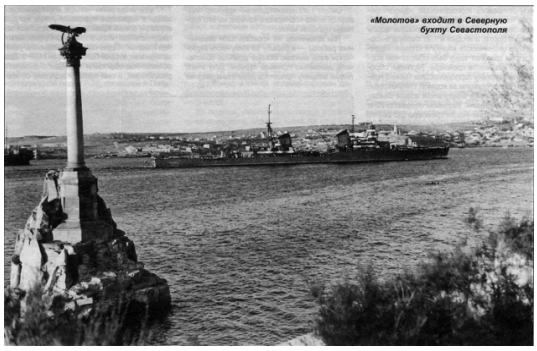


Рис. 3

3. Заключение

Когда на Севастополь были совершены первые налеты фашистской авиации, радиолокатор, установленный на крейсере, выдал весьма точные разведывательные данные о противнике.

На третий день после начала военных действий между крейсером, штабом флота и командным пунктом ПВО Севастополя была установлена прямая телефонная связь. Это позволяло зенитчикам заблаговременно подготовиться к отражению налета, поскольку данные о приближающихся вражеских самолетах немедленно передавались по назначению.

Станция завоевала среди моряков огромную популярность.

4. Список литературы

[1] Лобанов, М. М. Мы — военные инженеры / М. М. Лобанов. — М. : Изд-во Министерство Обороны, 1977. — 222 с.

SPECIAL TESTS OF THE RUS-1 SYSTEM AND REDUT STATION ON THE CRUISER MOLOTOV IN SEBASTOPOL LATE 1939

Lysenko N. M., Litovko E. V.
Scientific adviser: Tyschuk Y. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The work provides historical information about the first tests on the shores of Sevastopol of the first Soviet radar "Redut-K" and the RUS-1 system.

ПОЧЕТНЫЙ ЧЛЕН ПЕТЕРБУРГСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК УИЛЬЯМ ТОМСОН (к 200-летию со дня рождения)

Калюжный Б. К., Вязенцев Я. А., Ермолов П. П.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Ермолов П. П.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: ppyermolov@sevsu.ru

Аннотация — В докладе рассмотрена деятельность Уильяма Томсона (лорда Кельвина, 1824—1907), не связанная радиотехникой (его позиция по вопросу определения возраста Земли).

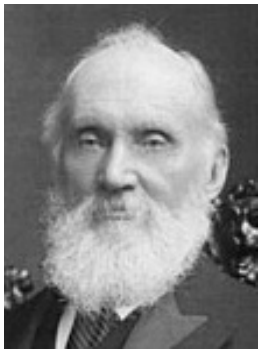
1. Введение

Специалисты, связанные с радиотехникой, хорошо знают формулу Томсона — математическое выражение, связывающее собственную частоту, индуктивность и емкость электромагнитных колебаний в колебательном контуре, которое следует из решения линейного дифференциального уравнения для собственных колебаний в контуре без затухания, составленного исходя из свойств индуктивности, емкости и правил Кирхгофа. Более широкому кругу специалистов хорошо известен эпоним [1] «градус Кельвина» — единица термодинамической температуры в Международной системе единиц (СИ), одна из семи основных единиц СИ.

Нами рассмотрены малоизвестная позиция Томсона по вопросу определения возраста Земли.

2. Основная часть

Эта часть доклада представляет собой компендиум 6-й главы книги [2].



Первое «предположение» о возрасте Земли, в соответствии с которым он составляет 6000 лет, сделано в Священном Писании. Но наблюдения и теории противоречили таким основанным на Библии идеям. Французский натуралист Бюффон (1707—1788), рассчитав скорость остывания Земли из предполагаемого расплавленного состояния, получил результат в 70 тысяч лет. Еще одним из первых исследователей возраста Земли был француз Бенуа де Майе (1656—1738), который в своих вычислениях исходил из наблюдений за понижением уровня моря. Интересно, что у него получился результат в два миллиарда лет, что приближается к современным оценкам.

По мнению Томсона, ответ на вопрос о возрасте Земли лежит в обычных наблюдениях, которые делались при сооружении многочисленных шахт и колодцев: чем дальше копать, тем становится горячее. В своих расчетах он исходил из предположения, что Земля изначально была частью Солнца, имела его температуру и с тех пор остывала. Сознавая некоторые слабые стороны своего подхода, Томсон начал уточнять его и в последующие годы развивал эти идеи. В 1846 году он заявил, что определение возраста Земли основывается на физических принципах, и для того, чтобы достичь сегодняшней температуры, Земле потребовалось время, и этот период составляет около 100 миллионов лет. Признавая, что эта цифра приблизительна, он расширил диапазон от 20 до 400 миллионов лет.

Но если признать правоту Томсона, тогда оказываются неверными несколько ведущих теорий. Например, геологи наблюдают древние пласты, возраст которых составляет миллиарды лет.

В конце века даже сам Кельвин начал задумываться, не слишком ли ограничена его точка зрения. К 1894 году он полагал, что, возможно, более подходящим возрастом Земли нужно считать четыре миллиарда лет.

Сегодня мы знаем, что геологи и биологи были правы, когда заявляли, что Земля намного старше, чем сначала подсчитал Кельвин. Но понадобились совершенно новые методы, разработанные физиками, чтобы собрать необходимые доказательства его заблуждения. Чего Кельвин не знал и что не было известно никому из его современников — это то, что изнутри Земля действительно получает огромное количество тепла.

Начало конца вычислениям Кельвина положило открытие радиоактивности. Радиоактивное вещество не остывает до температуры более холодного окружения, в отличие от того, как обычно ведут себя теплые объекты. Развитие этого метода привело к значительно более точному определению возраста объектов в наши дни. Старейший образец скальной породы, обнаруженный на Земле, имеет возраст около 4,3 миллиарда лет. Доказательства, полученные на метеоритах, позволяют говорить, что Солнечная система начала формироваться около 4,6 миллиарда лет назад.

3. Заключение

Но как бы Кельвин ни ошибался, его репутация от этого не пострадала. Хотя новые методы определения возраста убедительно доказали, что вычисления Кельвина неверны, и, хотя он отказывался признавать существование радиоактивности, он оставался влиятельной и уважаемой фигурой в науке.

4. Список литературы

[1] Ермолов, П. П. Об эпонимах в терминологии инфокоммуникаций и радиотехнологий // Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии.— 2018. — Т. 1. — № 1. — С. 121—135.

[2] Хеллман Х. Лорд Кельвин против геологов и биологов : Возраст Земли // Великие противостояния в науке. Десять самых захватывающих диспутов. — М. : Диалектика, 2007. — С. 31—35.

HONORARY MEMBER OF THE PETERSBURG ACADEMY OF SCIENCES WILLIAM THOMSON (ON THE 200t ANNIVERSARY OF HIS BIRTH)

Kalyuzhny B. K., Vyazentsev Ya. A., Yermolov P. P.
Scientific adviser: Yermolov P. P.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the work of William Thomson (Lord Kelvin, 1824–1907) not related to radio engineering (his position on the issue of determining the age of the Earth) are considered.

ЖУРНАЛУ «РАДИО» — 100 ЛЕТ

Литвин М. А., Цапик Д. К.
Научный руководитель: Цапик Д. К.
Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского, Россия
E-mail: mary_litvin00@mail.ru, tsapikdk@cfuv.ru

Аннотация — В 2024 году журналу «Радио» исполнилось 100 лет. В докладе анализируются роль журнала в популяризации науки, развитии отечественной радиоэлектроники, вклада в подготовку специалистов и взаимодействии с профессиональным сообществом.

1. Введение

15 августа 1924 года вышел первый номер «РАДИОлюбителя» (прародитель «Радио») [1], ставший первым периодическим научно-популярным радиолюбительским журналом в СССР для обмена знаниями в области радиоэлектроники, радиотехники и телекоммуникаций, доступный широкому кругу читателей. «Радио» сыграло ключевую роль в популяризации радиолюбительства и подготовке специалистов радиотехнического направления [2].

2. Основная часть

История радиолюбительства в СССР начинается с принятия Совнаркомом постановления «О частных приёмных радиостанциях», известное как «Закон о свободе эфира» от 28 июля 1924 года, легализирующее работу личных радиоприёмников.

Постановление стало импульсом для создания журнала «РАДИОлюбитель», первым редактором которого был А. Ф. Шевцов, до этого редактировавший журнал «Техника связи» [1, 3]. Обложка журнала «РАДИОлюбитель» № 1 за 1924 год [2] представлена на рис. 1.



Рис.1

Публикация схемы детекторного радиоприёмника в статье «Первый приёмник радиолюбителя» в №1 за 1924 почти на век определила первую каноническую схему начинающего специалиста, благодаря дешевизне и простой конструкции. Данное устройство было сконструировано сотрудником Научно-испытательного института В.Т.У. Огановым. [2]. Схема и общий вид детекторного радиоприёмника [2] представлена на рис. 2.

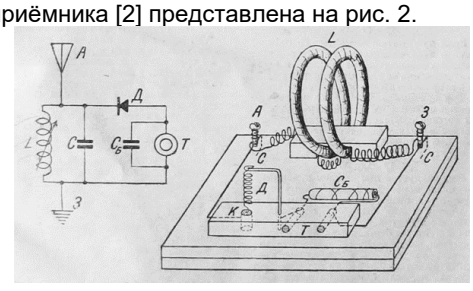


Рис. 2

Немаловажным является тот факт, что в статье досконально описан процесс создания элементной базы из подручных средств, особенно интересна заметка «О кристаллических детекторах» на 14-й странице, описывающая тонкости создания элементов на кристадинном эффекте.

