ISSN: 2658-6347

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

№ 6
2023

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Издаётся с октября 2018 года

Выходит 1 раз в год

Москва-Севастополь 2023

УДК 621.37+621.317+537.86
ББК 32.84

Главный редактор Савочкин А. А., канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Инновационные телекоммуникационные технологии» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

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

Ответственный секретарь Кудрявченко И. В., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Радиоэлектронные системы и технологии» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

Редакционная коллегия:

Михайлюк Ю. П., канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Электронная техника» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»;
Редькина Е. А., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Инновационные телекоммуникационные технологии» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»;
Тыщук Ю. Н., доцент кафедры «Радиоэлектронные системы и технологии» 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, 2023. — № 6. — 254 с.

Сборник содержит материалы 19-й Международной молодежной научно-технической конференции *«Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, РТ-2023*», посвященные 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., доцент, заведующий кафедрой Севастопольского государственного университета, г. Севастополь.

Заместители сопредседателей оргкомитета:

Кудрявченко И. В., доцент 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;

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;

Долгушев С. В., генеральный директор АО «КБ Радиосвязи», г. Севастополь;

Ермолов П. П., доцент, 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;

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

Михайлюк Ю. П., доцент, заведующий кафедрой 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;

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

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Председатель программного комитета:

Савочкин А. А., доцент, заведующий кафедрой Севастопольского государственного университета, г. Севастополь.

Заместители председателя программного комитета:

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

Михайлюк Ю. П., доцент, заведующий кафедрой 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;

Редькина Е. А., 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;

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;
- Филиал ФГУП РТРС «Радиотелевизионный передающий центр Республики Крым», г. Симферополь;
- Севастопольский «Испытательный центр «ОМЕГА» — филиал ФГБУ НИИР, 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 16

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Стецунов Д. В., Тертышников В. Б. Китайский М. С., Мерглодов И. В. Линейка твердотельных усилителей мощности 22

Безгин А. А. Планарные антенны спутниковых систем связи для морских автономных дрейфующих буёв 25

СЕКЦИЯ 1

РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ, СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА

Петров Ю. В., Макеев И. А. Влияние случайных порывов ветра на качество радиолокационных изображений, формируемых на борту лёгкого беспилотного летательного аппарат 30

Евсеев В. И., Крылова М. А., Сотникова Н. В., Страхов С. Ю. Оценка взаимного влияния радиоэлектронных средств летательных аппаратов при решении навигационных задач 31

Аникин Г. С. Система для оценки и анализа условий распространения радиоволн различных диапазонов 32

Петров Ю. В., Васильева В. А. Анализ глобальной навигационной спутниковой системы BeiDou 33

Патрушева М. С., Нескородов С. Е., Усков Г. К. Двукоординатная импульсная РЛС, использующая сверхкороткие импульсы 34

Корчагин Ю. Э., Титов К. Д., Ключникова В. И. Максимально правдоподобный алгоритм различения уровня фазовой манипуляции 35

Корчагин Ю. Э., Титов К. Д., Ушков А. С., Моделина В. В. Нейросетевой алгоритм различения уровня фазовой манипуляции 36

Корчагин Ю. Э., Титов К. Д., Завалишина О. Н. Оценка частоты последовательности сверхширокополосных квазирадиосигналов с неизвестной длительностью 37

Тертышный О. И., Паслён В. В. Радиолокационное сечение рассеяния непроводящих ток неоднородных структур 38

Тюнин Д. И., Табакаев Д. И. Распределённая система для обеспечения безопасности 39

Палаев С. В., Палаев И. С., Лукичев В. А., Чернышев Е. Е., Шудрин М. И. Экспериментальные исследования режима наложения информации в современной судовой РЛС 40

Артемова Е. С., Сличенко М. П. Алгоритм идентификации движущихся источников радиоизлучения 41

Косарев Н. А., Широков И. Б. Бимодальная система передачи данных под водой 42

Косарев Н. А., Широкова Е. И., Широков И. Б. Измерение дальности под водой 43

Овчаров П. П., Широкова Е. И. Измерительная установка для исследования характеристик беспроводной оптической VLC системы 44

Овчаров П. П., Широкова Е. И. Исследование светоизлучающих диодов в составе измерительной установки для тестирования беспроводной оптической VLC системы 45

Овчаров П. П., Петренко В. И. Электронная нагрузка повышенной мощности для испытания импульсных источников питания 46

Смаилов С. Ф., Крамаренко А. С., Кирюхина Е. К., Афонин И. Л., Поляков А. Л. Дифференциальный усилитель компасного канала автоматического радиокомпаса....47
Орлюк Д. О., Никулин Е. Е., Исайченков И. И., Маленко В. А., Поляков А. Л., Афонин И. Л. Анализ тактико-технических требований, предъявляемых к корреляционно-экстремальным системам навигации летательных аппаратов....48
Уласюк Б. Н., Заяц Д. С., Тыщук Ю. Н., Поляков А. Л. Передающее устройство аварийного радиолокационного ответчика на основе микроконтроллера....49
Вяткина Е. А., Лукьянчиков А. В., Овчаров П. П. Приёмник для мониторинга параметров RFID считывателя....50
Тарасов В. Ф., Михайлюк Ю. П. Разработка системы удалённого управления беспилотным летательным аппаратом....51
Слюсарчук Д. В., Иськив В. М. Двунаправленный кольцевой балансный смеситель на диодах УВЧ диапазона....52
Афонин И. Л., Табакаев Д. И., Ярова А. В., Дзись М. Е. Информационная система «Экосистема IIOT Море» прогнозирования загрязнения морской экосистемы....53
Чернухин В. О., Паслён В. В. Обзор рынка отечественных средств радиоэлектронного подавления малых беспилотников....54
Полубоярцев В. О., Агеев Д. С., Еськов А. А., Редькина Е. А. Разработка системы сбора данных о лесных пожарах....55
Миронов А. Ф., Миронов П. А., Дементьев А. В., Калищук Е. И. Модель канала РЛС с синтезированной апертурой....56
Боков Г. В., Сорокин Н. А. Геофизическая навигация автономных подводных аппаратов....57
Боков Г. В., Сорокин Н. А. Средства автоматической радиолокационной прокладки....58
Паслён В. В., Чурсин С. В. Проектирование передатчика помех для подавления канала управления БПЛА в диапазонах частот 450 и 950 МГц....59
Ничик М. М., Михайлюк Ю. П. Разработка мобильного носимого устройства спортсмена....60
Бандурин А. Г., Михайлюк Ю. П. Солнечная электростанция маломерного судна....61
Бандурин А. Г., Михайлюк Ю. П. Анализ выработки электроэнергии солнечной электростанцией маломерного судна....62
Кудрявченко И. В., Васильев А. В., Камцев Я. А., Калюжный Б. К. Современные возможности радиоинтерферометрии со сверхдлинными базами для исследования космического пространства....63

СЕКЦИЯ 2

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

Мельников А. В., Ермаков Н. А. Рецепторы и источники электромагнитных излучений судового оборудования радиосвязи и навигации....66
Егоров В. В., Гордеева Д. А. Метод увеличения разрядности кода DTMF-стандарта....67
Корчагин Ю. Э., Титов К. Д., Петров Ю. Г., Лазовой Д. Р. Сравнительный анализ эффективности обнаружения сверхширокополосных сигналов типовых форм стандарта IEEE 802.15.4....68
Бодриков С. Ю., Лукьянчиков А. В., Иванченко Д. С., Закурдаева Е. Я. Особенности организации доступа к сети интернет в общественных Wi-Fi сетях....69
Добчинская Е. В., Лукьянчиков А. В., Токарев Д. Е., Филюхин А. П., Нестеренко А. И. Особенности выбора протокола связи распределённой системы сбора данных....70
Бондаренко В. А. Устройство идентификации пользователей в системе контроля и управления доступом....71
Еськов А. А., Агеев Д. С., Полубоярцев В. О., Табакаев Д. И. Разработка беспроводной сети с применением MESH Wi-Fi....72
Петрушин С. А., Редькина Е. А., Велюллаев Э. У. Янкин Д.Е. Концепция системы удалённого мониторинга здоровья с применением технологии 5G....73

Лапицкая М. Р., Муренький А. Ю., Сметанина Т. И. Возможности использования стендов с инфракрасными излучателями в изучении беспроводных технологий 74
Маркелова М. А., Тымченко Н. Моделирование системы массового обслуживания для анализа агрегированного трафика 75
Громоздин В. В., Тополов К. М. Сервер системы «Умный дом» на микрокомпьютере Raspberry PI 76
Редькина Е. А., Травкина М. Д., Маленко В. А. Автоматизация хранения продуктов питания. Вопросы обработки и отображения данных 77
Парамонов В. В., Головин В. В. Двухдиапазонный волоконно-оптический EDFA усилитель 78
Иськив В. М., Мединский А. А. Система концертного акустического мониторинга 79
Лысенко Н. М., Литовко Е. В., Тыщук Ю. Н. Использование Static API для отслеживания беспилотного исследовательского судна 80
Беленко М. С., Дегтярев А. Н. Оценка уровня межсимвольной интерференции в системах передачи информации методом амплитудно-импульсной манипуляции 81
Беленко М. С., Дегтярев А. Н. Подавление межсимвольной интерференции в системах передачи информации методом амплитудно-импульсной манипуляции 82
Велюллаев Э. У., Редькина Е. А., Петрушин С. А., Янкин Д. Е. Концепция применения шифрования «Кузнечик» в целях реализации защиты сетей инфокоммуникации 83
Редькина Е. А., Велюллаев Э. У., Янкин Д. Е., Петрушин С. А., Овчаров П. П. Математическая модель для исследования влияния морской воды на распространение магнитного поля 84
Маленко В. А., Редькина Е. А. Применение беспроводной Wi-Fi MESH-сети для передачи данных в системе хранения 85
Маленко В. А., Травкина М. Д., Гаспарян Р. Р. Система автоматизации хранения продуктов на предприятиях общественного питания 86
Маленко В. А. Актуальность и перспективы применения беспроводных Wi-Fi MESH-сетей для передачи данных 87
Гаспарян Р. Р., Савочкин А. А., Ночовный А. Д. Исследование совместного проектирования сетей мобильной связи 2G/GSM и 4G/LTE 88
Гаспарян Р. Р., Савочкин А. А. Радиопланирование мобильной сети связи 4G/LTE 89
Королев А. В., Дурманов М. А. Система безопасности умного дома 90

СЕКЦИЯ 3

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ УСТРОЙСТВА МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Абрамов И. И., Коломейцева Н. В., Щербакова И. Ю., Ермак В. О., Поляков И. С. Расчёт вольт-амперной характеристики полевых транзисторов на основе двухслойного графена 92
Азаров А. А., Ходаковский А. А. Разработка модуля Wi-Fi для управления беспилотного летательного аппарата 93
Азаров А. А., Ходаковский А. А., Верещагин Т. А. Алгоритм работы системы управления бесщёточными двигателями беспилотного летательного аппарата 94
Преображенский А. П., Грюкалов В. П. Моделирование производства интегральных микросхем с применением адаптивного управления 95
Боровский М. А. Аварийно-предупредительная сигнализация дизель-генератора 96
Кваша Д. И., Ходаков С. А., Рукосуев Е. Р. Разработка устройства для предотвращения критических ситуаций на предприятии 97
Рукосуев Е. Р., Начаров Д. В. JTAG программатор и отладчик микроконтроллеров на микросхеме Ft2232H 98
Васин Е. Е., Щекатурина Д. А., Щекатурин А. А. Разработка регулятора освещённости 99

Миронов В. М., Пузырев А. В., Щекатурина Д. А., Щекатурин А. А. Разработка программного обеспечения микроконтроллерного регулятора освещённости 100
Алексеева Е. Е., Панитевский А. В. Разработка светодиодного светильника 101