Журнал активно освещал прогресс в области телекоммуникаций, включая радиосвязь и спутниковые системы. В 1950-1960-х годах публиковались статьи по телевидению, а в последующие десятилетия — по цифровым и мобильным технологиям [3].

В 80-х годах прошлого столетия журнал "Радио" начал публикацию работ по основам вычислительной техники. Начало было положено со статей о «Микро-80» — 8-разрядном микрокомпьютере на основе К580ИК80А, в сентябре 1982 года. В цикле статей выпусков № 4 — 6 за 1986 год описывается любительский 8-разрядный персональный компьютер «Радио-86РК» [1].

Журнал активно сотрудничал с научными институтами и предприятиями, публиковал обзоры зарубежных исследований, что способствовало интеграции отечественной радиотехники в мировое сообщество. За активную работу по пропаганде радиотехнических знаний коллектив редакции журнала в 1974 г. был награждён Почётным знаком ЦК ДОСААФ СССР и орденом Трудового Красного Знамени [1].

3. Заключение

Журнал «Радио» способствовал формированию отечественной радиоэлектроники, публикуя материалы от фундаментальных исследований до прикладных разработок (рис. 2). Важную роль играли статьи, посвященные оборонным технологиям, включая радиолокацию и системы управления вооружением. Журнал также поддерживал массовое радиолюбительство, что способствовало росту технической грамотности населения и развитию инженерных кадров.

4. Список литературы

[1] Журналу «Радио» — 100 лет! // Радио. — 2024. — №8. — С. 4—12.
[2] Журнал «Радиолюбитель» № 1 за 1924 год [Электронный ресурс] / Радио. — Режим доступа: http://archive.radio.ru/web/1924/01/ (дата обращения: 26.09.2024).
[3] Гороховский, А. Радио и радиолюбительство [Электронный ресурс] // Виртуальный компьютерный музей. — Режим доступа: https://www.computer-museum.ru/books/gorohovskii/radiolub.htm (дата обращения: 26.09.2024).

THE “RADIO” JOURNAL CELEBRATES 100 YEARS

Litvin M. A., Tsapik D. K.
Scientific adviser: Tsapik D. K.
V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Russia

Abstract — In 2024, “Radio” journal celebrates 100 years. In the paper, the journal role in the popularization of science, development of domestic radio electronics and telecommunications, as well as its contribution to the education of specialists and interaction with the professional community are analyzed.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ НОСИМЫХ УСТРОЙСТВ МОНИТОРИНГА СЕРДЕЧНОГО РИТМА

Кузьменко А. Ю., Кузьменко В. А.
Научный руководитель: Кузьменко В. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: vakuzmenko@sevsu.ru

Аннотация — Проведён исторический обзор появления и развития носимых устройств для проведения мгновенного и суточного мониторинга сердечного ритма.

1. Введение

Современные достижения физики, вычислительной техники и микроэлектроники произвели подлинную техническую революцию в методах исследования и построения медицинской аппаратуры для терапии и диагностики. Диагностика в современном мире имеет самый большой выбор в методах исследования в области кардиологии. Самый простой метод, который наиболее часто используется, является электрокардиография.

Медицинская практика представляется в образе систематического, многократного процесса, в котором происходит диагностика и лечение, заключающегося в выяснения причин заболеваний и их устранению.

2. Основная часть

Сейчас есть мода на умные часы и на спорт, и на умные часы для спортсменов и фитнес-трекеры.

Одна из важных функций таких устройств — измерение сердечного ритма. Первый беспроводной ЭКГ монитор сердечного ритма был изобретен в 1977 году для Финской национальной лыжной сборной. А сейчас обычные на вид часы способны передавать на мобильные телефоны различные данные, такие как активность, количество подъемов по лестнице, и, конечно же, пульс.

Производителем первого миниатюрного ЭКГ монитора сердечного ритма (рисунок 1) стала компания Polar, созданная в 1977 году. И тогда же для производства пульсометров была образована компания Polar, пионер индустрии. Компания получила патент на «Оптический датчик пульса». На рис. 1 показан первый носимый ЭКГ-монитор.



Рис. 1

Спустя примерно год первый в мире кардиомонитор поступил в массовую продажу.

В 1985 году Polar Electro получает патент на беспроводное измерение сердечного ритма, и в 1987 выпускает новую версию спортивных часов — PE 3000. Эти часы позволяли анализировать полученные во время тренировок данные с помощью компьютера.

История электрокардиографии (ЭКГ) насчитывает уже более 150 лет и все эти годы ЭКГ является ведущей методикой в обследовании больных с патологией сердечно-сосудистой системы, включенной в список десяти наиболее значимых открытий в кардиологии XX века. Хотя реально, основные научные, технические и идеологические основы электрокардиографии были открыты и разработаны еще в 19 веке (а по некоторым направлениям и ранее) усилиями таких энтузиастов как Август Веллер, Вильям Эйнтховен (в 1924 году он получил Нобелевскую премию за совершенствование и разработку метода), Томас Льюис и многие другие, в том числе, и выдающийся российский ученый Александр Филиппович Самойлов. В 1914 году на Севере США, в маленьком городке Хелена, штат Монтана, родился мальчик, которого назвали Норман Джефри Холтер и которому предстоит сделать еще один мощный прорыв в электрокардиографии.

Первый холтеровский аппарат был произведен еще в 1945 году и его носимая часть — радиотрансмиттер и батареи весила 38 кг. К 1952 году вес прибора уменьшился, он регистрировал одно отведение ЭКГ в течении 10 часов.

Далее продолжалось технологическое совершенствование системы, которую к 1952 году Холтер и его соратники довели до веса 1 кг. Однако «официальной» датой рождения методики холтеровского мониторирования считается 1961 год, когда в журнале Sciense вышла статья Нормана Холтера «Новый метод исследования сердца. Продолжительная электрокардиография активных лиц в течении длительного времени теперь в практике».

С момента изобретения и по мере технического совершенствования год от года расширяются возможности метода. Появление транзисторов значительно уменьшило вес и объем аппаратуры.

3. Заключение

Таким образом, разработаны ККАР с круговой поляризацией поля излучения по заданному УБЛ.

Выявлена возможность минимизации УБЛ в ККАР путем увеличения числа элементов в системе. Показано увеличение числа элементов при обеспечении заданного максимального УБЛ и уровня бокового излучения.

4. Список литературы

[1] Дощицин, В. Л. Практическая электрокардиография / В. Л. Дощицин. — М. : Медицина, 1987. — 336 с.
[2] Кардиомониторы. Аппаратура непрерывного контроля ЭКГ : учеб. пособие для вузов / А. Л. Барановский [и др.]. — М. : Радио и связь, 1993. — 248 с.

THE HISTORY OF THE DEVELOPMENT OF WEARABLE HEART RATE MONITORING DEVICES

Kuzmenko A. Yu., Kuzmenko V. A.
Scientific adviser: Kuzmenko V. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A historical overview of the emergence and development of wearable devices for instant and daily heart rate monitoring has been made.

ИСТОРИЯ ПОЯВЛЕНИЯ В ТАГАНРОГЕ РАДИОСТАНЦИИ «БЕРЕГОВАЯ»

Катеринчук В. И., Ермолов П. П.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Ермолов П. П.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: viktor.katerin4uk@gmail.com

Аннотация — В докладе рассмотрена история появления первой радиостанции в Таганроге. Приведены фамилии первых сотрудников радиостанции. Доклад основан на воспоминаниях Г. А. Белинского — начальника этой радиостанции в 1916—1931 гг.

1. Введение

Радиосвязь — это незаменимая часть современной жизни, позволяющая оставаться на связи с окружающим миром, получать доступ к информации, где бы ни находился человек.

Всем известно, что честь открытия радио принадлежит российскому ученому, изобретателю Александру Степановичу Попову. 7 мая 1895 г. А. С. Попов продемонстрировал свой первый приемник. Это произошло на заседании Физического отделения Русского физико-химического общества.

Первые опыты А. С. Попова в области гражданской радиосвязи в Ростовском порту в 1901—1902 гг. рассмотрены в [1].

Через 10 лет после этих событий в Таганроге было начато строительство радиостанции «Береговая», которая для обеспечения безопасности плавания судов в Таганрогском заливе. Настоящий доклад основан на воспоминаниях Г. А. Белинского — начальника этой радиостанции в 1916—1931 гг.

2. Основная часть

В 1912 году, в связи с постановлением об устройстве радиостанций на пассажирских судах, в Петербурге были открыты первые в России курсы для подготовки радистов, куда принимались, преимущественно, демобилизованные радисты флота и телеграфисты почтово-телеграфного ведомства.

Из первого выпуска курсов в 19 человек на таганрогские радиостанции «Рейдовую» и «Береговую» назначено было по три радиста, Белинский, Мартынов, Дидулин, Циток, Меркулов и Якубович, прибывших в Таганрог весной 1913 г., когда был закончен монтаж обеих радиостанций и они были запущены в эксплуатацию.

Радиостанция «Береговая», кроме постоянной связи с «Рейдовой», впоследствии наладила надежную связь с портами Черного и Азовского морей: Одессой, Новороссийском, Керчью, Феодосией, Мариуполем, а позже с Ейском, Ростовом и др.