СЕКЦИЯ 4

АНТЕННЫ, УСТРОЙСТВА МИКРОВОЛНОВОЙ ТЕХНИКИ И РАДИОФОТОНИКА

Кондратьев Д. П., Нескородов С. Е. Особенности измерения характеристик антенн в метровом и дециметровом диапазонах длин волн 104
Преображенский А. П., Тушканова А. Р. Оптимизация характеристик антенных структур 105
Преображенский А. П., Ольховский А. А. Анализ рассеяния электромагнитных волн на магнито-диэлектрическом объекте 106
Слезкин В. Г., Неведров М. Г., Слезкин Г. В. Микрополосковый MEMS-варактор 107
Слезкин В. Г., Неведров М. Г., Хомочкина Д. С. Широкополосная турникетная антенна 108
Слезкин В. Г., Неведров М. Г., Слезкин Г. В. Двухсекционная микрополосковая антенна 109
Бугаёв П. А., Присяжнюк С. Н. Синтез и анализ комбинированного волноводного направленного ответвителя на основе плоского металлодиэлектрического волновода 110
Широков И. Б., Карпов В. Ю., Поляшева В. В. Организация покрытия широкополосным доступом республики Крым 111
Козлов В. Н., Кузьменко И. С., Головин В. В. Спутниковая многолучевая зеркальная антенна с развертываемым рефлектором 112
Николаев А. К., Борисёнок А. В., Головин В. В. Полосковая печатная директорная антенна Yagi-Uda 113
Козлов В. Н., Кузьменко И. С., Головин В. В. Компактная широкополосная антенная решётка излучателей Вивальди 114
Ткаченко М. О., Головин В. В. Модель диаграммообразующего устройства на основе оптической матрицы Батлера 115
Васин Е. Е., Щекатурин А. А. Анализ вибраторной антенны с наклонёнными плечами 116
Васин Е. Е., Щекатурин А. А. Анализ широкополосной печатной антенны 117
Миронов А. Ф., Швец Н. С. Способы радиоэлектронной борьбы с БПЛА 118

СЕКЦИЯ 5

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

Видрицкий А. Э., Ланин В. Л. Оптимизация процесса герметизации приёмников ИК-излучения в вакууме 120
Дорофеев В. С., Егоров В. В. Акустическая псевдодальномерная система локального позиционирования 121
Горобец Д., Егоров В. В. Использование ультразвука для обнаружения дефектов в бытовых и промышленных приборах 122
Мишина К. Ю. Лабораторный стенд для исследования параметров солнечной батареи 123

Егоров В. В., Золотенкова М. К. Устройство измерения малых изменений концентраций биогенных аминов 124
Громоздин В. В., Козуб М. С., Дробжев Д. Д. Учёт электромагнитной совместимости при определении дальности ОВЧ радиосвязи в направлении судно-берег 125
Громоздин В. В., Козуб М. С., Васильев Д. В. Апробация методики оценки обеспечения электромагнитной совместимости береговой станции морского района А1 ГМССБ 126
Колесникова В. А., Дашиева Н. С. Метод оптической диагностики растительных материалов на примере перца 127
Агеев Д. С., Полубоярцев В. О., Еськов А. А., Дурманов М. А. Устройство для измерения параметров морской воды в прибрежной зоне 128
Кузьменко В. А., Ломоносов С. Е., Беленко М. С. Разработка блока управления автомобильной системой контроля качества дорожного покрытия 129
Кузьменко В. А., Ломоносов С. Е., Беленко М. С. Разработка датчика контроля качества дорожного покрытия автомобильной системы 130
Лысенко Н. М., Литовко Е. В., Тыщук Ю. Н. Применение численных методов для решения нелинейных уравнений в приборах встроенного контроля 131
Гаспарян Р. Р., Савочкин А. А., Савинов В. В. Методика измерения функциональных характеристик базовой станции мобильной сети 132

СЕКЦИЯ 6

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Карлусов В. Ю., Чернюк Д. И. Имитационная цифровая модель процесса ветрового волнения 134
Маргарян М. С., Бадалян Б. Ф. Моделирование алгоритма электронной цифровой подписи RSA 135
Лаврова Е. В., Иванов Г. А. Совершенствование методики измерений свойств жидкостей с применением машинного зрения и нейронных сетей 136
Палаев С. В., Палаев И. С., Лукичев В. А., Чернышев Е. Е., Дидус В. Т. Принципы моделирования процесса уточнения траектории летательного аппарата во время пролёта над районом коррекции 137
Палаев С. В., Палаев И. С., Лукичев В. А., Чернышев Е. Е., Дидус В. Т. Моделирование и исследование процесса уточнения траектории летательного аппарата во время пролёта над районом коррекции 138
Загумённов А. В., Кузьмин В. А. Оценка ошибок определения ракурса подвижных протяжённых надводных объектов на основе цифровой обработки радиолокационного дальностно-азимутального портрета 139
Ходаковский А. А. Сравнительный анализ протоколов управления и телеметрии БПЛА MSP и MAVLINK 140
Ходаковский А. А., Верещагин Т. А. Приём и демодуляция Chirp Spread Spectrum сигналов с использованием Python и SDR приёмника 141
Верещагин Т. А., Вигерина А. Д. Имитация MSP для управления FPV квадрокоптером с использованием однопалатного компьютера 142
Вигерина А. Д., Верещагин Т. А. Использование шума Перлина для процедурной генерации цифровых текстур 143
Азаров А. А., Вигерина А. Д., Верещагин Т. А. Использование цифровых шумов для цифровой-визуальной имитации огня 144
Азаров А. А., Вигерина А. Д. Использование игровых движков в научных целях 145
Дмитриев И. С., Востров А. Ю. Преобразование периодических функций, представленных рядом Котельникова 146

Нестеренко А. И., Лукьянчиков А. В. Алгоритм нахождения курса движения судна с повышенной точностью 147
Заев Л. С. Разработка тренажёра экстремального вождения на специализированных гоночных трассах 148
Бузо С. С., Ильяш Д. В., Кубрин С. А., Рыженко И. В., Лукьянчиков А. В. Особенности генерирование сигналов OQPSK в полярной системе 149
Афонин И. Л., Табакаев Д. И., Ярова А. В., Дзись М. Е. Хранение, обработка и передача данных в информационной системе «Экосистема IIoT Море» 150
Гордеев Е. А., Вильсон Н. Г. Анализ особенностей графического редактора GIMP для подготовки олимпиадных команд 151
Соловьев А. А., Вильсон Н. Г. Применение математических библиотек PYTHON в качестве основы для разработки нейронных сетей 152
Иванюк Т. А., Тыщук Ю. Н. Цифровой параметрический эквалайзер на основе всепропускающего фильтра 153
Байздренко А. А., Янко В. В. Лабораторный стенд для моделирования программно-аппаратных средств локальных систем навигации объектов при их изучении в вузе 154
Шундрин М. И., Начаров Д. В., Дидус В. Т. Мобильное приложение для сканирования документов 155
Девицына С. Н., Захаров А. П., Хорошайло В. С. Разработка нового метода навигации для общественного транспорта 156
Байздренко А. А., Игнашева Е. П., Ульченко А. В. Применение беспроводной технологии при разработке лабораторных стендов с динамическими объектами для практикума в вузе 157

СЕКЦИЯ 7

СХЕМОТЕХНИКА И КОМПОНЕНТНАЯ БАЗА ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Баранов А. Н., Баранов Н. А., Косюк В. И. Применение активных Г-образных фильтров 160
Абрамов И. И., Коломейцева Н. В., Романова И. А., Щербакова И. Ю., Поляков И. С., Ермак В. О. Расчёт ВАХ многобарьерных гетероструктур с вертикальным транспортом, содержащих 2D-материалы 161
Бурлака В. В., Гулаков С. В., Головин А. Ю. Универсальный двунаправленный изолированный DC/AC преобразователь 162
Бурлака В. В., Гулаков С. В., Головин А. Ю. Система беспроводной передачи энергии 163
Бурлака В. В., Гулаков С. В., Головин А. Ю. Перспективный сварочный инвертор 164
Романов Т. Р., Егоров В. В. Импульсный повышающий преобразователь напряжения с повышенной эффективностью управления затвором силового транзистора 165
Поливцев А. Д., Егоров В. В. Модуль автоматической подстройки резонанса узкополосного фильтра для работы в системах с частотным разделением каналов 166
Барздун В. Д., Жильцов О. Г., Шинтябин Е. В. Ультразвуковая технология очистки воды 167
Мельников А. В., Капнопуло Д. В., Муратов А. Э., Колтунов А. С. Потери мощности в усилителях, работающих в режиме G 168
Абрамов И. И., Щербакова И. Ю., Коломейцева Н. В., Романова И. А., Ермак В. О., Поляков И. С. Моделирование многобарьерных резонансно-туннельных структур на основе Gan/$Al_{0,18}Ga_{0,82}N$ с вертикальным транспортом 169
Манько А. С., Зеленкевич Д. Ю., Смаилов С. Ф., Ветров И. Л. Интегральный КМОП 180 нм перестраиваемый фильтр нижних частот для гидроакустических систем 170
Галуцкий В. В., Гедерим А. А. Влияние состава кристаллической подложки ниобата лития на спектры поглощения 171

Зеленкевич Д. Ю., Манько А. С., Смаилов С. Ф., Ветров И. Л. Интегральный КМОП 180 нм резистивный управляемый аттенюатор 172
Смаилов С. Ф., Манько А. С., Зеленкевич Д. Ю., Ветров И. Л. Интегральный КМОП 180 нм токовый компаратор с защёлкой с чувствительностью 5 мкВ 173
Торхов Н. А., Ткаченко М. О., Манько А. С. Оптимизация кристаллов планарных диодов Шоттки для работы в X-, Ka- и W-диапазонах....174
Зеленкевич Д. Ю., Манько А. С., Смаилов С. Ф., Ветров И. Л. Интегральный КМОП 180 нм формирователь квадратурных сигналов на основе петли ФАПЧ 175
Смаилов С. Ф., Манько А. С., Зеленкевич Д. Ю., Ветров И. Л. Интегральный КМОП 180 нм 12-битный цифро-аналоговый преобразователь со взвешиванием токов....176

СЕКЦИЯ 8

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Рыбалко С. Ю., Цапик Д. К., Степанов И. А., Горлова А. А., Полтавская С. С. Идентификация колоний бактерий с использованием свёрточной нейронной сети....178
Нудьга А. А., Цапик Д. К., Горлова А. А., Полтавская С. С. Автоматизация трассировки печатных плат с помощью генетических алгоритмов пакета PYGENE 179
Липко И. Ю. Идентификация и управление в горизонтальной плоскости АНПА MiddleAUV....180
Барздун В. Д., Жильцов О. Г., Шинтябин Е. В. Использование ИИ-технологий для сортировки и оценки медицинских баз данных....181
Дементьев В. Е., Андриянов Н. А. Сегментация запрещённых объектов на рентгеновских снимках багажа 182
Липко И. Ю. Прогноз времени удержания курса в заданном секторе на примере АНПА MiddleAUV....183
Красильниченко И. Д., Старчан А. Д., Мурзин Д. Г. Развитие отечественной операционной системы: поддержка архитектур отечественных процессоров....184
Крамарь О. А., Альчаков В. В., Абкеримов Т. В., Димин М. Э. Разработка протокола передачи навигационной информации подводных аппаратов внутри гидроакустической среды....185
Крамарь В. А., Якунин Р. Д. Протоколы управление доступом к гидроакустической среде 186
Жиляков П. В. Исследование устойчивости системы наведения автономных подводных аппаратов в присутствии подводных течений....187
Ляшко А. Д. Разработка и исследование алгоритмов динамического позиционирования подводных аппаратов по видеоизображениям....188
Дубовик С. А., Липко И. Ю. Релаксационные и смешанные колебания в моделях киберфизики....189
Осадченко А. Е., Полевик Д. Д. Интеллектуальный подход к идентификации подводных объектов 190
Крамарь О. А., Димин М. Э., Абкеримов Т. В. Разработка программного модуля для интеграции сенсора данных в программный каркас EviNS....191
Альчаков В. В., Антонюк С. С., Параев К. А. Разработка системы управления телеуправляемым необитаемым подводным аппаратом «Катран» 192
Кабанов А. А., Ермаков И. А. Разработка системы управления подводным аппаратом с Y-компоновкой движителей 193
Токарев Д. А., Кудряшов А. В. Исследование средств моделирования систем подводной связи....194
Скороход Б. А., Фомичев В. С. Разработка и исследование алгоритмов обнаружения и классификации объектов в задачах управления сближением подводного аппарата с целью по видеонаблюдениям 195

Савочкин А. А., Тураев И. В. Разработка программно-аппаратного комплекса для самообслуживания в МФЦ 196
Воликов М. С., Быков Е. М., Лисецкий И. В., Литвиненко С. Р., Стародуб М. А., Безгин А. А. Многопараметрический буй для наблюдательной сети оперативного мониторинга морских вод в прибрежных акваториях 197
Девицына С. Н., Колбеев А. Р. Использование искусственного интеллекта для определения номерного знака машин на контрольно-пропускном пункте 198

СЕКЦИЯ 9

WEB-ТЕХНОЛОГИИ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Барздун В. Д., Жильцов О. Г., Шинтябин Е. В., Мурзин Д. Г. Интеллектуальный бот помощник в среде радиотехники 200
Барздун В. Д., Жильцов О. Г., Шинтябин Е. В., Мурзин Д. Г. Инструменты для WEB-парсинга и автоматического анализа WEB-данных 201
Азаров А. А., Смирнов А. А. Создание упаковщика исполняемых файлов операционной системы Windows 202
Азаров А. А., Вигерина А. Д., Верещагин Т. А. Алгоритмы сжатия геометрических данных в цифровом пространстве 203
Галата В. Р., Мурзин В. М., Мурзин Д. Г. Сравнение производительности шаблонизаторов 204
Галата В. Р., Мурзин В. М., Мурзин Д. Г. Валидация форм с помощью библиотеки React-Hook-Form 205
Прокопчик С. Е. Разработка VR-тренажера монтажа линии электропередач 206

СЕКЦИЯ 10

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ И ИНФОРМАЦИИ

Максимовская Н. Л., Коротун И. С., Федяев Ю. А. Безопасность и методы защиты персональных данных 208
Максимовская Н. Л., Червоненко Д. А. Безопасность интеллектуальных систем при решении сложных задач 209
Косолапова А. О., Золотенкова М. К. Система оповещения ультразвукового диапазона частот для слабовидящих людей 210
Нудьга А. А., Цапик Д. К., Горлова А. А., Полтавская С. С., Степанов И. А. Автоматизация работы шлагбаума с помощью программного комплекса iCCTV 211
Девицына С. Н., Монин Н. Д, Тузов Н. А., Проскуряков К. А. Прототип образовательной платформы по правовому обеспечению защиты информации 212
Гладунов Д. С. Создание алгоритма реагирования на сетевые инциденты ИБ с использованием технологий машинного обучения 213
Сметанина Т. И., Бородин М. А. Virtual private network сервисы 214
Девицына С. Н., Хамди Т. Х., Панов Д. Р. Превентивные меры против взлома криптовалютных кошельков 215
Склярук В. Л., Алексеева Е. С. Структуры экономической безопасности предприятия 216
Склярук В. Л., Алексеева Е. С. Модель угроз безопасности информации 217

Склярук В. Л., Чекирда Г. А. Великий китайский файрвол 218
Девицына С. Н., Тузов Н. А., Монин Н. Д. Анализ недостатков методов двухфакторной аутентификации 219
Лащенко И. В., Ветцель М. А. Особенности проектирования комплексных систем безопасности музеев 220
Фетисова В. Ю. Законодательно-правовые и организационные методы обеспечения информационной безопасности 221
Луцышен В. А., Ястремской А. А. Использование искусственного интеллекта для обнаружения кибератак 222
Смотряев М. М., Большунов Д. В. Разработка средства контроля целостности операционной системы Android 223
Лащенко И. В., Лащенко Ю. М., Башарина А. Д. Системы безопасности и аналитика на спортивных объектах 224
Лащенко И. В., Бахтина Е. А. Повышение качества радиолучевых извещателей 225
Паслён В. В., Илюшкин И. А. Обзор технологий обнаружения лиц людей в современных производствах и компаниях 226
Петров С. Н., Цурко В. Е., Егоров В. А. Влияние размера обучающей выборки на точность алгоритмов классификации в задачах верификации диктора по голосу 227
Лащенко И. В., Горбач Е. Б. Решение задач обеспечения безопасности на объектах морского порта 228
Авдикова В. А., Девицына С. Н. Алгоритм разработки подсистемы защиты персональных данных специальной категории в медицинском учреждении 229
Россол-Завалейков М. О., Сагалаев А. В. Реализация VPN-соединения в корпоративной сети с ОС AltLinux 230

СЕКЦИЯ 11

ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Левтеров М. Ю., Бурлака В. В. Исторические аспекты развития беспроводной связи 232
Барздун В. Д., Жильцов О. Г., Шинтябин Е. В., Мурзин Д. Г. История развития подводной связи 233
Дидус В. Т., Шундрин М. И., Афонин И. Л., Поляков А. Л. Заведующий кафедрой «Инновационные телекоммуникационные технологии» 234
Дидус В. Т., Шундрин М. И., Афонин И. Л., Поляков А. Л. Инженер-радиофизик Слезкин В. Г. 235
Лысенко Н. М., Литовко Е. В., Тыщук Ю. Н. Михаил Михайлович Лобанов: фигура в становлении и развитии радиолокации в СССР 236
Литовко Е. В., Лысенко Н. М., Тыщук Ю. Н. Правительственная связь СССР времён Великой Отечественной войны 237
Ватрич А. Д., Зиборов С. Р. Путь к цели А. С. Попова 238
Катеринчук В. И., Ермолов П. П. История развития инфокоммуникаций и радиотехнологий на гражданском флоте России конца XIX — начала XX вв. 239
Калюжный Б. К., Вязенцев Я. А., Васильев А. В., Ермолов П. П. Проект «История развития инфокоммуникаций и радиотехнологий на черноморском флоте и в Крыму» 240
Калюжный Б. К., Ермолов П. П. Народный университет радиоэлектроники (к 60-летию Севастопольского приборостроительного института) 241

ШКОЛА ЮНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

Итоги проведения конкурса исследовательских творческих работ «Школа юного исследователя — 2022» 244
Близниченко А. Ю. Способ решения уравнений с помощью генетического алгоритма 245
Алёшкин Д. И. Повышение надёжности технических систем на основе искусственного интеллекта 246
Харитонова Л. Г. Способ классификации текстовых документов на основе векторного представления 246
Финал конкурса «Школа юного исследователя — 2023» 247
Адонин А. Д. Управление движением упругого объекта при оптимальном перемещении 248
Наконечный Д. И. Разработка беспилотного робота-помощника 248
Чесноков В. В. Мощный фонарь 249
Баздырев Д. А. Система мониторинга состояния здоровья пациента 249
Коптелов М. М. Умная лампа для животных и птиц 250
Сурначев А. В. Разработка устройства с голосовым управлением и собственного программного обеспечения для работы IOT девайсов 250
Близниченко А. Ю. Приложение для создания и использования нейронных систем «ANNA» 251
Аксютин Н. А. Платформа обработки форм и заявлений центра выявления и поддержки одарённых детей г. Севастополя «Альтаир» 251
Гущин М. С. Образовательная платформа и конструктор онлайн-курсов, викторин и уроков центра «Альтаир» 252
Николаевский И. А. Платформа планирования трудовой деятельности и учёта рабочего времени сотрудников 252
Алёшкин Д. И. Метод построения комплексных нейронных сетей для диагностики электрических систем переменного тока 253
Кулик Е. О. Платформа поддержки и сопровождения одарённых детей центра «Альтаир» 253

АЛФАВИТНЫЙ СПИСОК АВТОРОВ

А

Абкеримов Т. В. 185, 191
Абрамов И. И. 92, 161, 169
Авдикова В. А. 229
Агеев Д. С. 55, 72, 128
Адонин А. Д. 248
Азаров А. А. 93, 94, 144, 145, 202, 203
Аксютин Н. А. 251
Алексеева Е. Е. 101, 216, 217
Алёшкин Д. И. 246, 253
Альчаков В. В. 185, 192
Андриянов Н. А. 182
Аникин Г. С. 32
Антонюк С. С. 192
Артемова Е. С. 41
Афонин И. Л. 47, 48, 53, 150, 234, 235

Б

Бадалян Б. Ф. 135
Баздырев Д. А. 249
Байздренко А. А. 154, 157
Бандурин А. Г. 61, 62
Баранов А. Н. 160
Баранов Н. А. 160
Барздун В. Д. 166, 181, 200, 201, 233
Бахтина Е. А. 225
Башарина А. Д. 224
Безгин А. А. 25, 197
Беленко М. С. 81, 82, 129, 130
Близниченко А. Ю. 245, 251
Бодриков С. Ю. 69
Боков Г. В. 57, 58
Большунов Д. В. 223
Бондаренко В. А. 71
Борисёнок А. В. 113
Боровский М. А. 96
Бородин М. А. 214
Бугаёв П. А. 109
Бузо С. С. 149
Бурлака В. В 162, 163, 164, 232
Быков Е. М. 197

В

Васильев А. В. 63, 240
Васильев Д. В. 126
Васильева В. А. 33
Васин Е. Е. 99, 116, 117
Ватрич А. Д. 238
Велюллаев Э. У. 73, 83, 84
Верещагин Т. А. 94, 141, 142, 143, 144, 203
Ветров И. Л. 170, 172, 173, 175, 176
Ветцель М. А. 220
Вигерина А. Д. 142, 143, 144, 145, 203
Видрицкий А. Э. 120
Вильсон Н. Г. 151, 152
Воликов М. С. 197
Востров А. Ю. 146
Вязенцев Я. А. 240
Вяткина Е. А. 50

Г

Галата В. Р. 204, 205
Галуцкий В. В. 171
Гаспарян Р. Р. 86, 88, 89, 132
Гедерим А. А. 171
Гладунов Д. С. 213
Головин А. Ю. 162, 163, 164
Головин В. В. 78, 112, 113, 114, 115
Горбач Е. Б. 228
Гордеев Е. А. 151
Гордеева Д. А. 67
Горлова А. А. 178, 179, 211
Горобец Д. 122
Громоздин В. В. 76, 125, 126
Грюкалов В. П. 95
Гулаков С. В. 162, 163, 164
Гущин М. С. 252

Д

Дашиева Н. С. 127
Девицына С. Н. 156, 198, 212, 215, 219, 229
Дегтярев А. Н. 81, 82
Дементьев А. В. 56
Дементьев В. Е. 182
Дзись М. Е. 53, 150
Дидус В. Т. 137, 138, 155,234, 235
Димин М. Э. 185, 191
Дмитриев И. С. 146
Добчинская Е. В. 70
Дорофеев В. С. 121
Дробжев Д. Д. 125
Дубовик С. А. 189

Дурманов М. А. 90, 128

Е

Евсеев В. И. 31
Егоров В. А. 227
Егоров В. В. 67, 121, 122, 124, 165, 166
Ермак В. О. 92, 161, 169
Ермаков И. А. 193
Ермаков Н. А. 66
Ермолов П. П. 239, 240, 241
Еськов А. А. 55, 72, 128

Ж

Жильцов О. Г. 166, 181, 200, 201, 233
Жиляков П. В. 187

З

Завалишина О. Н. 37
Загумёнов А. В. 139
Заев Л. С. 148
Закурдаева Е. Я. 69
Захаров А. П. 156
Заяц Д. С. 49
Зеленкевич Д. Ю. 170, 172, 173,175, 176
Зиборов С. Р. 238
Золотенкова М. К. 124, 210

И

Иванов Г. А. 136
Иванченко Д. С. 69
Иванюк Т. А. 153
Игнашева Е. П. 157
Ильяш Д. В. 149
Илюшкин И. А. 226
Исайченков И. И. 48
Иськив В. М. 52, 79

К

Кабанов А. А. 193
Калищук Е. И. 56
Калюжный Б. К. 63, 240, 241
Камцев Я. А. 63
Капнопуло Д. В. 168
Карлусов В. Ю. 134
Карпов В. Ю. 111
Катеринчук В. И. 239
Кваша Д. И. 97
Кирюхина Е. К. 47
Китайский М. С. 22
Ключникова В. И. 35
Козлов В. Н. 112, 114
Козуб М. С. 125, 126
Колбеев А. Р. 198
Колесникова В. А. 127
Коломейцева Н. В. 92, 161, 169
Колтунов А. С. 168
Кондратьев Д. П. 104
Коптелов М. М. 250
Королев А. В. 90
Коротун И. С. 208
Корчагин Ю. Э. 35, 36, 37, 68
Косарев Н. А. 42, 43
Косолапова А. О. 210
Косюк В. И. 160
Крамаренко А. С. 47
Крамарь В. А. 186
Крамарь О. А. 185, 191
Красильниченко И. Д. 184
Крылова М. А. 31
Кубрин С. А. 149
Кудрявченко И. В. 63
Кудряшов А. В. 194
Кузьменко В. А. 129, 130
Кузьменко И. С. 112, 114
Кузьмин В. А. 139
Кулик Е. О. 253

Л

Лаврова Е. В. 136
Лазовой Д. Р. 68
Ланин В. Л. 120
Лапицкая М. Р. 74
Лащенко И. В. 220, 224, 225, 228
Лащенко Ю. М. 224
Левтеров М. Ю. 232
Липко И. Ю. 180, 183, 189
Лисецкий И. В. 197
Литвиненко С. Р. 197
Литовко Е. В. 80, 131, 236, 237
Ломоносов С. Е. 129, 130
Лукичев В. А. 40, 137, 138
Лукьянчиков А. В. 50, 69, 70, 147,149
Луцышен В. А. 222
Лысенко Н. М. 80, 131, 236, 237
Ляшко А. Д. 188