Все суда, имевшие к тому времени радиосвязь, ходившие в Черном и Азовском морях, обменивались служебными и коммерческими радиограммами через «Береговую» радиостанцию с любым пунктом страны. Несмотря на незначительную мощность (около трех киловатт), радиостанция «Береговая» при благоприятных атмосферных условиях обменивалась радиограммами с судами Русского общества пароходства и торговли, находившимися в Суэцком канале, радисты считали это большим достижением по тому времени.

До революции обе радиостанции были подчинены почтово-телеграфному ведомству, в 20-е годы перешли в ведение Центрального Управления морского транспорта Народного Комиссариата путей сообщения, а позже в ведение Наркомвода.

В 1920 году радиостанцию «Береговую» заняли войска Красной Армии, позже по предписанию из Москвы воинская часть освободила радиостанцию и сдала ее для эксплуатации в прежнем ведомстве Г. А. Белинскому. В годы интенсивного развития радиотехники (1922—1927) Г.А. Белинским было основано Таганрогское отделение Общества друзей радио, где он занимал должность технического руководителя. Вскоре после этого на всех больших заводах, в школах и техникумах были организованы ячейки друзей радио.

К 9-й годовщине Великой Октябрьской революции были радиофицированы все районы Таганрогского округа, работы по радиофикации проводились сотрудниками радиостанции «Береговая».

Особенно широкий размах увлечение радио получило в 1924—1929 гг. Сотни юношей в стране мастерили простейшие радиоприемники. Стали создаваться «Общества друзей радио», началась повсеместная радиофикация. 11 июня 1924 года Таганрогские власти заключили договор о строительстве городской радиостанции, а 5 августа 1925 г. состоялось ее открытие. За первые 10 лет оборудовали всего около четырех тысяч радиоточек, что по тем временам считалось неплохим показателем.

3. Заключение

Настоящим докладом в научный оборот введены новые сведения о начальном периоде развития радиосвязи на отечественном гражданском морском флоте.

4. Список литературы

[1] Ермолов, П. П. О первых опытах А. С. Попова в области военной и гражданской радиосвязи в 1899—1902 гг. / П. П. Ермолов, В. А. Обуховец // 27-я Междунар. Крымская конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'2017), Севастополь, 10—16 сентября 2017 г. : матер. конф. в 9 т. Севастополь [и др.]. — 2017. — Т. 8. — С. 1741—1753.

[2] Белинский, Г. А. Радиостанция «Береговая» / Г. А. Белинский // Таганрогская правда. — 1970. — 7 мая.

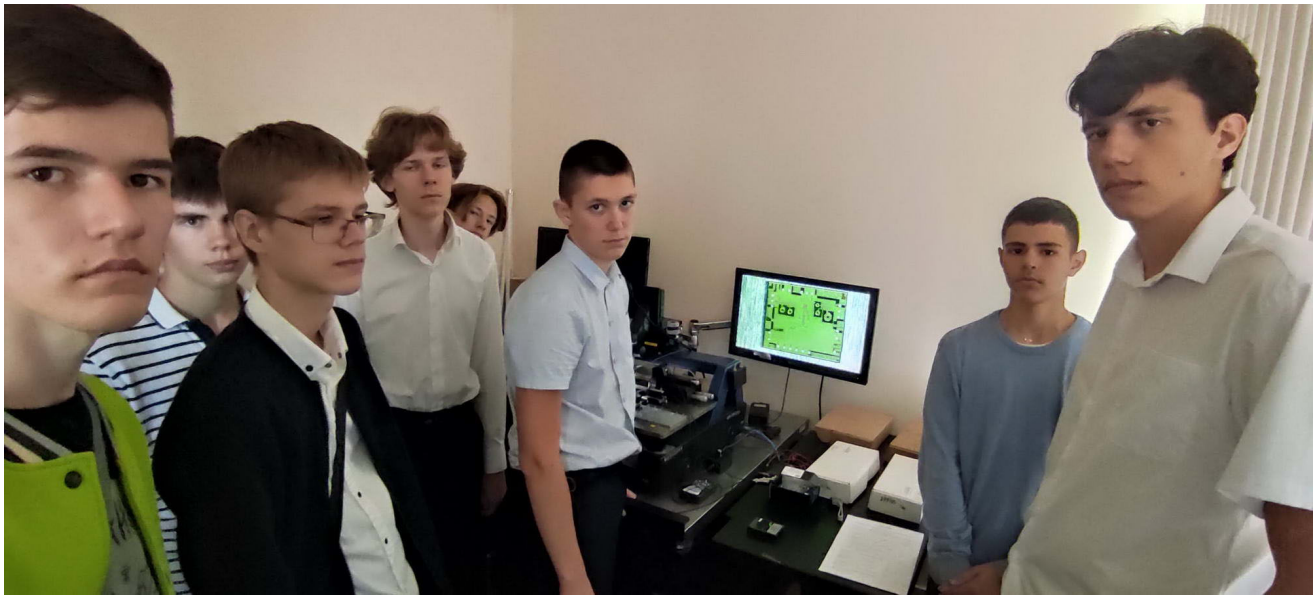
THE HISTORY OF APPEARANCE OF THE RADIO STATION "BEREGOVAYA" IN TAGANROG

Katerinchuk V. I., Yermolov P. P.
Scientific adviser: Yermolov P. P.
Sevastopol State University, Russia

Abstract – In the report, the history of the first radio station in Taganrog is considered. The names of the first employees of the radio station are given. The report is based on the memoirs of G. A. Belinsky, the head of this radio station in 1916—1931.



КОНКУРС ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ТВОРЧЕСКИХ РАБОТ
«ШКОЛА ЮНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЯ»
ДЛЯ УЧАЩИХСЯ СТАРШИХ КЛАССОВ ШКОЛ, КОЛЛЕДЖЕЙ И УЧРЕЖДЕНИЙ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ



ИТОГИ ПРОВЕДЕНИЯ КОНКУРСА ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ТВОРЧЕСКИХ РАБОТ «ШКОЛА ЮНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЯ — 2024»

9 октября 2024 г. состоялся финал конкурса «ШКОЛА ЮНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЯ 2024», ежегодно проходящего в ИРИТС СевГУ. Этот конкурс творческих научно-исследовательских работ учащихся средних общеобразовательных учреждений и учреждений дополнительного образования проводится для ребят Крыма и Севастополя.

Начинается он всегда с экскурсии по институту. Участники конкурса побывали в лабораториях, оборудованных по последнему слову техники, зашли прямо на занятия к студентам, познакомились с работой старшекурсников и выпускников в Инжиниринговом центре СевГУ.

В этом году конкурс проходил в трех секциях по следующим направлениям исследования:

— радиоэлектроника, робототехника;

— информационные технологии, защита информации;

— физика, математика.

К финалу были представлены 27 работ учащихся Симферополя и Севастополя, в основном занимающихся с педагогами Малой академии наук. Для иногородних участников была доступна дистанционная защита. Работы представлялись публично перед участниками конкурса, зрителями и жюри, состоящем из педагогов нашей кафедры. Многие ребята не только подготовили результаты теоретических исследований, но и привезли с собой работающие макеты разработанных устройств. Они представляли результаты работ и участвовали в дискуссии, разворачивающейся в зале при каждом особенно интересном докладе. Увлеченных ребят видно сразу, довольно часто бывает, что участники готовят и блестяще защищают два доклада, посвященные различным темам. Так в этом году Дрёмов Александр Александрович представил отличные работы в секции «Радиоэлектроника» и «Математика», заняв дважды второе место в разных секциях!

Победителям и призерам конкурса кроме дипломов и призов бесплатно представляется возможность опубликовать свои доклады в сборнике материалов трудов 20-й Юбилейной международной молодежной научно-технической конференции «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, РТ-2024», в рамках которой и проходит конкурс.

В состав жюри вошли два профессора: заведующий кафедрой «Радиоэлектроника и телекоммуникации» Афонин Игорь Леонидович и Ермолов Павел Петрович, доценты кафедры «Радиоэлектроника и телекоммуникации»: Михайлюк Юрий Петрович, Лукьянчиков Андрей Владимирович, Начаров Денис Владимирович, Дурманов Максим Анатольевич, Лащенко Ирина Викторовна, а также наша активная молодежь: старшие преподаватели Кузьменко Владимир Александрович и Савинов Владислав Владимирович, преподаватель Ткаченко Михаил Олегович и ассистенты Гаспарян Роман Романович и Зеленкевич Дмитрий Юрьевич.

РЕШЕНИЕ КОНКУРСА ШКОЛА ЮНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЯ 2024

ГРАН-ПРИ

присуждено Алексееву Михаилу Федоровичу за работу «Перехват звонков из мошеннических колл-центров как метод противодействия телефонному мошенничеству». Михаил награждён также призом — Центр управления ЯНДЕКС Хаб.



Секция 1. НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ: РАДИОЭЛЕКТРОНИКА, РОБОТОТЕХНИКА

Третье место разделили участники:

Рябчик Кирилл Алексеевич с работой «Робот-рисовальщик «МАЛЕВИЧ».

Сорокин Дмитрий Игоревич с работой «Изучение применения маломасштабного ветрогенератора вертикального типа в городских условиях».