М

Макеев И. А. 30
Максимовская Н. Л. 208, 209
Маленко В. А. 48, 77, 85, 86, 87
Манько А. С. 170, 172, 173, 174,175, 176

Маргарян М. С. 135
Маркелова М. А. 75
Мединский А. А. 79
Мельников А. В. 66, 168
Мерглодов И. В. 22
Миронов А. Ф. 56, 118
Миронов В. М. 100
Миронов П. А. 56
Михайлюк Ю. П. 51, 60, 61, 62
Мишина К. Ю. 123
Моделина В. В. 36
Монин Н. Д. 212, 219
Муратов А. Э. 168
Муренький А. Ю. 74
Мурзин В. М. 204, 205
Мурзин Д. Г. 184, 200, 201, 204, 205, 233

Н

Наконечный Д. И. 248
Начаров Д. В. 98, 155
Неведров М. Г. 107, 108, 109
Нескородов С. Е. 34, 104
Нестеренко А. И. 70, 147
Николаев А. К. 113
Николаевский И. А. 252
Никулин Е. Е. 48
Ничик М. М. 60
Ночовный А. Д. 88
Нудьга А. А. 179, 211

О

Овчаров П. П. 44, 45, 46, 50, 84
Ольховский А. А. 106
Орлюк Д. О. 48
Осадченко А. Е. 190

П

Палаев И. С. 40, 137, 138
Палаев С. В. 40, 137, 138
Панитевский А. В. 101
Панов Д. Р. 215
Параев К. А. 192
Парамонов В. В. 78
Паслён В. В. 38, 54, 59, 226
Патрушева М. С. 34
Петренко В. И. 46
Петров С. Н. 227
Петров Ю. В. 30, 33
Петров Ю. Г. 68
Петрушин С. А. 73, 83, 84
Полевик Д. Д. 190
Поливцев А. Д. 166
Полтавская С. С. 178, 179, 211
Полубоярцев В. О. 55, 72, 128
Поляков А. Л. 47, 48, 49, 234, 235
Поляков И. С 92, 161, 169
Поляшева В. В. 111
Преображенский А. П. 95, 105, 106
Присяжнюк С. Н. 110
Прокопчик С. Е. 206
Проскуряков К. А. 212
Пузырев А. В. 100

Р

Редькина Е. А. 55, 73, 77, 83, 84, 85
Романов Т. Р. 165
Романова И. А. 161, 169
Россол-Завалейков М. О. 230
Рукосуев Е. Р. 97, 98
Рыбалко С. Ю. 178
Рыженко И. В. 149

С

Савинов В. В. 132
Савочкин А. А. 88, 89, 132, 196
Сагалаев А. В. 230
Склярук В. Л. 216, 217, 218
Скороход Б. А. 195
Слезкин В. Г. 107, 108, 109
Слезкин Г. В. 107, 109
Сличенко М. П. 41
Слюсарчук Д. В. 52
Смаилов С. Ф. 47, 170, 172, 173, 175, 176
Сметанина Т. И. 74, 214
Смирнов А. А. 202
Смотряев М. М. 223
Соловьев А. А. 152
Сорокин Н. А. 57, 58
Сотникова Н. В. 31
Стародуб М. А. 197
Старчан А. Д. 184
Степанов И. А. 178, 211
Стецунов Д. В. 22
Страхов С. Ю. 31
Сурначев А. В. 250

Т

Табакаев Д. И. 39, 53, 72, 150
Тарасов В. Ф. 51
Тертышников В. Б. 22
Тертышный О. И. 38

Титов К. Д. 35, 36, 37, 68
Ткаченко М. О. 115, 174
Токарев Д. А. 194
Токарев Д. Е. 70
Тополов К. М. 76
Торхов Н. А. 174
Травкина М. Д. 77, 86
Тузов Н. А. 212, 219
Тураев И. В. 196
Тушканова А. Р. 105
Тымченко Н. 75
Тыщук Ю. Н. 49, 80, 131, 153, 236, 237
Тюнин Д. И. 39

У

Уласюк Б. Н. 49
Ульченко А. В. 157
Усков Г. К. 34
Ушков А. С. 36

Ф

Федяев Ю. А. 208
Фетисова В. Ю. 221
Филюхин А. П. 70
Фомичев В. С. 195

Х

Хамди Т. Х. 215
Харитонова Л. Г. 246
Ходаков С. А. 97
Ходаковский А. А. 93, 94, 140, 141
Хомочкина Д. С. 108
Хорошайло В. С. 156

Ц

Цапик Д. К. 178, 179, 211
Цурко В. Е. 227

Ч

Чекирда Г. А. 218
Червоненко Д. А. 209
Чернухин В. О. 54
Чернышев Е. Е. 40, 137, 138
Чернюк Д. И. 134
Чесноков В. В. 249
Чурсин С. В. 59

Ш

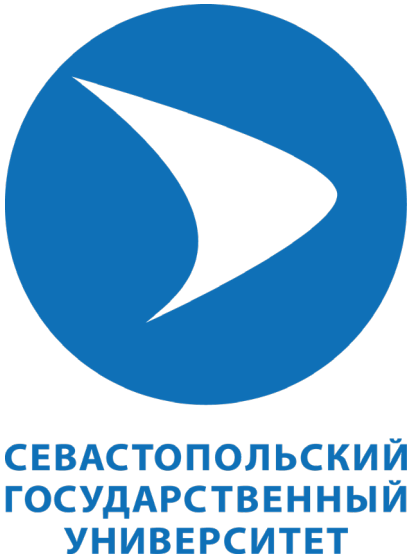
Швец Н. С. 118
Шинтябин Е. В. 166, 181, 200, 201, 233
Широков И. Б. 42, 43, 111
Широкова Е. И. 43, 44, 45
Шудрин М. И. 40, 155, 234, 235

Щ

Щекатурин А. А. 99, 100, 116, 117
Щекатурина Д. А. 99, 100
Щербакова И. Ю. 92, 161, 169

Я

Якунин Р. Д. 186
Янкин Д. Е. 73, 83, 84
Янко В. В. 154
Ярова А. В. 53, 150
Ястремской А. А. 222



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

ЛИНЕЙКА ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ МОЩНОСТИ

Стецунов Д. В.[1], Тертышников В. Б.[1], Китайский М. С.[2], Мерглодов И. В.[2]
[1]ООО «Радиомера», Ростовская обл., г. Ростов-на-Дону, Россия
[2]Южный федеральный университет, ЦИР «МВТЭДС», г. Таганрог, Россия
E-mail: denis@radiomera.ru

Аннотация — В статье описана конструкция и приведены характеристики твердотельных усилителей СВЧ-мощности, обеспечивающих работу в диапазоне рабочих частот от 1 до 40 ГГц с выходной мощностью до 200 Вт.

1. Введение

На отечественном рынке сложно найти готовые лабораторные усилители мощности для СВЧ диапазона с требуемым уровнем выходной мощности. Существующий перечень предложений высокочастотных усилителей мощности ограничен. В настоящее время усилители с выходной мощностью более 100 Вт широко используются в:

— телекоммуникационных системах;
— лабораториях для испытания РЭС на ЭМС;
— научно-исследовательских лабораториях.

Развитие производства таких усилителей мощности в России позволит обеспечить:

— стабильные поставки и приемлемые сроки, не зависящие от санкций;
— оперативный ремонт и модернизацию усилителей при необходимости как на территории завода производителя, так и на территории заказчика;
— доступные, конкурентные цены;
— технологический суверенитет страны;
— непрерывность критических технологических процессов.

Такие процессы включают производство электронных компонентов, радиоэлектронных приборов и других аналогичных устройств, требующих использования высокочастотных усилителей мощности, а также научные исследования, которые требуют применения подобного оборудования.

2. Основная часть



Рис. 1

Рассмотрим усилитель мощности LPA103040, который предназначен для усиления сигналов в диапазоне частот от 1 до 3 ГГц и способен обеспечить уровень выходной мощности до 33 дБм (рис. 1). Кроме того, он обладает низким уровнем интермодуляционных искажений третьего порядка (не более минус 30 дБ), высоким коэффициентом усиления (до 22 дБ) и неравномерностью коэффициента усиления в рабочей полосе не более 3 дБ. Важным достоинством является низкий уровень КСВН на входе усилителя – не более 2 и не более 4 на выходе усилителя.

На рис. 2 приведены результаты измерений коэффициента отражения по входу СВЧ устройства (S11, S22) и отношения комплексной величины волны на выходе к комплексной величине на входе (S12, S21).

На рис. 3 представлена модель внешнего вида лицевой и задней панели усилителя.

Герметичный корпус спроектирован таким образом, чтобы минимизировать утечку радиочастотной мощности и обеспечить высокую устойчивость к внешнему радиочастотному излучению. Габариты зависят от диапазона частот и от выходной мощности и могут быть от 2U до 2,3,4-х U. Так же есть возможность оптимизировать размер корпуса под технические требования клиента, например, реализовать переносной корпус для перевозки в самолёте и т. п.

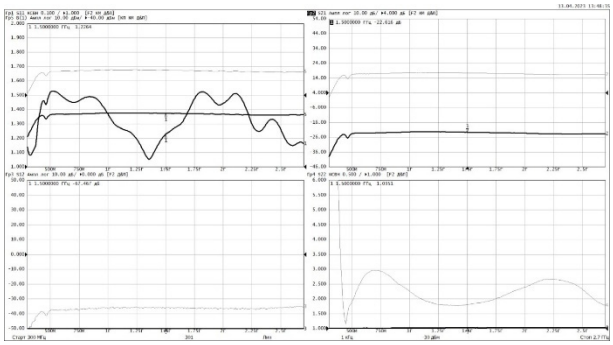


Рис. 2

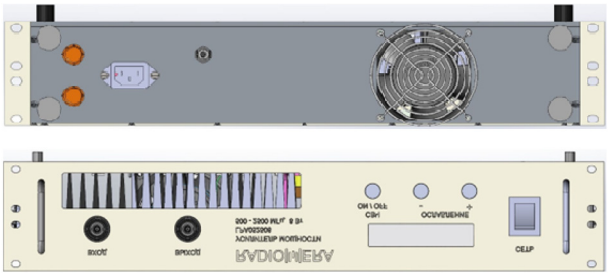


Рис. 3

Усилитель оснащён вентиляторами и датчиком температуры для естественного и принудительного воздушного охлаждения в автоматическом режиме.

Подача питания, аварийный режим, вносимое ослабление и сервисная информация индицируемы. Органы управления и соединители для входного и выходного сигнала расположены на передней панели, обеспечивая удобство в работе с прибором, находящимся в стойке. Модель модуля управления представлена на рис. 4 и рис. 5.

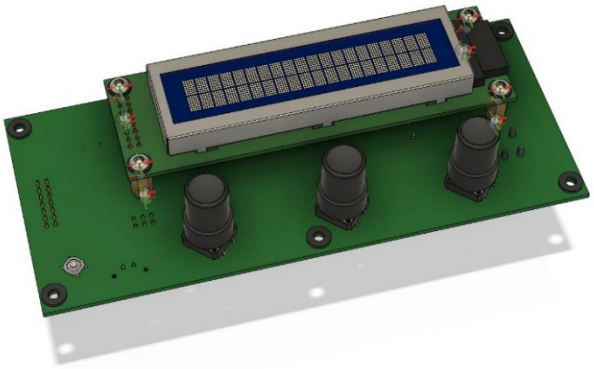


Рис. 4

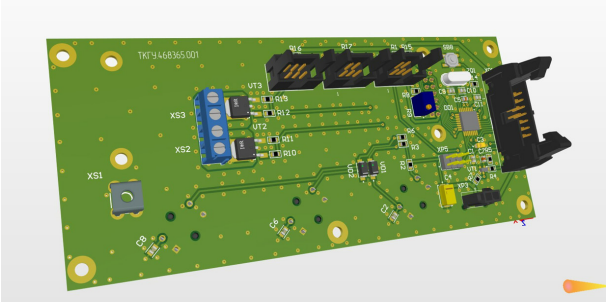


Рис. 5

Опционально возможно установить интерфейс управления от внешнего ПК, для удобства работы с усилителем

Усилитель оборудован аттенюатором для регулировки мощности и имеет возможность включения и отключения входного сигнала через коммутатор. Технические параметры усилителя LPA103040 приведены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование параметра	Величина
Диапазон рабочих частот, ГГц	от 1 до 3
КСВН входа усилителя	2
КСВН выхода усилителя	4
Уровень интермодуляционных составляющих 3-го порядка IM3 при выходной мощности 30 дБм, дБ	минус 30
Выходная мощность в режиме насыщения, дБм	40
Мощность выходного сигнала в режиме однодецибельной компрессии, дБм	33
Коэффициент усиления при максимальной выходной мощности, дБ	22
Неравномерность коэффициента усиления в рабочей полосе, дБ	3
Неравномерность коэффициента усиления в полосе 100 МГц, дБ	1
Уровень паразитных составляющих, дБ (исключая гармоники и продукты интермодуляционного взаимодействия)	минус 50
Уровень гармоник (при максимальной выходной мощности), дБ	минус 10
Конструктивные параметры	
Диапазон рабочих температур, °С	от 0 до 45
Электропитание от сети переменного тока номинальным напряжением, В	220 ±22
Высота	2U

На рис. 6 представлена фотография модуля СВЧ, который обеспечивает работу в полосе рабочих частот от 1 до 3 ГГц при уровне выходной мощности 33 дБм.