Сурначев Архип Владимирович с работой «Разработка робота, интерпретирующего команды на естественном языке с помощью больших языковых моделей».

Второе место разделили участники:

Гладырев Иван Дмитриевич с работой «Система автоматического управления освещением».

Дрёмов Александр Александрович с работой «Создание умного светильника на базе микроконтроллера Arduino».

Первое место присуждено Сенчук Владимиру Сергеевичу за работу «Разработка модели телеуправляемого необитаемого подводного аппарата». Владимир награжден также призом — Умная домашняя поворотная камера.



Секция 2. НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ: ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ

Третье место разделили участники:

Горбунова Марина Андреевна с работой «Создание аудио проигрывателя в IDE QT Creator».

Водолагин Александр Евгеньевич с работой «Платформа управления онлайн-торговлей».

Чебанов Андрей Игоревич с работой «Сервис настройки виртуальных выделенных серверов на базе ОС Linux для работы с Laravel-приложениями».

Второе место разделили участники:

Туманян Аркадий Артурович с работой «Разработка тренажёра по математике для 1 и 2 класса на языке программирования Python».

Быкасов Михаил Евгеньевич с работой «Система базы данных буёв экологического мониторинга».

Первое место в секции присуждено Борсук Максиму Олеговичу за работу «Разработка нейроигры с биологической обратной связью для тренировки навыка концентрации у школьников». Максим награждён также призом — Умная розетка ЯНДЕКС.



Секция 3. НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ: ФИЗИКА, МАТЕМАТИКА

Третье место разделили участники:

Кантимиров Ясин Эльдарович с работой «Решение практических задач с помощью геометрии».

Лысыч Александра Павловна с работой «Луна как плацдарм для освоения Солнечной системы».

Чувилина Анастасия Денисовна с работой «Проблема засорения космического и околоземного пространства».

Второе место разделили участники:

Дрёмов Александр Александрович с работой «О делимости чисел специального вида».

Старков Нестор Павлович с работой «Площадь и периметр клетчатой фигуры».

Первое место присуждено Лапшинову Даниле Дмитриевичу за работу «Модель беспилотника с неподвижным крылом». Данила награждён также призом — Умная колонка ЯНДЕКС СТАНЦИЯ.



ПЕРЕХВАТ ЗВОНКОВ ИЗ МОШЕННИЧЕСКИХ КОЛЛ-ЦЕНТРОВ КАК МЕТОД ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ТЕЛЕФОННОМУ МОШЕННИЧЕСТВУ

Алексеев М. Ф.
Под руководством Полупанова Н. В.,
Роговой О. В.
ГБОУ ЦДО «Малая академия наук»
г. Севастополь
E-mail: uran@ejme.ru

Abstract — A service for intercepting fraudulent calls has been created, which shows its relatively high efficiency in the presence of a large number of interceptors.

1. Введение

В современном мире телефонное мошенничество достигло очень больших объёмов, поэтому банки, операторы связи, и другие организации ведут активную борьбу против него.

2. Основная часть

В проекте предложена концепция защиты от мошенничества путём создания сервиса по перехвату мошеннических вызовов, организации подобного подставного колл-центра, в котором сотрудники принимают переадресованные входящие вызовы мошенников, и удерживают их на линии максимально долгое время. В результате у мошенников отнимается самый ценный ресурс — время, и они в этот момент не пытаются развести других абонентов.

Целью проекта является предотвращение (минимизация) поступления мошеннических звонков путём создания сервиса по перехвату мошеннических вызовов. Для достижения заданной цели в проекте рассмотрены и решены следующие задачи.

1. Предложен оригинальный способ минимизации телефонного мошенничества, основанный на перехвате VoIP-трафика от мошенников, переадресации его на людей, которые обучены и готовы к разговору с мошенниками.
2. Полностью настроена указанная система.
3. Рассмотрены её достоинства и недостатки.

3. Заключение

Научный результат проекта представляет собой готовый сервис для перехвата указанных звонков.

Практическая ценность проекта состоит в том, что значительно минимизируется вероятность дозвона мошенников до реальных абонентов. В настоящее время данный проект показывает высокую эффективность в связи с огромным количеством перехватываемого трафика.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМОГО НЕОБИТАЕМОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА

Сенчук В. С.
Под руководством Балашова Ю. Ю.
ГБОУ ЦДО «Малая академия наук»
г. Севастополь
E-mail: ctyxer.mail@yandex.ru

Abstract — In the process of intensive and effective exploration and development of the World Ocean, a special role is given to unmanned remotely controlled underwater vehicles, capable of eliminating the direct presence of humans in the dangerous zone of underwater work.

1. Введение

В настоящее время одним из актуальных направлений исследовательской деятельности является изучение подводного мира и проведение работ на глубине. В связи с ограниченностью ресурсов человеческого организма, наиболее продуктивным является эксплуатация необитаемых подводных аппаратов (НПА).

2. Основная часть

Целью работы является разработка модели телеуправляемого необитаемого подводного аппарата (ТНПА), его конструирование, прошивки. Для выполнения задач под водой аппарат должен иметь манипулятор, видеокамеру и движители.

3D моделирование, визуализация и анимация объектов занимают главное место в реализации многих бизнес-проектов. В процессе работы на проектной задачей разработана модель корпуса ТНПА, которая будет использована в опытных мероприятиях.

Программирование аппарата и наземного блока проводились в среде разработки Arduino IDE. Для управления бесколлекторными моторами была написана программа задания мощности и направления вращения.

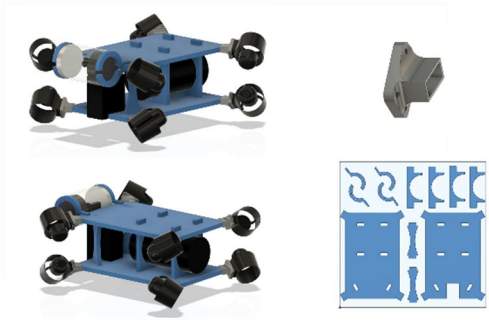


Рис.1— Изображение аппарата

3. Заключение

В ходе выполнения исследовательской работы было проведено следующее: создание 3D-модели ТНПА и чертежей, изготовление корпуса аппарата, подключение элементов к плате расширения, разработка прошивки для управления аппарата, сборка корпуса, герметизация колбы, балластировка аппарата, тесты под водой. В результате разработана модель телеуправляемого необитаемого подводного аппарата, прошивка ТНПА, а также проведена сборка опытной модели.

МОДЕЛЬ БЕСПИЛОТНИКА С НЕПОДВИЖНЫМ КРЫЛОМ

Лапшинов Д. Д.
Под руководством Прокопенко А. В.
ГБОУ ЦДО «Малая академия наук»
г. Севастополь
E-mail:danilalapshinov1@gmail.com

Abstract —Model of a fixed-wing drone. A fixed-wing UAV model has been proposed for consideration in the project. The project proposes an original way to improve the model using stabilizer amplifiers. The practical value lies in the possibility of applying the results obtained

1. Введение

Развитие БПЛА является очень актуальным в настоящее время. В данной работе представлена функционирующая модель БПЛА с неподвижным крылом.

2. Основная часть

Изучение модели БПЛА с неподвижным крылом позволяет узнать о понятии, основных закономерностях аэродинамики, необходимых в работе инженера авиаконструктора.

Целью проекта является исследование этапов создания, сборки и максимального усовершенствования модели беспилотника с неподвижным крылом (рис.1).



Рис.1 — Модель

Для выяснения принципов сборки следовало выполнить следующее.

Проанализировать использование БПЛА в разных сферах (перевозка грузов, мониторинг местности и т. д.)

Сформулировать техническое задание проекта.

Провести предварительное проектирование модели самолета.

Собрать модель БПЛА с неподвижным крылом и провести летные испытания.

Рассмотреть перспективы развития проекта.

3. Заключение

В процессе работы над созданием летательного аппарата, приходит понимание важности и сложности не только технической детализации, но и геометрических пропорций. Предложен оригинальный способ усовершенствования модели с помощью усилителя вертикальных стабилизаторов.

РАЗРАБОТКА НЕЙРОИГРЫ С БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ НАВЫКА КОНЦЕНТРАЦИИ У ШКОЛЬНИКОВ

Борсук М. О.
Под руководством Глеч Е. В.
ГБОУ ЦДО «Малая академия наук»
г. Севастополь
E-mail: russevmax009@gmail.com

Abstract — EEG-based biofeedback training enhances self-regulation, stress resilience, and cognitive health. This study developed a Python neurogame using NeuroPlayPro API to improve concentration and self-control through engaging visual novel gameplay.

1. Введение

БОС-тренировки по ЭЭГ используются для тренировки навыков самоконтроля в деятельности человека, повышения стрессоустойчивости, самостоятельной коррекции приобретенных психоэмоциональных нарушений, улучшения качества сна, нейрореабилитации после инсультов и нейротравм, повышения общего уровня когнитивного здоровья.

2. Основная часть

В ходе работы была изучена методика проведения тренировок с биологической обратной связью (БОС) по ЭЭГ на концентрацию, проанализировать существующие нейроигры, разработать визуальную новеллу на языке Python API NeuroPlayPro и сделать выводы о проделанной работе.