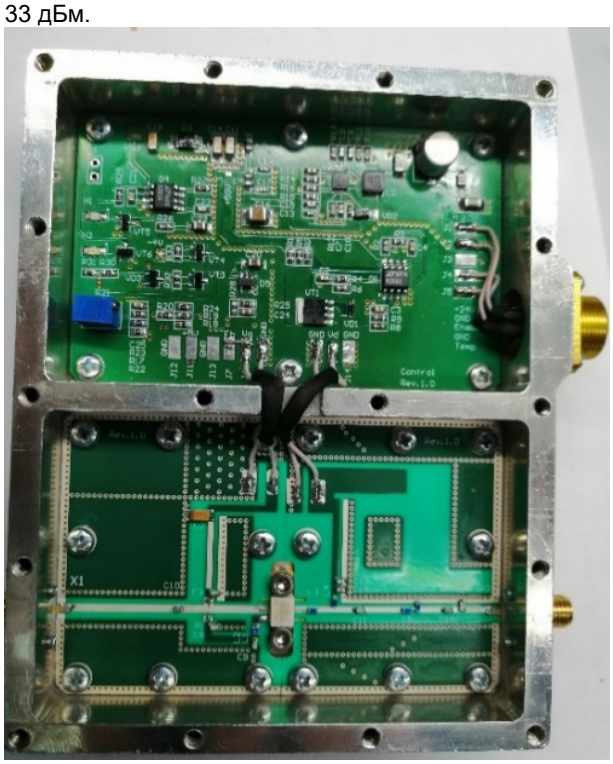


Рис. 5

Усилитель LPA103040 — готовый продукт, разработанный ЦИР «Микроволновые технологии электродинамических структур» ЮФУ по заказу компании ООО «Радиомера» для диапазона частот от 1 до 3 ГГц с уровнем выходной мощности 33 дБм.

На данный момент разрабатывается LPA101847 — комплексное твердотельное решение, отличающиеся высокой надёжностью, дружественным интерактивным пользовательским интерфейсом, предназначен для широкого применения в различных приложениях, включая телекоммуникационные системы, ЭМС, и т. д. Технические характеристики изделия LPA101847 приведены в табл. 2.

В комплект поставки входят все опции для комфортной работы:

— эффективное воздушное охлаждение;

— отключение при перегрузке или перегреве;

— подходит для размещения на столе и в 19”-телекоммуникационной стойке;

— индикация и регулировка коэффициента усиления.

Таблица 2

Наименование характеристики	Значение
Наименование	LPA101847
Диапазон частот, ГГц	10 — 18
Выходная мощность при компрессии 1 дБ, Вт (дБм), не менее	0,1 — 50 (20 — 47)
Коэффициент усиления (КУ), дБ	0 — 50
Шаг регулировки выходной мощности, дБ	0,25
Тип радиочастотных соединителей	N-female
Режим работы: — непрерывный — импульсный	 да да
Напряжение питания, В	220 ± 22
Частота питающей сети, Гц	50 ± 5
Ток потребления, А, не более	4
Рабочие условия применения: - температура окружающего воздуха, °С	от 0 до + 45
Конструктивное исполнение	моноблок
Габаритные размеры, мм, не более	448×600×268
Масса, не более, кг	20

Так же ведётся работа по производству усилителей мощности в малогабаритном исполнении по техническому заданию клиента для обеспечения следующих характеристик:

№	Частотный диапазон	Величина	Уровень выходной мощности (P_1)
1	LMA09KM50-30	9к — 500к	30 дБм
2	LMAM5010G-36	0,5М — 1000М	36 дБм
3	LMA01G06G-24	1G — 6G	24 дБм
4	LMA06G18G-24	6G — 18G	24 дБм
5	LMA18G26G-24	18G — 26G	24 дБм
6	LMA26G40G-24	26G — 40G	24 дБм

В планах предприятия намечено — представить линейку усилителей мощности в диапазонах частот от 9 кГц до 40 ГГц, с выходной мощностью до 200 Вт.

Предъявляемые технические требования:

— коэффициент усиления 35 — 50 дБ;

— неравномерность коэффициента усиления в рабочей полосе — не более 3 дБ;

— неравномерность коэффициента усиления в полосе 100 МГц — не более 1 дБ;

— КСВН — не более 2;

— регулировка коэффициента усиления 20 дБ;

— электропитание — АС 220 В;

— коэффициент усиления усилителя мощности не должен меняться более, чем на ±2 дБ при изменении температуры окружающей среды на 10°С при скорости изменения температуры 5°С/час.;

— диапазон рабочих температур 0 — 40 °С;

— исполнение настольное, габариты и вес минимальные;

— наличие футляра для авиотранспартировки.

3. Заключение

В работе приведены результаты разработок усилителей мощности с высокими характеристиками, обеспечивающие решение большинства задач на предприятиях.

Представлены готовые модели усилителей мощности и находящиеся в процессе разработки.

Разработка и производство лабораторных усилителей мощности для СВЧ диапазона с требуемыми характеристиками в России имеет ряд преимуществ, таких как стабильные поставки, оперативный ремонт и модернизация измерительных стендов, поддержка разработчиком своих изобретений, а также повышение технологического суверенитета страны, развитие компаний, занимающихся радиоаппаратурой, доступная цена и сроки поставки

4. Список литературы

[1] High-Efficiency Watt-Level E-band GaN Power Amplifier with a Compact Low-loss Combiner / Bharath Cimbili [et al] // 2023 IEEE Topical Conf. on RF/Microwave Power Amplifiers for Radio and Wireless Applications, 22-25 January 2023, Las Vegas, NV, USA. — IEEE, 2023. — P. 42—44.. — DOI: 10.1109/PAWR56957.2023.10046243.

[2] Кищинский, А. А. Сверхширокополосные твердотельные усилители мощности СВЧ-диапазона: схемотехника, конструкции, технологии / А. А. Кищинский // Электроника и микроэлектроника СВЧ : сб. статей VII Всерос. конф. — СПб. : Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2018. — С. 4—13.

SELECTION OF SOLID STATE POWER AMPLIFIERS

Stecunov D. V., Tertyshnikov V. B., Kitayskiy M. S., Merglodov I. V.
Radiomera

Southern Federal University SFedU, Russia

Abstract — In the paper, the design and the characteristics of solid-state microwave power amplifiers, providing operation in the operating frequency range from 1 to 40 GHz with an output power of up to 200 W, are presented.

ПЛАНАРНЫЕ АНТЕННЫ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ ДЛЯ МОРСКИХ АВТОНОМНЫХ ДРЕЙФУЮЩИХ БУЁВ

Безгин А. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Савочкин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: bezghinaa@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены варианты создания планарных антенн для морских автономных дрейфующих буёв работающих со спутниковыми системами связи Iridium, Argos и глобального позиционирования GPS. Предложен метод создания многодиапазонных антенн круговой поляризации.

1. Введение

Измерительно-информационная система на основе дрифтерных технологий как средство оперативного контактного мониторинга является одним из основных сегментов глобальной буйковой сети наблюдения Мирового океана и приводной атмосферы. В мировом океане запущено более 5000 автономных измерительных устройств. Развитие систем спутниковой связи и их широкое применение для передачи информации с морских автономных измерительных платформ обуславливают необходимость разработки антенн, способных работать в различных частотных диапазонах для передачи и приема измерительной информации и определения координат объектов. Для передачи данных с морских автономных платформ используют спутниковые системы связи *Argos* и *Iridium*. В России функционирует отечественная спутниковая система связи Гонец.

Спутниковая система *Argos* изначально создавалась одностороннего действия с передачей информации на частоте 401,6 МГц, однако, с развитием системы в версии *Argos*-3 организован обратный канал на частоте 465,9 МГц.

В системе Гонец также используются разные частотные диапазоны для приема и передачи сообщений. Передача осуществляется на частоте 312 МГц, прием — 388 МГц. Наземные терминалы системы *Iridium* работают в одном диапазоне частот (1616 — 1626,5) МГц, что позволяет использовать малогабаритные печатные антенны. Недостатками систем Гонец и *Argos* является малое количество спутников в спутниковых группировках, что влечет за собой увеличение времени ожидания сеанса связи. Относительно большая мощность передатчиков системы Гонец приводит к увеличению массогабаритных характеристик устройств за счет увеличения массы элементов питания. Проанализировав диапазоны рабочих частот, используемые в рассматриваемых системах, можно прийти к выводу, что системы *Argos* и Гонец относительно низкочастотны, что приводит к сложностям в создании малогабаритных антенн круговой поляризации для морских автономных устройств. Также эти системы используют по две частоты для обеспечения приемо-передачи сигналов.

Поэтому, наиболее оптимальной системой связи для передачи данных с морских автономных измерительных платформ является спутниковая система *Iridium*.

В большинстве гражданских малопотребляющих модулей *GPS*, которые устанавливаются в морские автономные измерительные платформы, координаты определяются по С/А коду передаваемому в диапазоне *L*1. Ширина спектра сигнала С/А кода составляет $\Delta f_{L1C/A}$=2,046 МГц.

Таким образом, в случае проектирования многофункциональной антенны для морской измерительной платформы стоит задача создания встраиваемых в корпус измерительных устройств антенн круговой поляризации для систем *GPS* диапазонов *L*1 (центральная частота f_{L1}=1575,42 МГц) и *L*2 (f_{L2}=1275,75МГц), а также комбинированных антенн для работы в диапазонах *L*1 и *L*2 для систем повышенной точности.

Для антенн терминалов спутниковых систем связи, которые устанавливаются в корпус морских автономных измерительных систем или на беспилотные летательные аппараты, важными характеристиками являются малые габаритные размеры, слабонаправленные свойства излучения для покрытия большей части небосклона и круговая поляризация поля излучения. Такие характеристики могут обеспечить многие варианты печатных антенн, у которых излучатели установлены друг над другом. Каждый излучатель обеспечивает работу антенны в своем диапазоне.

2. Основная часть

Для спутниковой системы связи *Iridium* в САПР *FEKO* разработана модель антенны круговой поляризации с двумя входами. Для деления сигнала и формирования необходимого фазового сдвига применен интегральный делитель мощности. На рис. 1 показана функциональная схема антенны (1 — точки подключения питания с разностью фаз 90°, 2 — излучающий элемент, 3 — экран).

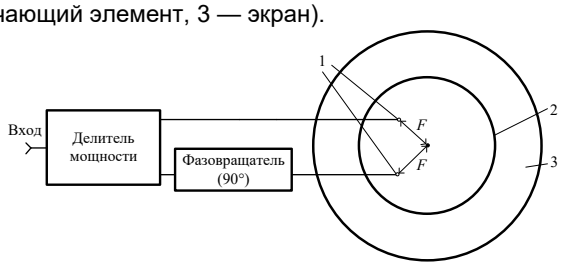


Рис. 1

Благодаря двухточечной схеме питания и наличию интегрального делителя модности антенна имеет хорошие характеристики согласования (рис. 2) и излучения поля круговой поляризации.

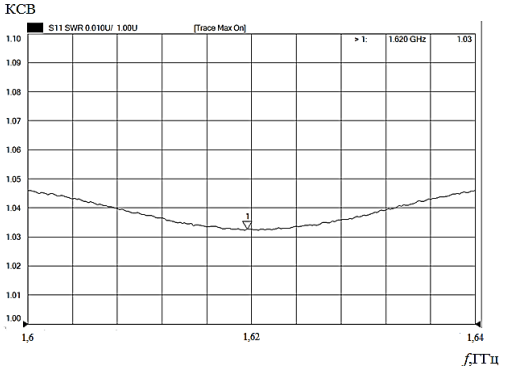


Рис. 2

Путем моделирования в САПР доказана возможность создания многодиапазонных антенн при использовании излучателей, работающих каждый для своего диапазона, друг над другом. На рис. 3 показана схема размещения излучателей. Доказано, что при расположении излучателей друг над другом сохраняются поляризационные характеристики каждого излучателя. Разработаны модели в САПР двухдиапазонной печатных антенн круговой поляризации для систем спутниковой связи *Argos*-3 и Гонец с одним входом. Для работы антенны на двух частотах использовано два излучателя квадратной формы, которые расположены друг над другом.

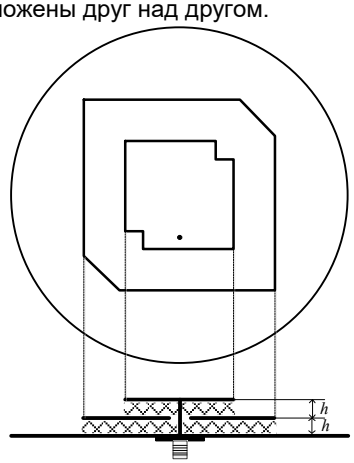


Рис. 3

Для обеспечения формирования поля круговой поляризации углы излучателей Argos-3 обрезаны. Вырезы верхнего излучателя имеют квадратную форму. Вырезы нижнего излучателя выполнены в виде треугольников. Различие в геометрии вырезов обусловлены особенностями согласования антенны в двух диапазонах частот. Для антенны системы Гонец удалось подобрать размеры вырезов одинаковой треугольной формы.

Верхний излучатель электрически изолирован от нижнего, для этого в центре нижнего излучателя выполнено круглое отверстие диаметром 6 мм. Антенны формируют слабонаправленное излучение круговой правосторонней поляризации. На рис. 4 показаны нормированные диаграммы направленности в плоскостях φ=0° и φ=90° на частотах 401,6 МГц (а) и 465,9 МГц (б) и зависимости коэффициента эллиптичности (в) на двух частотах.

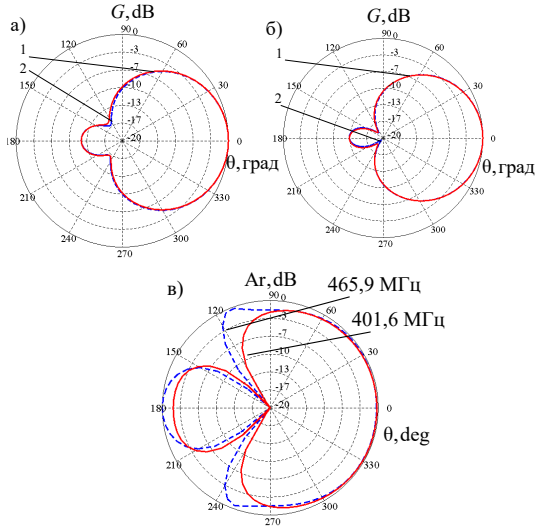


Рис. 4

Предложен вариант новой комбинированной антенны для систем *Argos*-3 и *GPS*. Схема антенны изображена на рис. 5. К антенне *Argos*-3 сверху добавлен третий излучатель квадратной формы с обрезанными углами, настроенный на частоту *GPS* диапазона *L*1. Разработана модель в САПР комбинированной антенны для спутниковой системы связи *Argos*-3 и системы определения координат *GPS* диапазона *L*1. Для уменьшения влияния излучателей *Argos*-3 на характеристики согласования излучателя *GPS* в состав антенны включены пять последовательных *LC* контуров, настроенных на резонансную частоту *GSP* излучателя (места установки обозначены на рис. 5 точками 3).

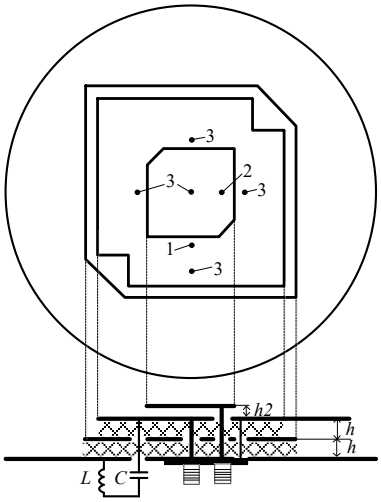


Рис. 5

(1 — точка подключения излучателей *Argos*-3; 2 — точка подключения излучателей *GPS*; 3 — точки подключения *LC* контуров)

Последовательные *LC* контура одним концом подключены к верхнему излучателю другим к общему экрану. Таким образом, на частоте *GSP* верхний излучатель *Argos*-3 оказывается соединён с экраном через *LC* контура и выступает экраном для излучателя *GPS*. На частоте *Argos*-3 *LC* контура имеют большое сопротивление и не оказывают влияние на характеристики излучения антенны. Номиналы элементов контура рассчитаны в программе AWR 12: *C*=3 пФ, *L*=3,8 нГн. На рис. 6 и рис. 7 представлены частотные зависимости КСВ в диапазоне систем *GPS* и *Argos*-3 для случая без использования *LC* контуров (линия 1) и с *LC* контурами (линия 2).

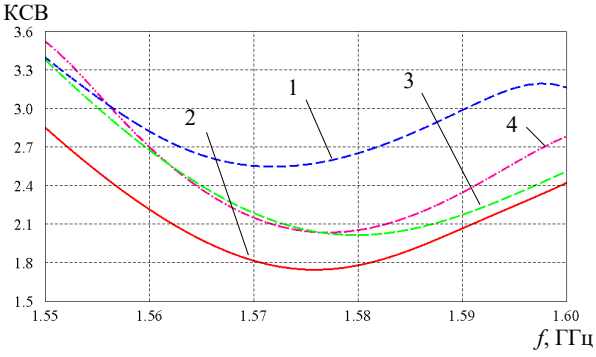


Рис. 6

(1 — без *LC* контуров; 2 — с *LC* контурами на расстоянии 50 мм от центра; 3 — с *LC* контурами на расстоянии 30 мм от центра; 4 — с *LC* контурами на расстоянии 70 мм от центра)

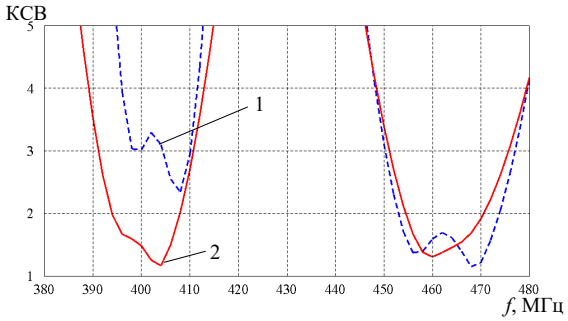


Рис. 7

В случае решения задачи определения координат повышенной точности, приемники *GPS* обрабатывается сразу два сигнала принимаемые в разных частотных диапазонах *L*1 и *L*2. Для работы еще в одном частотном диапазоне добавим в вариант антенны приставленный на рис. 4 еще один излучатель квадратной формы между верхним излучателем *Argos*-3 и излучателем *GPS* диапазона *L*1. На рис. 8 представлена схема комбинированной антенны *Argos*-3 / *GPS L*1+*L*2.

Разработана и исследована модель в САПР комбинированной антенны для спутниковой системы связи *Argos*-3 и системы определения координат *GPS* диапазона *L*1 и *L*2. Излучатели *GPS* расположены над излучателями *Argos*-3. Установлено, что для уменьшения влияния нижних излучателей *Argos*-3 на характеристики излучателей *GPS*, излучатели *GPS* для диапазонов *L*1 и *L*2 необходимо ориентировать с поворотом на 90° относительно излучателей *Argos*-3.

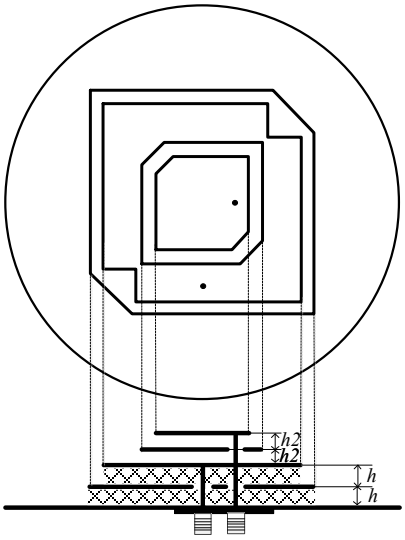


Рис. 8

На основе проведенных теоретических исследований разработаны, изготовлены и экспериментально исследованы макеты следующих антенн: печатной антенны круговой правосторонней поляризации с двумя входами для системы *Iridium*; двухуровневой двухчастотной антенны круговой правосторонней поляризации с одним входом для системы Argos-3; двухуровневой двухчастотной антенны круговой правосторонней поляризации с двумя входами для системы Argos-3; комбинированной многодиапазонной антенны круговой поляризации для систем *Argos*-3 и *GPS L*1; комбинированной многодиапазонной антенны круговой поляризации для систем *Argos*-3 и *GPS L*1+*L*2.

На рис. 9 показаны экспериментальная (линия 1) и расчетная (линия 2) зависимости КСВ двухуровневой двухдиапазонной антенны круговой правосторонней поляризации с одним входом для системы *Argos*-3.

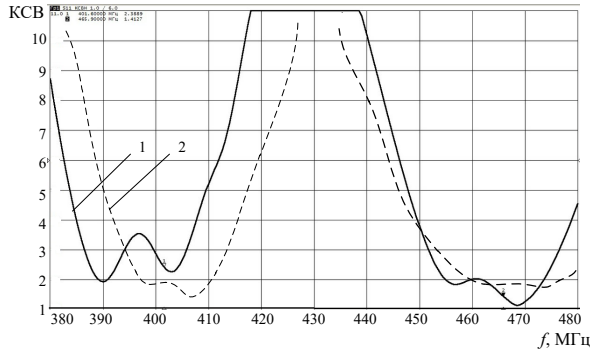


Рис.9

На рис. 10 показаны частотные зависимости КСВ портов двухуровневой двухдиапазонной антенны круговой правосторонней поляризации с двумя входами для системы *Argos*-3 (1 — первый вход; 2 — второй вход; 3 — общий вход).

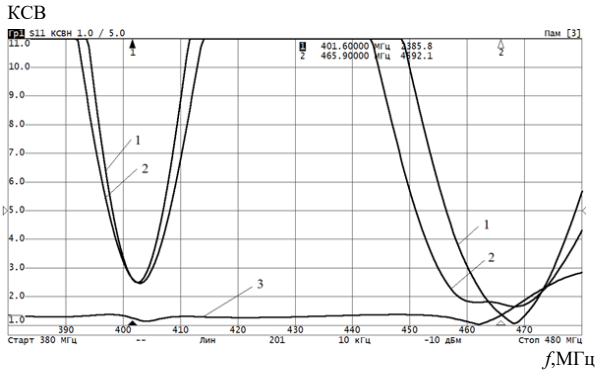


Рис. 10

На рис. 11 показаны экспериментальные частотные зависимости КСВ комбинированной антенны для диапазонов *Argos*-3 и *GPS* (1 — без *LC* контуров; 2 — с *LC* контурами).

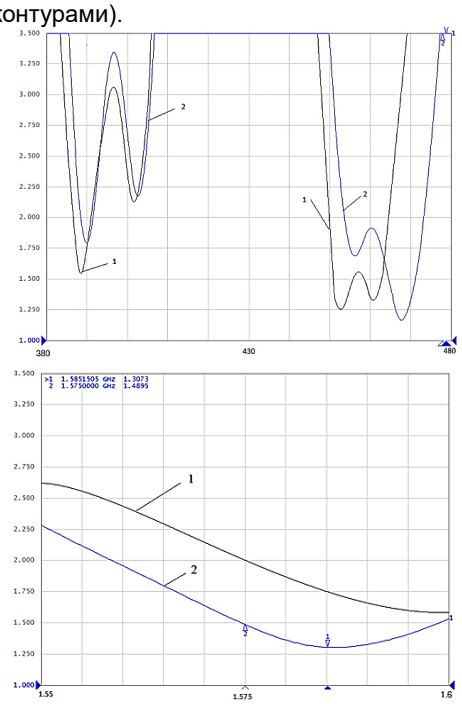


Рис. 11

На рис. 12 показаны экспериментальные частотные зависимости КСВ комбинированной четырехдиапазонной антенны *Argos*-3 и *GPS L*1+ *L*2.