Бета-ритм (β-ритм) — низкоамплитудные колебания суммарного потенциала головного мозга с частотой от 15 до 35 колебаний в секунду, амплитуда — 5–30 мкВ. Этот ритм присущ состоянию активного, сознательного внимания. Для снятия электрической активности мозга применяется специальная нейрогарнитура, например NeuroPlayPro. Для программирования предложено приложение NeuroPlayPro с простым API на HTTP/WebSocket запросах. Показатели, генерируемые этим приложением (концентрация и медитация) — это значения от 0 до 100 %, которые меняются во времени и возвращаются в формате JSON. Нейроигра в жанре визуальной новеллы написана на языке программирования Python с использованием графической библиотеки Tkinter. Игрок примеряет на себя роль школьника и проживает день от начала до конца, стараясь выполнить все дела и не попасть на продлённые занятия вместо прогулки.

3. Заключение

С помощью нейрокоррекции по ЭЭГ школьники могут научиться контролировать свою электрическую активность мозга и улучшать свою концентрацию и саморегуляцию. Разработанная нейроигра будет интересна широкому кругу детей, благодаря различным наборам мини-игр.

СОЗДАНИЕ УМНОГО СВЕТИЛЬНИКА НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ARDUINO

Дрёмов А. А.
Под руководством Романовой О. А.
ГБОУ ДО РК МАН «Искатель»
г. Симферополь
E-mail: tetradyoutoo@gmail.com

Abstract — The work is devoted to the creation of a night lamp with a certain behavior, that is, analyzing the information received by sensors from the outside world and deciding which actions of the LED to respond to this flow of information..

1. Введение

В наше время так называемые умные предметы входят в нашу повседневную жизнь. Всё больше предметов вокруг обладают сложным поведением, позволяющим облегчить условия жизни и работы людей. Это поведение предметов реализуется различными электронными компонентами, связанными в одно целое своей конструкцией и в ряде случаев управляемых микроконтроллерами, которые работают по заложенной в них программе. В качестве такого «умного» предмета конструируется светодиодный ночной светильник, управляемый микроконтроллером Arduino.

2. Основная часть

В работе формулируются требования к «умному светильнику», осуществляется подбор необходимых электронных компонентов.

Далее осуществляется проектирование электронной схемы соединения компонентов в единое устройство, управляемое микроконтроллером Ардуино.

Разрабатывается управляющая программа для микроконтроллера.

Осуществляется проектирование корпуса светильника в системе автоматизированного проектирования.

Спроектированные детали корпуса печатаются из пластика на 3D принтере, электронные компоненты соединяются пайкой на общей плате и монтируются в изготовленный корпус.

Изготовленный прибор (рис.1) может включать освещение разными цветами, на выбор пользователя, а также работать в одном из двух режимов: в режиме постоянного свечения и в режиме подсветки идущему в темноте человеку.

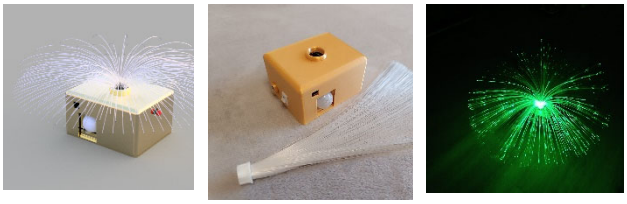


Рис.1 — Светильник

3. Заключение

В работе подробно рассмотрены все этапы, с которыми сталкивается разработчик подобного устройства от формулирования требований к прибору до проектирования его цифровой модели и воплощения этой модели в реальных материалах и компонентах.

РАЗРАБОТКА ТРЕНАЖЁРА ПО МАТЕМАТИКЕ ДЛЯ 1 И 2 КЛАССА НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ PYTHON

Туманян А. А.
Под руководством Курбет Е. Н.
ГБОУ ДО РК МАН «Искатель»
г. Симферополь
E-mail: ark.tum@yandex.ru

1. Введение

Совершенствовать навыки арифметических действий помогают тренажеры. В настоящее время популярностью пользуются онлайн тренажеры. Вот почему разработка и внедрение новых приложений очень важна для обучения в современном мире. Была поставлена задача- создать собственный тренажер арифметических действий для 1 и 2 классов.

2. Основная часть

Была проанализирована работа популярных онлайн платформ Учи.ру и Якласс, а также детально изучен язык программирования Python, "Visual Studio Code" — это бесплатный и открытый текстовый редактор, библиотеки: Tkinter, PIL, Random. Далее была написана программа для тренажера арифметических действий для 1 и 2 класса.

Работа приложения запускается с кнопки «начать». После этого появляются кнопки выбора класса. В 1 классе представлены разделы: сложение, вычитание, виды геометрических фигур. После выбора темы запускается ряд из 10 задач. По завершению решения пользователю оглашают результат. В разделе «геометрические фигуры» представлены 6 видов фигур, которые нужно правильно обозначить. В случае неверного ответа появляется окно с теоретическим определением вида фигуры. По окончанию данной работы также оглашают результат. Для удобства возврата в меню, если пользователю нужно выбрать другой класс или раздел, добавлена кнопка «назад». Во 2 классе представлены разделы: сложение и вычитание многозначных чисел, а также табличное умножение и деление. Принцип работы такой же, как и в 1 классе. Все действия в приложении сгенерированы при помощи библиотеки «Random». После разработки приложения было проведено его тестирование среди детей 6-9 лет, после чего им было предложено пройти онлайн опрос о качестве и эффективности разработки. На основе собранных ответов были сделаны важные выводы о том, что детям нравится такой формат тренировок, приложение работает корректно, без ошибок, тренажер интересный, им будут пользоваться в дальнейшем большинство опрашиваемых.

3. Заключение

Данная научная работа показала, что при помощи языка программирования Python, текстового редактора "Visual Studio Code", библиотек Tkinter, PIL, Random можно разработать тренажёр арифметических действий, который был бы интересным и эффективным для пользователей. В дальнейшем планируется добавить уровни сложности для 1 и 2 класса, а также разработать приложение для 3 и 4 класса.

РОБОТ-РИСОВАЛЬЩИК «МАЛЕВИЧ»

Рябчик К. А.
Под руководством Лебёдкина А. В.
ГБОУ ДО РК МАН «Искатель»
г. Симферополь
E-mail: kirillrabcik3@gmail.com

Abstract — the purpose of this study is to independently design a 3D printer and compile a program for it on the LEGO Mindstorms EV3 platform for drawing geometric shapes.

1. Введение

В данной работе изучены возможности программирования в среде LEGO Mindstorms EV3 и разработан робот-рисовальщик.

2. Основная часть

Собран и проанализирован исследовательский материал для создания робота на основе конструктора Mindstorms EV3.

Модель «Робота Малевича» (Рис.1) состоит из движущейся головки маркера, колес, подающих лист бумаги формата А-4, датчика касания (считает количество нажатий), датчика цвет, определяющего местоположение листа А-4. В основу робота входит микропроцессор EV3 и 2 сервомотора EV3, отвечающих за движения робота.

Органично сконструированный роботизированный художник после загруженной в него программы, выполнил все действия, согласно изложенным условиям:

— указать координаты и размеры фигуры.

— осуществить «подгон» бумаги и головки маркера в левый нижний угол листа с помощью датчика касания и датчика цвета.

— затем на экране показывается перечень фигур, из которых с помощью датчика касания нужно выбрать одну.

— далее на экране появляется фигура по заданным значениям в масштабе

— головка маркера подгоняется по заданным координатам в начало рисования фигуры, опускается и рисует.

В конце маркёр поднимается и осуществляется автоматическая выдача бумаги. Это происходит с помощью датчика цвета: колеса крутятся до тех пор, пока датчик не увидит любой цвет, кроме белого.



Рис.1— Робот-рисовальщик Малевич

3. Заключение

Перспектива развития: добавление роботу 3-D ручки, с помощью которой он сможет делать 3-D модели.

ИЗУЧЕНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МАЛОМАСШТАБНОГО ВЕТРОГЕНЕРАТОРА ВЕРТИКАЛЬНОГО ТИПА В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ

Сорокин Д. И.
Под руководством Бурко В.И.
ГБОУ ДО РК МАН «Искатель»
г. Симферополь
E-mail: totoro.feniks@gmail.com

Abstract — The purpose of this study is to determine how rational is small scale VAWT usage in urban conditions and to develop a functional prototype.

1. Введение

Сфера альтернативных источников энергии, несомненно, вызывает большой интерес у современных исследователей и учёных. Ветрогенераторы, являясь простыми в производстве, и занимающие небольшую площадь, могут потенциально быть расположены в городах, где места немного.

Цель работы: Дать оценку целесообразности использования маломасштабных ВГВТ в городских условиях.

2. Основная часть

Существует два основных вида ветрогенераторов: вертикальные и горизонтальные. Первые более эффективные чем вторые, но имеют худшую производительность при слабом ветре. Поэтому для исследования были выбраны именно ветрогенераторы вертикального типа.

Для дальнейшего исследования мы выбрали ротор Савониуса ввиду его наилучшей производительности при слабом и нестабильном ветре благодаря возможности самостарта. Изучив труды Сигурда и новейшие исследования на тему профилей ротора Савониуса, выбрал оптимальный профиль ветрогенератора вертикального типа.



В качестве электрогенератора для нашего будущего прототипа мы решили использовать моторчик постоянного тока. С учётом его размеров мы сделали 3-D модели ротора и креплений. Для изготовления прототипа аддитивным методом мы воспользовались 3-D принтером Flying Bear Ghost 6.