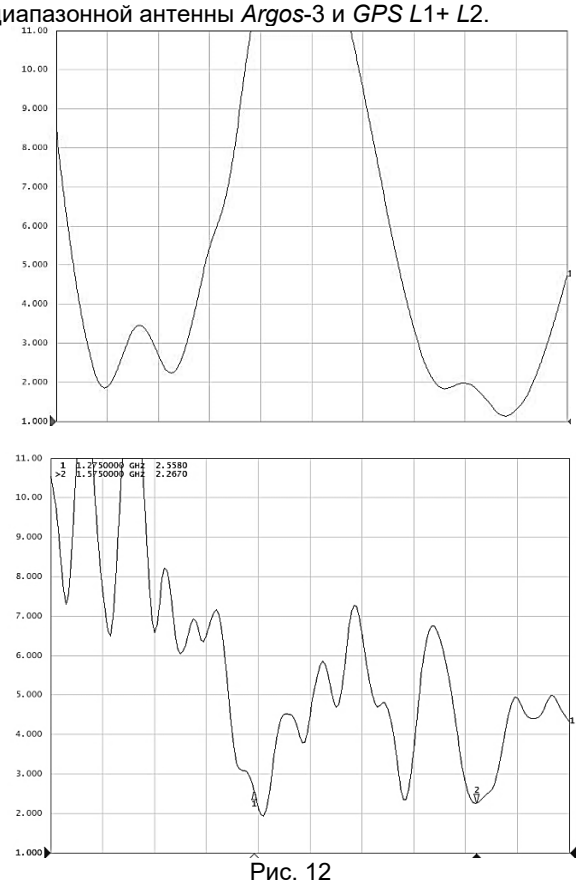


Рис. 12

Результаты измерений показали, что макеты антенн формируют слабонаправленную ДН в широком диапазоне частот. Полученные в ходе эксперимента значения коэффициента усиления подтверждают возможность использования антенн в составе автономных измерительных платформ. На рис. 13 представлены экспериментальные диаграммы направленности двухуровневой антенны *Argos*-3 с одним входом на частотах 401,6 МГц (а) и 465,9 МГц (б) в двух плоскостях (1 — плоскость φ=0°, 2 — плоскость φ=90°).

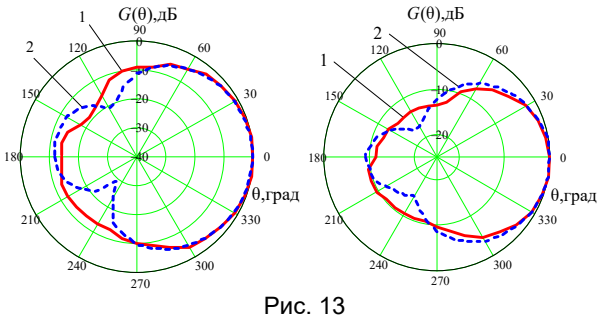


Рис. 13

3. Заключение

В результате выполнения работы решена актуальная научно-прикладная задача развития теории и практики многодиапазонных печатных антенн круговой поляризации для систем спутниковой связи. Получение модели и макеты антенн можно использовать для организации спутниковой связи на морских автономных измерительных буях и беспилотных летательных аппаратов морского базирования.

Предложен метод создания многодиапазонных планарных антенн круговой поляризации, основанный на расположении печатных излучателей, настроенных каждый на свой диапазон, друг над другом.

Разработаны модели многоуровневых печатных антенн круговой поляризации для спутниковых систем связи *Argos*-3, Гонец, *Iridium*: печатной антенны круговой правосторонней поляризации с двумя входами для системы *Iridium*; двухуровневой двухдиапазонной антенны круговой правосторонней поляризации с одним входом для системы *Argos*-3; двухуровневой двухдиапазонной антенны круговой правосторонней поляризации с двумя входами для системы *Argos*-3; комбинированной многодиапазонной антенны круговой поляризации для систем *Argos*-3 и *GPS L*1; комбинированной многодиапазонной антенны круговой поляризации для систем *Argos*-3 и *GPS L*1+*L*2.

Предложен вариант улучшения входных характеристик верхних излучателей комбинированных антенн за счет применения последовательных *LC* контуров.

Разработаны и экспериментально исследованы макеты многоуровневых антенн круговой поляризации. В результате экспериментальных исследований подтверждена достоверность предложенной математической модели.

4. Список литературы

[1] Безгин, А.А. Сравнительный анализ спутниковых систем связи Argos и Гонец / А.А. Безгин, Е.Г. Лунев, А.А. Савочкин // Материалы XI международной молодежной науч. техн. конф. «Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций», 16 — 20 ноября 2015 г. — Севастополь: СевГУ, 2015. — С. 79.

[2] Bezgin, A.A. Two-band circular polarization antenna for Argos-3 / A.A. Bezgin, A.A. Savochkin // 2017 XI International Conference on Antenna Theory and Techniques (ICATT). Kiev, Ukraine: IEEE, 2017. — P. 267 — 269, DOI: 10.1109 /ICATT.2017.7972639

[3] Bezgin, A.A. Multiband circular polarization antenna for satellite system ARGOS-3 and GPS / A.A. Bezgin, A.A. Savochkin // Proceedings of the 2019 Antennas Design and Measurement International Conference (ADMInC 2019), 2019. — P. 30 — 32, DOI: 10.1109/ADMInC47948.2019.8969242.

[4] Безгин, А.А. Комбинированная антенна ARGOS-3/GPS / А.А. Безгин, А.А. Савочкин // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций. — Севастополь: СевГУ, 2018. — №1. — С. 95.

PATCH SATELLITE COMMUNICATION SYSTEMS ANTENNAS FOR MARINE AUTONOMOUS DRIFTING BUOYS

Bezgin A. A.
Scientific adviser: Savochkin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Options for creating planar antennas for marine autonomous drifting buoys working with Iridium or Argos satellite communication systems and global position system and GPS are considered. A method for creating multi-band circularly polarized antennas is proposed.

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

ВЛИЯНИЕ СЛУЧАЙНЫХ ПОРЫВОВ ВЕТРА НА КАЧЕСТВО РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ, ФОРМИРУЕМЫХ НА БОРТУ ЛЕГКОГО БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Петров Ю. В., Макеев И. А.
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 — Рассмотрено влияние случайных порывов ветра вдоль и поперек направления движения легкого беспилотного летательного аппарата (БПЛА). Для этого проводилось программное моделирование случайных порывов ветра «вдоль направления движения» с интервалом пространственной корреляции от 10 до 50 м и среднеквадратическим отклонением (СКО) случайных порывов ветра от 1 до 5 м/с и «поперёк направления движения» с интервалами пространственной корреляции 10 и 50 м и СКО случайных порывов ветра 0,01, 0,15 и 0,4 м/с. Исследования показали, что наибольшее влияние на качество радиолокационных изображений (РЛИ) оказывают случайные порывы ветра поперек направления движения легкого БПЛА.

1. Введение

В настоящее время все больше находят применения лёгкие БПЛА, однако из-за своей «лёгкости» они не способны поддерживать прямолинейную траекторию полёта, необходимую для синтезирования апертуры антенны и получения качественного РЛИ. В докладе приводятся результаты анализа влияния случайных порывов ветра вдоль и поперек направления движения БПЛА на качество РЛИ, проведенного с помощью статистического моделирования на персональном компьютере (ПК).

2. Основная часть

Опорная функция для моделирования траектории полета БПЛА вычисляется на основе информации от бортовых измерителей скорости. Проекции скорости БПЛА вдоль и поперек являются случайными на всей траектории полета и задаются в качестве случайных процессов $S_V(i)$ и $S_A(i)$ по формулам (1) и (2) [1].

$$S_V(i) = \rho \cdot S_V(i-1) + \sigma \cdot \sqrt{1-\rho^2} \cdot F_V(i); \quad (1)$$

$$S_A(i) = \rho \cdot S_A(i-1) + \sigma \cdot \sqrt{1-\rho^2} \cdot F_A(i), \quad (2)$$

где $\rho = \exp\left(x_{SD} \cdot \ln(0{,}1) / \tau_{кор}\right)$ — коэффициент пространственной корреляции; $\tau_{кор}$ — интервал пространственной корреляции; $F_V(i)$ и $F_A(i)$ — случайные величины с нормальным законом распределения, рассчитываемые по формулам (3) и (4) [2].

$$F_V(i) = \sqrt{-2 \cdot \ln m_{V1}} \cdot \sin(2\pi \cdot m_{V2}); \quad (3)$$

$$F_A(i) = \sqrt{-2 \cdot \ln m_{A1}} \cdot \sin(2\pi \cdot m_{A2}), \quad (4)$$

где m_{V1}, m_{V2}, m_{A1} и m_{A2} — независимые равномерно распределённые от 0 до 1 случайные числа.

В качестве исследуемых параметров РЛИ выступают [3]: уровень главного лепестка диаграммы направленности (ДН); уровень первого бокового лепестка синтезированной ДН; ширина главного лепестка на уровне половины мощности; сдвиг изображения относительно цели.

3. Заключение

По полученным результатам исследования влияния случайных порывов ветра на качество РЛИ, формируемых на борту лёгкого БПЛА, сделаны следующие выводы:

— случайные порывы ветра вдоль направления движения БПЛА не оказывают существенного влияния на качество РЛИ;

— случайные порывов ветра поперёк направления движения БПЛА оказывают существенное влияние на каждый из исследуемых параметров РЛИ;

— с ростом СКО уровень главного лепестка постепенно уменьшается на 3—9 дБ начиная со значения СКО, равного 0,15 м/с, при этом значение, на которое уменьшится уровень главного лепестка, практически не зависит от выбранного корреляционного интервала;

— с ростом СКО уровень первого бокового лепестка начинает увеличиваться, до значения –3 дБ, начиная с СКО равного 0,15 м/с, с этого же значения СКО начинается постепенное «разрушение» РЛИ;

— при малых значениях СКО ширина главного лепестка не изменяется, но со значения СКО, равного 0,15 м/с, ширина начинает немного увеличиваться, однако значение прироста не превышает 20%;

— сдвиг изображения относительно истинного положения цели начинает сказываться также при значениях СКО больших или равных 0,15 м/с.

4. Список литературы

[1] Методы математического моделирования радиотехнических систем: учебное пособие / под ред. Ю. В. Петрова ; Балт. гос. техн. ун-т. — СПб., 2005. — 120 с.
[2] Цифровое моделирование систем стационарных случайных процессов / Е. Г. Гридина и др. — Л. : Энергоатомиздат, Ленингр. отд-ние, 1991. — 238 с.
[3] Каменский, К. В. Влияние траекторных нестабильностей и характеристик бортовой навигационной системы на качество радиолокационного изображения при синтезировании апертуры / К. В. Каменский // Труды МАИ. — № 125. — 2022. — С. 25—29.

THE EFFECT OF RANDOM WIND GUSTS ON THE QUALITY OF RADAR IMAGES GENERATED ON BOARD A LIGHT UNMANNED AERIAL VEHICLE

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

Abstract — The effect of random wind gusts along and across the direction of movement of a light unmanned aerial vehicle (UAV) is considered. For this purpose, software modeling of random wind gusts “along the direction of movement” was carried out with an interval of spatial correlation from 10 to 50 m, and the root-mean-square deviation (RMSD) of random wind gusts from 1 to 5 m/s. Also, the modeling were done for “across the direction of movement” with spatial correlation intervals of 10 and 50 m, and with the RMSD of random wind gusts of 0.01, 0.15, and 0.4 m/s. Studies have shown that random gusts of wind across the direction of movement of a light UAV have the greatest impact on the quality of the radar.

ОЦЕНКА ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ РЕШЕНИИ НАВИГАЦИОННЫХ ЗАДАЧ

Евсеев В. И., Крылова М. А., Сотникова Н. В., Страхов С. Ю.
Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Евсеев В. И.
Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова, Россия
E-mail: krylova_ma@voenmeh.ru

Аннотация — Рассмотрено определение взаимного влияния радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) летательных аппаратов (ЛА) при движении в группе. Представлено нахождение ограничения на расстояние между ЛА, при превышении которого излучение РЭА со стороны одного ЛА будет подавлять приемное оборудование соседнего ЛА.

1. Введение

Радионавигационная аппаратура ЛА подвержена влиянию естественных и искусственных помех. В частности, это могут быть непреднамеренные и преднамеренные радиопомехи, возможные излучения других радиосредств и воздушных объектов.

Высокий уровень помех относительно полезного сигнала на входе приемного оборудования приводит как к ограничению возможности приема сигнала, так и к снижению качества решения локальной навигационной задачи, заключающейся в определении взаимного расположения ЛА в группе с применением радиолокационных методов.

Зная характеристики РЭА, можно оценить степень влияния радиопомех, создаваемых на приемном оборудовании ЛА соседним воздушным объектом.

2. Основная часть

Рассмотрим группу из двух ЛА, показанных на рис. 1.