3. Заключение

Ветрогенераторы вертикального типа малого масштаба – малоизученная, но перспективная сфера. Они могут использоваться для питания систем освещения либо наблюдения в труднодоступных местах. Изготовленный нами прототип уникален, так как впервые использует передовые мировые достижения в исследовании ветрогенераторов вертикального типа для оптимизации формы лопасти компактных ветрогенераторов. Имитируя условия эксплуатации маломасштабных ветрогенераторов вертикального типа мы убедились, что их использование может быть рационально.

РАЗРАБОТКА РОБОТА, ИНТЕРПРЕТИРУЮЩЕГО КОМАНДЫ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ С ПОМОЩЬЮ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ

Сурначев А. В.
Под руководством Ибраимовой Е. Р.
ГБОУ ДО РК МАН «Искатель»
г. Симферополь
E-mail: akropolic@yandex.ru

Abstract — The study of real-time human-robot interaction via natural language is of significant interest to science and technology.

1. Введение

В данной работе рассматривается проект создания робота на платформе Arduino, управляемого через мобильное приложение с использованием LLM в качестве агента, реализующего политику принятия решений для выполнения физических задач.

2. Основная часть

Целью данной работы является сборка и программирование робота на базе Arduino с колесной базой, манипулятором и камерой, который будет управляться через мобильное приложение с использованием ChatGPT.

Проект включает три основные компонента: робот на базе Arduino, мобильное приложение на Processing и LLM, взаимодействующий через OpenAI API. Робот оснащен колесной базой для передвижения, манипулятором для захвата и перемещения объектов, а также камерой для получения изображений. Мобильное приложение обеспечивает пользовательский интерфейс, через который пользователь может отправлять голосовые команды роботу. Эти команды обрабатываются LLM, которая интерпретирует их и передает соответствующие инструкции роботу через Bluetooth.

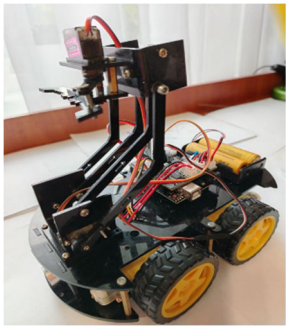


Рис.1 — Сборка робота

3. Заключение

В ходе выполнения проектной работы был создан робот на базе Arduino, способный выполнять задачи на основе текстовых команд, интерпретируемых с помощью ChatGPT. Эксперименты показали, что LLM эффективно справляется с задачами, требующими простой логики и последовательности действий, однако возникают трудности при выполнении сложных многозадачных команд или при обработке сложных визуальных данных.

СОЗДАНИЕ АУДИО ПРОИГРЫВАТЕЛЯ В IDE QT CREATOR

Горбунова М. А.
Под руководством Ветровой С. Б.
ГБОУ ДО РК МАН «Искатель»
г. Симферополь
E-mail: marina-gorbunova-2009@mail.ru

Abstract — The purpose of this study is to explore the perspectives of using QT Creator for developing desktop programs with graphical interface, with example of audio player.

1. Введение

В данной работе демонстрируются возможности среды QT Creator для разработки приложений с графическим интерфейсом на примере аудио плеера для ОС Windows.

2. Основная часть

Привлекательным отличием IDE QT Creator от других сред для языка C++ является специализация на работе с графическими интерфейсами.

Для исследования возможностей среды QT было решено разработать аудио плеер для ПК. Так как сейчас наиболее распространены приложения и сайты для прослушивания музыки через телефон, такое приложение имеет свою практическую пользу.

В ходе выполнения работы следовало ознакомится с интерфейсом программы QT Creator и её модулями; изучить библиотеку виджетов QT, включая модуль QT Audio; написать базовый аудио плеер, затем кастомизировать его под свои нужды.

На этапе написания базового аудиоплеера был настроен основной функционал приложения: добавлены медиа кнопки, такие как постановка воспроизведения на паузу; реализована работа плейлиста.

Для детальной настройки интерфейса программы стандартное обрамление окна Windows было заменено на пользовательское обрамление. Настроен внешний вид окна, созданы иконки для кнопок, прописано их взаимодействие с курсором мыши. Добавлена возможность изменения размера окна приложения и его перетаскивания курсором.

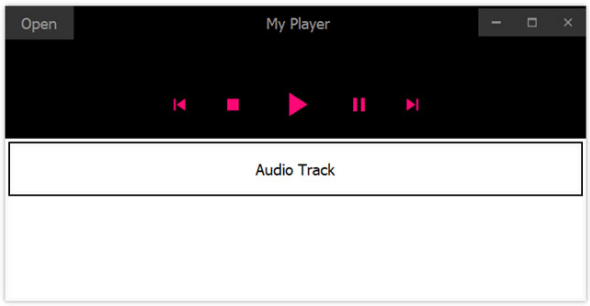


Рис.1 — Интерфейс полученного приложения

3. Заключение

Данное исследование показывает, что среда разработки QT Creator позволяет с удобством разрабатывать приложения с графическим интерфейсом. Созданный в ходе работы аудио плеер имеет выгодные отличия от аналогов, такие как малый вес приложения, отсутствие рекламы, ориентированность на платформу ПК.

ПЛАТФОРМА УПРАВЛЕНИЯ ОНЛАЙН-ТОРГОВЛЕЙ

Водолагин А. Е.
Под руководством Логинова С. В.
ГБОУ ЦДО “Малая академия наук”
г. Севастополь
E-mail: a.e.vodolagin@yandex.ru

Abstract —The research material reflecting modern scientific ideas about the impact of climate change on nature and human activity in the Arctic has been collected and analyzed.

1. Введение

Цель проекта. Разработать платформу управления онлайн-торговлей, изучив опыт работы существующих программных аналогов.

Практическое значение полученных результатов. Данная платформа применяется в сети магазинов одежды, обуви и аксессуаров города Севастополя.

2. Основная часть

Проанализированы следующие платформы для выявления сильных и слабых сторон: insales.ru, 1c-bitrix.ru, cs-cart.ru, storeland.ru. В ходе работы был разработан базовый механизм функциональности интернет-магазина и в настоящий момент времени ведется активная работа по интеграции с мессенджером Telegram.

Базовым блоком любого интернет-магазина является карточка товара, которая включает в себя: определение наличия товара в каком-либо магазине торговой сети, а также его полные характеристики. (рис. 1)

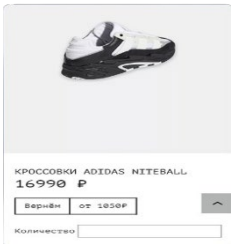


Рис. 1

3. Заключение

Разработана базовая функциональность платформы управления онлайн-торговлей. В рамках данной функциональности внедрены следующие функции: добавление товаров, учет продукции, учетная запись пользователя, личный кабинет.

Функционал платформы прорабатывался на основании анализа существующих аналогичных решений.

В ходе работы над проектом разработана структура базы данных. В проекте используется БД MySQL. В качестве фреймворка был выбран Laravel. Выбор был сделан исходя из имеющегося опыта разработки и обширных функциональных возможностей его технологической платформы. Для реализации пользовательского интерфейса применялись следующие технологии: шаблонизатор Blade (входит в состав фреймворка Laravel), CSS-фреймворк Tailwind CSS и JS-фреймворк Alpine.

СЕРВИС НАСТРОЙКИ И ПОДДЕРЖКИ ВИРТУАЛЬНЫХ ВЫДЕЛЕННЫХ СЕРВЕРОВ НА БАЗЕ ОС LINUX ДЛЯ РАБОТЫ С LARAVEL-ПРИЛОЖЕНИЯМИ

Чебанов А. И.
Под руководством Логинова С. В.
ГБОУ ЦДО «Малая академия наук»
г. *Севастополь*
E-mail: andreichebanov98@gmail.com

Abstract — This project is a service designed to configure virtual dedicated servers based on the Linux operating system, specially adapted to work with applications developed on the Laravel framework. The service provides the ability to configure and maintain virtual servers, install the necessary software, as well as configure the server to meet the specific requirements of Laravel applications.

1. Введение

В настоящее время фреймворк Laravel пользуется широкой популярностью среди разработчиков веб-приложений, а его использование на операционной системе Linux для публикации приложений стало стандартной практикой. Наша цель заключалась в создании сервиса, специально настроенного для работы с серверами, оптимизированными для развёртывания и поддержки приложений, разработанных на базе фреймворка Laravel.Предлагаемый сервис включает в себя возможность быстрого обслуживания и настройки серверов а также предоставляет готовые шаблоны и рекомендации для оптимальной настройки среды для работы с Laravel.

2. Основная часть

В ходе данного проекта были проведены исследования и анализ требований для разработки данного сервиса, созданы необходимые инструкции для пользователей, а также проведены тестирования для проверки эффективности и надежности сервиса. Одной из основных функций сервиса является возможность установки необходимых модулей и дополнений на виртуальные серверы. Для этого используется популярный инструмент управления серверами — Ansible. С помощью Ansible настраивается и управляется инфраструктура серверов, а также проводится установка и обновление компонентов приложения.

3. Заключение

Реализация этого сервиса принесет большую пользу пользователям, поскольку предоставит надежную и эффективную платформу для управления серверами и Laravel-приложениями.

Проект предоставляет удобный и понятный интерфейс и надежную поддержку сред Linux, направлен на оптимизацию процессов развертывания и обслуживания для разработчиков и предприятий, использующих технологию Laravel.

РЕШЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ С ПОМОЩЬЮ ГЕОМЕТРИИ

Кантимиров Я. Э.
Под руководством Ибраимовой Е. Р.
ГБОУ ДО РК МАН «Искатель»
г. Симферополь
E-mail: akropolic@yandex.ru

Abstract — Geometry is one of the oldest and most fundamental areas of mathematics, which is of great importance and interest both for science and for everyday life.

1. Введение

В данной работе рассмотрены наиболее интересные и важные способы применения геометрии в решении практических задач.

2. Основная часть

Способ измерения высоты предмета по тени работает не всегда, и поэтому я решил описать другой способ. Для этого нам понадобится самодельное устройство в виде равнобедренного прямоугольного треугольника, которое можно сделать самостоятельно. Это может быть дощечка, на которой вершинами треугольника будут служить гвозди (как я показал на картинке справа).

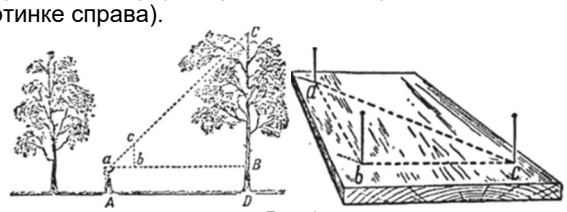


Рис.1

Воспользовавшись данным прибором, мы с лёгкостью сможем определить высоту любого необходимого нам предмета.

Теперь, найти такую точку А, из которой глядя на точки а и с, мы будем видеть вершину С искомого предмета (в моём примере дерево).

Таким образом аС — гипотенуза, проходящая через точку с. Становиться очевидным, что расстояние аВ = ВС, так как угол а = 45*, В – прямой => данный треугольник является равнобедренным прямоугольным. Далее надо замерить расстояние аВ (расстояние от нас до дерева), и прибавить Аа, то есть расстояние до наших глаз до земли. Полученный результат и будет высотой дерева.

3. Заключение

В работе подробно изучены различные способы решения практических геометрических задач. Важность и интерес в решении таких задач проявляются в следующих аспектах:

1. Практическое применение: Геометрия играет важную роль в повседневной жизни, например, при разметке участка, дизайне, навигации, в походе и даже в алгебре. Знание геометрии помогает решать практические задачи и принимать обоснованные решения.

2. Развитие мышления: Изучение геометрии способствует развитию логического мышления, умения анализировать и решать сложные задачи, а также креативного подхода к решению проблем.

3. Культурное наследие: Геометрия имеет древние корни и является частью культурного наследия человечества. Знание геометрии позволяет понимать и ценить искусство, архитектуру и научные открытия предыдущих эпох.

ЛУНА КАК ПЛАЦДАРМ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Лысыч А. П.
Под руководством Бурко В. И.
ГБОУ ДО РК МАН «Искатель»
г. Симферополь
E-mail: alexandralysytch@yandex.ru

Abstract — The author calculated the acceleration of gravity and the first escape velocity for the Earth and the Moon. Analysis of the results obtained made it possible to evaluate the effectiveness of launching a rocket from the Moon in comparison with launching the same rocket from the surface of the Earth. Additional options for using the lunar cosmodrome are being considered.

1. Введение

После высадки на Луну в 1969 году многие люди думали, что к началу XXI века космические путешествия станут обычным делом, мы сможем посещать другие планеты в нашей Солнечной системе и, возможно, даже рискнем отправиться в межзвездное пространство! К сожалению, и через полвека человечество не смогло выбраться из земной колыбели.

2. Основная часть

Взлететь с Луны в космос во много раз легче, чем с Земли. Главная причина этого - в том, что Луна гораздо меньше, чем Земля (ее радиус в 3,7 раза меньше земного, а масса Луны в 81 раз меньше земной), а сила притяжения на ее поверхности намного слабее тяготения Земли. рассчитаем значение притяжения Луны.

Ускорение свободного падения на Земле и на Луне приблизительно будет равно:

$$g = G\frac{m_2}{R^2} = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot \frac{6 \cdot 10^{24}\ \text{кг}}{(6{,}4 \cdot 10^6\ \text{м})^2} \approx 9{,}77\ \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Ускорение свободного падения на Луне приблизительно будет равно:

$$g_{\text{Луны}} = G\frac{m_2}{R^2} = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot \frac{7{,}5 \cdot 10^{22}\ \text{кг}}{(1{,}75 \cdot 10^6\ \text{м})^2} \approx 1{,}63\ \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Отношение ускорений свободного падения на Земле и Луне равно $\frac{g_{\text{Луны}}}{g_{\text{Земля}}} = \frac{9{,}77\ \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{1{,}63\ \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} \approx 5{,}99$.

Для достижения ракетой первой космической скорости ($v_{I\,\text{Земли}} = 7{,}9\ \frac{\text{км}}{\text{с}}$) при старте с Земли при скорости истечения газов $u = 3{,}6\ \frac{\text{км}}{\text{с}}$ (ракета «Союз») соотношение массы ракеты с топливом к массе ракеты без топлива равно:

$$\frac{m_0}{m} = e^{\frac{7{,}9}{3{,}6}} = e^{2{,}1944} \approx 8{,}9746.$$

При старте ракеты «Союз» с поверхности Луны

$$\frac{m_0}{m} = e^{\frac{1{,}68}{3{,}6}} = e^{0{,}47} \approx 1.599994$$

Таким образом, эффективность запуска ракеты на Луне выше в $\frac{8{,}9746}{1{,}599994} = 5{,}6$ раз.

3. Заключение

При выполнении данной работы нами изучено большое количество литературы. это позволило выяснить современные представления о строении Луны и её природных условиях.

Вычислено, что эффективность запуска ракеты на Луне почти в 5,6 раз выше, чем на Земле.

Разработан план доставки грузов и этапы строительства лунного космодрома.

ПРОБЛЕМА ЗАСОРЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО И ОКОЛОЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА

Чувилина А. Д.
Под руководством Бурко В. И.
ГБОУ ДО РК МАН «Искатель»
г. Симферополь
E-mail: td_winside@mail.ru

Abstract — The purpose of this study is to study the problem of clogging of outer and near-Earth space, as well as to build a mathematical model describing Kessler syndrome.

1. Введение

В данной работе рассмотрены причины засорения космического пространства, методы его очистки, а также построена математическая модель, описывающая синдром Кесслера.

2. Основная часть

В работе описан синдром Кесслера и более детально рассмотрены методы очистки околоземного пространства от космического мусора (активные и пассивные).

Построена математическая модель, описывающая синдром Кесслера. В модели существует два типа объектов на орбите: спутники и мусор. Чем больше мусора, тем больше вероятность столкновения, и, соответственно, производства нового мусора. Составив уравнения для вычисления количества обломков (n) и спутников (N), мы получим следующие выражения:

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = 100 - 3 \times 10^{-10} Nn$$

$$\frac{\Delta n}{\Delta t} = 10^4 + 3 \times 10^{-6} Nn - 10^{-2} n$$

и найдём, что качественный перелом произойдет через 50–100 лет!

Для популяризации данной проблемы разработан сайт.

3. Заключение

Космический мусор любого размера представляет реальную опасность для действующих космических аппаратов и экологии околоземного пространства.

Количество мелкого космического мусора значительно превышает численность крупных объектов и продолжает возрастать.

Для того чтобы отодвинуть срок наступления каскадного саморазмножения космического мусора, всем государствам «космического клуба» необходимо реализовывать на своих космических объектах технологии предупреждения образования, ликвидации, утилизации и увода неактивных техногенных фрагментов с околоземных орбит. Иначе, согласно произведенным расчетам и их анализу прелом произойдёт через 50-100 лет.

О ДЕЛИМОСТИ ЧИСЕЛ СПЕЦИАЛЬНОГО ВИДА

Дрёмов А. А.
Под руководством Третьякова Д. В.
ГБОУ ДО РК МАН «Искатель»
г. Симферополь
E-mail: tetradyoutoo@gmail.com

Abstract — Criteria for the divisibility of several forms of numbers of a special kind are derived using the method of mathematical induction. Examples which illustrate the application of proven criteria are constructed.

1. Введение

Данная работа посвящена рассмотрению делимости чисел специального вида. Рассматриваются несколько видов чисел специального вида, определяются и доказываются критерии делимости таких чисел, а также рассматриваются примеры использования полученных критериев делимости на практике.

2. Основная часть

В основу работы положена известная теорема о делимости на число $m \in N$ чисел вида

$$ab^n + cn + d,$$

где $\{a, c, d\} \in Z$, $b \in N$, $n \in N \cup \{0\}$.

Далее в работе изучается задача о делимости на m чисел вида

$$ab^n + cd^n + h,$$

где $\{a, c, h\} \in Z$, $\{b, d, m\} \in N$, $n \in N \cup \{0\}$ и для этих чисел доказывается критерий делимости.

Далее в работе обосновываются необходимые и достаточные условия делимости на m чисел более общего вида

$$ab^n + cd^n + fn + h,$$

где $f \in Z$.

Рассмотрены иллюстрирующие примеры.

3. Заключение

В данной работе доказаны критерии делимости чисел специального вида и иллюстрирующие примеры. Полученные результаты могут быть применены для составления различных олимпиадных задач.

СИСТЕМА БАЗЫ ДАННЫХ БУЁВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Быкасов М. Е.
Под руководством Дурманова М. А.
ГБОУ ЦДО «Малая академия наук»
г. *Севастополь*
E-mail: bda.nsbr1607@yandex.ru

Abstract — A database system is considered that collects, brings into a single form and systematizes data from buoys for various purposes, including environmental monitoring buoys of the «Marlin-Yug» company. The proposed solution makes it possible to conveniently view data and sort it. At this stage of development, a prototype of the system has been created and launched online in a closed format.

1. Введение

Простое получение и обработка данных с различных автономных экологический станций — важный критерий для слежения за экологической ситуацией родного края и оперативной реакции по устранению возникающих проблем. В настоящий момент у компании «Марлин-Юг» отсутствует единая база данных для её устройств.

Целью работы является разработка системы, позволяющей сохранять отправленные со станций мониторинга данные, систематизировать их и предоставлять в браузер по требованию пользователя.

2. Основная часть

Для разработки серверной части проекта было решено выбрать язык *JavaScript* на программной платформе *Node.js*. Платформа многофункциональна и подходит для разработки проектов разного плана. Для упрощения работы, в качестве вспомогательного языка был выбран *Python*.

Для хостинга системы на этапах разработки было решено использовать *VPS* от арендатора виртуальных серверов *Timeweb* на операционной системе *Ubuntu* 22.04. Выбор был сделан из-за многофункциональности и сравнительно низкой цены.

Пример клиентской части пользовательского интерфейса показан на рис. 1. Браузер отправляет по адресу сервера определённого формата запрос, получая необходимую страницу в ответ.

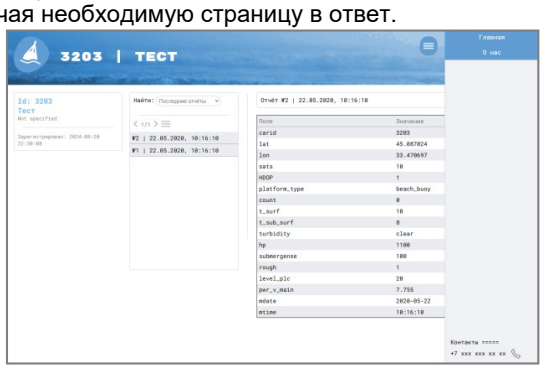


Рис. 1

3. Заключение

Проект может быть усовершенствован путём добавления облегчающих работу функций и оптимизации работы с базой данных. Практическое применение данной системы весьма широко: её можно использовать для получения различных научных данных в реальном режиме времени и отслеживания экологического состояния в регионе.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Сборник научных трудов

Вып 7, 2024 г.

Рубрики сборника:

1. Радиоэлектронные комплексы, системы и устройства, 2. Инфокоммуникационные системы и сети, 3. Программируемые устройства микро- и наноэлектроники, 4. Антенны, устройства микроволновой техники и радиофотоника, 5. Измерение и контроль параметров сигналов, цепей, материалов и технологических процессов, 6. Методы и средства цифровой обработки информации и компьютерные технологии, 7. Схемотехника и компонентная база электронных устройств, 8. Интеллектуальные технические системы, 9. Web-технологии и компьютерная графика, 10. Методы и средства обеспечения безопасности объектов и информации, 11. Исторические аспекты радиоэлектронных и телекоммуникационных технологий.

Адрес редакции:
ул. Университетская, д. 33, Севастополь, 299053
Тел. редакции: (8692) 41-77-41 (добавочный 1069)
https://www.sevsu.ru/nauka/pechat-izdaniya/sbornik-nauchnykh-trudov-sovremennye-problemy-radioelektroniki-i-telekommunikatsiy
E-mail: confrt@sevsu.ru

Отпечатано в типографии Printex
ул. Кулакова, д. 59а, Севастополь, 299011
Тел.: (8692) 46-47-44, (8692) 45-56-78

Публикуемые материалы прошли обязательную процедуру рецензирования и экспертного отбора. Авторы опубликованных материалов несут полную ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, данных, имен собственных и прочих сведений.

Редакция не несет ответственности за нарушение авторами исключительных прав на результаты интеллектуальной деятельности третьих лиц. Мнение редакционной коллегии может не совпадать с позицией авторов.

Учредитель и издатель
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»
ул. Университетская, 33, Севастополь, 299053

Главный редактор: Савочкин А. А.

Подписано к печати 11.10.2024. Заказ 2412019. Дата выхода в свет: 13.01.2025. Тираж: 45 экз.
Свободная цена. Формат 89×124М/16. Бумага офсетная. Уч.-изд. л. 32,2

Севастопольский «Испытательный центр «Омега» - филиал ФГУП НИИР

Создан в Севастополе в 1968 году как базовый испытательный центр предприятий - разработчиков и изготовителей аппаратуры радиосвязи морской и сухопутной подвижной службы. Сегодня Севастопольский Испытательный центр "Омега" - филиал ФГУП НИИР – это технически компетентная и независимая лаборатория, которая предоставляет услуги по сертификационным испытаниям продукции

Компетенции Испытательного центра «Омега»:

- функциональные испытания радио- и телекоммуникационного оборудования;
- испытания оборудования на электромагнитную совместимость;
- испытания на безопасность низковольтного оборудования;
- механико-климатические испытания оборудования;
- электроакустические и телефонометрические испытания оборудования;
- сертификационные испытания аварийных радиобуев КОСПАС-САРСАТ;
- сертификационные испытания устройств ЭРА-ГЛОНАСС.

ИЦ «Омега» проводит измерения и расчет электромагнитной совместимости радиоэлектронных устройств различного назначения.





Технические возможности ИЦ «Омега» подтверждены аккредитацией в Федеральной службе по аккредитации Российской Федерации по техническим регламентам Таможенного Союза.
ИЦ «Омега» имеет признание в Российском Морском регистре судоходства, Российском Речном Регистре, Авиационном Регистре.





299053, РФ, г. Севастополь, ул. Вакуленчука, 29
тел.: +7(8692) 537-072 / факс: +7(8692) 455-534 / e-mail: stcomega@niir.ru

ООО «Инжиниринговый центр СевГУ»

Наши контакты:
299038, г. Севастополь,
пр-кт Октябрьской революции, д. 38, корп. 4.
Тел. +7 (8692) 43 50 29
engineering@sevsu.ru

ООО «Инжиниринговый центр СевГУ» – это предприятие, оказывающее инжиниринговые услуги предприятиям радиоэлектронной промышленности в области разработки электронных компонентов и приборов на их основе.

Основные направления деятельности

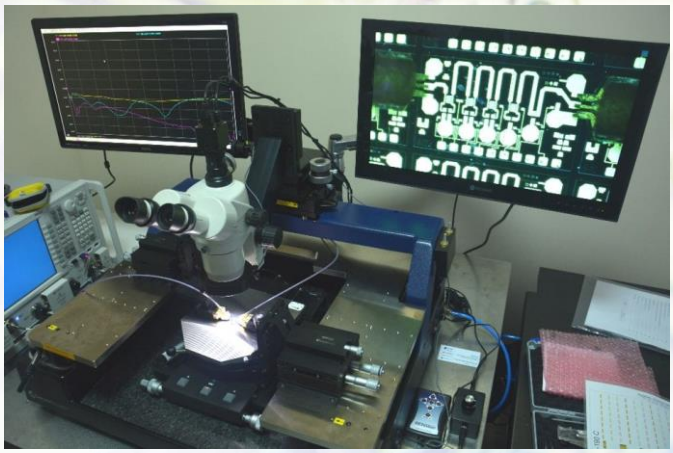
Разработка систем-на-кристалле (СнК), систем-в-корпусе (СвК), гибридных интегральных схем СВЧ диапазона

Разработка радиоэлектронной аппаратуры на основе микроконтроллеров, цифровых сигнальных процессоров и программируемых логических интегральных схем

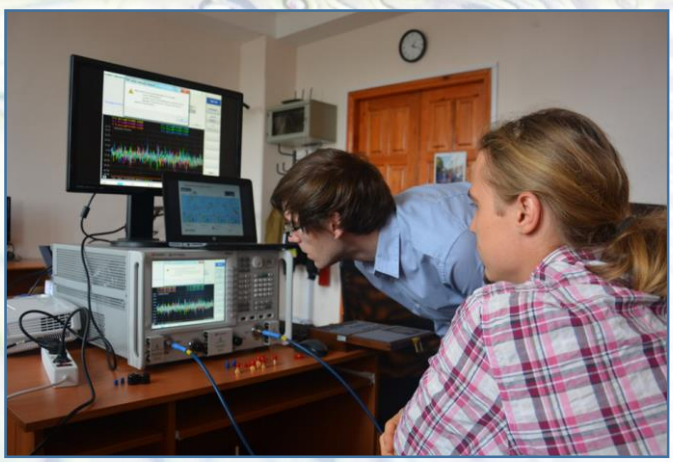
Разработка цифровых, аналоговых и смешанных монолитных интегральных схем

Тестирование опытных партий кристаллов интегральных схем в диапазоне частот до 50 ГГц

Оборудование



Стенд для тестирования кристаллов интегральных схем на базе зондовой станции **Cascade EPS200RF**



Анализатор СВЧ цепей **Keysight PNA-X N5245A**

Центр создан при поддержке Минобрнауки РФ и Минпромторга РФ