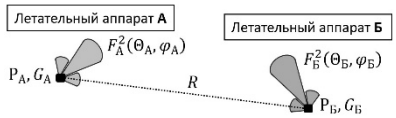


Рис. 1

Коэффициент $К_п$, определяющий отношение мощности помехового сигнала к мощности полезного сигнала на входе приемного оборудования [1, 2] ЛА Б, определяется в соответствии с формулой:

$$К_п = \frac{Р_{пБ}}{Р_{сБ}} = \frac{Р_А G_А F_А^2(\Theta_А, \varphi_А)}{Р_Б G_Б F_Б^2(\Theta_Б, \varphi_Б)} \cdot \frac{4\pi\gamma R^2}{\sigma} \cdot \frac{\Delta f_{прмБ}}{\Delta f_п} \cdot 10^{0,1\alpha R},$$

где $Р_{пБ}$ — мощность помехового сигнала от ЛА А на входе приёмника ЛА Б;

$Р_{сБ}$ — мощность полезного сигнала на входе приемника ЛА Б;

$Р_А$ — излучаемая мощность радиооборудования ЛА А;

$Р_Б$ — излучаемая мощность радиооборудования ЛА Б;

$G_А$ — максимальное значение коэффициента усиления (КУ) антенны ЛА А;

$G_Б$ — максимальное значение КУ антенны ЛА Б;

$F_А^2(\Theta_А, \varphi_А)$ — нормированная функция диаграммы направленности антенны (ДНА) ЛА А;

$F_Б^2(\Theta_Б, \varphi_Б)$ — нормированная функция ДНА ЛА Б;

$\gamma \leq 1$ — коэффициент, учитывающий различие поляризаций сигнала и помехи;

R — расстояние между ЛА;

$\Delta f_{прмБ}$ — полоса пропускания линейной части приемника ЛА Б;

$\Delta f_п$ — ширина спектра помехового сигнала;

σ — ЭПР ЛА А;

α — коэффициент, учитывающий затухание в атмосфере [дБ/км].

Зная граничное (наибольшее) значение $К_{пх}$, при котором радиооборудование ЛА Б еще может решать целевую задачу с заданными характеристиками, можно дать оценку максимальному расстоянию R_{max}, на котором могут находиться ЛА

$$R_{max} = \sqrt{\frac{К_{пх}\sigma}{4\pi\gamma} \cdot \frac{Р_Б G_Б}{Р_А G_А} \cdot \frac{\Delta f_п}{\Delta f_{прмБ}} \cdot \frac{F_Б^2(\Theta_Б, \varphi_Б)}{F_А^2(\Theta_А, \varphi_А)}}.$$

При превышении расстояния R_{max} взаимные помехи, создаваемые радиооборудованием ЛА А в направлении ЛА Б, будут подавлять приемник ЛА Б (рис. 2).

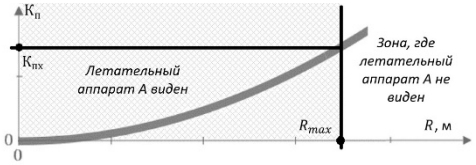


Рис. 2

3. Заключение

Анализ полученных результатов позволит выбрать расстояние между ЛА в группе для исключения радиолокационного «ослепления» приемного радионавигационного оборудования соседним ЛА. Также проводимая оценка поможет разработчикам РЭА выбрать путь для повышения эффективности создаваемых локальных радионавигационных систем (например, изменение энергетического потенциала оборудования).

4. Список литературы

[1] Куприянов, А. И. Радиоэлектронная борьба. Основы теории / А. И. Куприянов, Л. Н. Шустов. — М. : Вузовская книга, 2011. — 800 с.

[2] Леньшин, А. В. Бортовые системы и комплексы радиоэлектронного подавления / А. В. Леньшин. — Воронеж : Издат.-полиграф. центр «Научная книга», 2014. — 590 с.

EVALUATION OF THE MUTUAL INFLUENCE OF RADIO-ELECTRONIC MEANS OF AIRCRAFT IN SOLVING NAVIGATION TASKS

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

Abstract — The determination of the mutual influence of the radio-electronic equipment of aircrafts when moving in a group is considered. The d of a limit on the distance between aircrafts is presented, when exceeding which the radiation of the radio-electronic equipment from one of them will suppress the receiving equipment of the neighboring aircraft.

СИСТЕМА ДЛЯ ОЦЕНКИ И АНАЛИЗА УСЛОВИЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН РАЗЛИЧНЫХ ДИАПАЗОНОВ

Аникин Г. С.
Научный руководитель: Егоров В.В.
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Россия
E-mail: r0ai@bk.ru

Аннотация — Рассмотрено построение системы для мониторинга условий распространения радиоволн КВ и СВЧ диапазонов с целью дальнейшего анализа. Работа блока СВЧ основана на измерении параметров атмосферы с целью расчёта затухания радиоволн на трассе распространения, а блока КВ — на приёме сигналов маяков с целью вычисления максимальной применимой частоты в данный момент времени на различных трассах.

1. Введение

В настоящее время очевидной тенденцией развития электросвязи является так называемое «уплотнение» частотного спектра в сторону более высоких частот, освоение новых участков в СВЧ диапазоне и даже в оптическом участке. Данная тенденция обусловлена необходимостью решения новых задач в области радиолокации и радиосвязи.

Очевидно, что при работе любой приёмопередающей системы, особенно в задачах радиолокации, необходим постоянный контроль условий распространения радиоволн в пределах рабочих диапазонов системы. Данная процедура мониторинга необходима для своевременной корректировки рабочей частоты с целью качественного получения максимально полной целевой информации.

2. Основная часть

Известно, что на распространение радиоволн, в частности, в СВЧ диапазоне, влияние оказывает атмосфера, а именно содержащиеся в ней кислород и водяной пар. Кроме того, температура, давление и влажность воздуха изменяются с высотой, что приводит к дополнительной рефракции и удлинению траектории распространения.

Согласно [1] рассчитывается затухание радиоволн в атмосферных газах. На рис. 1 показана зависимость погонного затухания от частоты.

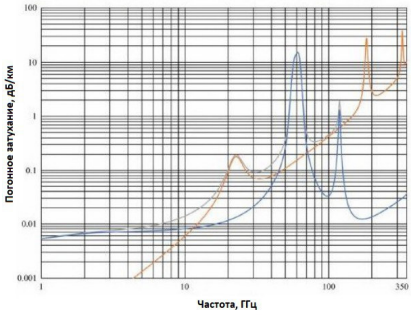


Рис. 1

На рис. 1 синий и красный графики — частотные зависимости погонного затухания в сухом воздухе и парах воды соответственно, а зелёный — общее затухание.

График построен на основании параметров стандартной атмосферы и, естественно, не удовлетворяет точности для многих практических случаев. Необходимо иметь систему, позволяющую в реальном времени оценивать условия распространения радиоволн на конкретной частоте.

Предлагаемая система иллюстрируется схемой на рис. 2.

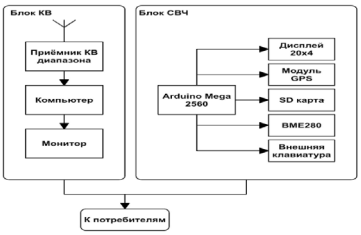


Рис. 2

Работа блока СВЧ основана на измерении текущих параметров атмосферы, таких как температура, влажность воздуха, концентрация воды на единицу объёма (г/м^3) с помощью датчиков параметров климата. По результатам измерений и при помощи дополнительных параметров, вводимых пользователем с клавиатуры (частота, протяжённость трассы распространения, мощность передатчика, коэффициенты усиления приёмной и передающей антенн, коэффициент шума и шумовая полоса приёмника), рассчитываются величины, которые и являются результатом, а именно: погонное затухание, дБ/км; затухание на трассе заданной длины, дБ; отношение сигнал/шум на входе приёмника с учётом затухания при распространении.

Работа блока КВ подразумевает приём сигналов радиомаяков системы NCDXF [2] с целью последующего построения зависимости отношения сигнал–шум от времени на конкретной частоте и определения мгновенного значения МПЧ.

3. Заключение

Таким образом спроектирована система, реализующая измерение величин, влияющих на распространение радиоволн, в режиме реального времени.

4. Список литературы

[1] Рекомендация МСЭ-R P.676 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://itu.int/rec/R-REC-P.676 (дата обращения 29.05.2023).
[2] NCDXF [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://ncdxf.org/beacons/ (дата обращения 30.05.2023).

SYSTEM FOR ESTIMATION AND ANALYSIS OF CONDITIONS FOR THE PROPAGATION OF RADIO WAVES OF VARIOUS BANDS

Anikin G. S.
Scientific adviser: Egorov V. V.
Moscow Aviation Institute, Russia

Abstract — The construction of the system for monitoring the propagation conditions of HF and microwave radio waves for the purpose of further analysis is considered. The operation of the microwave unit is based on measuring atmospheric parameters in order to calculate the attenuation along the propagation path, and the HF unit is based on receiving beacon signals in order to calculate maximum usable frequency (MUF) at a given time on various paths.

АНАЛИЗ ГЛОБАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ BEIDOU

Петров Ю. В., Васильева В. А.
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 отмечены особенности глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) BeiDou, проведен сравнительный анализ характеристик и параметров трех ГНСС: Beidou, ГЛОНАСС и GPS. На основе программной библиотеки RTKLib получены решения навигационной задачи с использованием разных комбинаций ГНСС: BeiDou + ГЛОНАСС + GPS, BeiDou + GPS, BeiDou + ГЛОНАСС и ГЛОНАСС + GPS. Проведена оценка полученных решений. Исследование показало преимущество использования комбинации из трех ГНСС и сопоставимую точность решений при использовании двух систем.

1. Введение

В настоящее время навигационные системы обеспечивают среднеквадратическое отклонение (СКО) позиционирования для гражданских объектов (в зависимости от атмосферных и других условий): Beidou — около 1 метра по горизонтальным координатам [1], GPS — 0,7 м [2], ГЛОНАСС — 1,3 м [3].

Повысить точность решения позволяет комплексирование ГНСС. В настоящее время широко используемая комбинация «ГЛОНАСС + GPS». Но в связи с увеличением вероятности получения неточных измерений от ГНСС GPS появляется необходимость отказа от нее. В качестве замены предлагается использовать BeiDou, предварительно изучив ее особенности.

2. Основная часть

Систему BeiDou отличают от других ГНСС орбиты движения спутников и их увеличенное количество. В составе китайской орбитальной группировки находится 49 спутников, 44 из которых используются по целевому назначению.

Для сравнительного анализа точности позиционирования по комбинациям ГНСС проведен ряд экспериментов по решению навигационной задачи. В качестве программного обеспечения использовалась открытая библиотека RTKLib [4], позволяющая получать фазовое навигационное решение с использованием различных ГНСС. Задаваемые параметры: режим — Precise Point Positioning для неподвижных объектов; частоты L1 + L2; минимальный угол возвышения над горизонтом — 15 градусов; ионосферная модель Клобушара и тропосферная модель Саастомойнена; широковещательные эфемериды. Результаты представлены для набора данных с наземной станции POTS, находящейся в Германии, от 13.01.2022 [5].

Оценивались координаты и их СКО. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Комбинация ГНСС	СКО по координатам (м)
ГЛОНАСС + GPS	0,19
BeiDou + GPS	0,17
BeiDou + ГЛОНАСС	0,21
BeiDou + ГЛОНАСС + GPS	0,15

3. Заключение

По полученным результатам исследования ГНСС BeiDou и сравнительному анализу навигационных решений по разным комбинациям ГНСС можно сделать следующие выводы:

— BeiDou самодостаточная система с развернутой орбитальной группировкой, позволяющей получать высокоточное навигационное решение;

— решения, полученные по комбинациям из двух систем, показывают схожие результаты, расхождения коррелируют с заявленными точностями позиционирования по соответствующим ГНСС;

— исследование показало преимущество использования комбинации из трех ГНСС, дающего наименьшую погрешность;

— необходима доработка библиотеки RTKLib, в части поддержки протокола RINEX версии выше 3,04, фильтрации сбойных измерений.

4. Список литературы

[1] BeiDou Navigation Satellite System Open Service Performance Standard, 2021 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.beidou.gov.cn/xt/gfxz/202105/P020210526216231136238.pdf (дата обращения 05.08.2023).

[2] Интерфейсный контрольный документ GPS (редакция 200F) — официальное техническое описание параметров и сигнала GPS, 2012 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.gps.gov/technical/icwg/ (дата обращения 05.08.2023).

[3] ГЛОНАСС. Интерфейсный контрольный документ. Навигационный радиосигнал в диапазонах L1, L2 (редакция 5.1). Российский Научно-Исследовательский Институт Космического Приборостроения. 2008. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://russianspacesystems.ru/wp-content/uploads/2016/08/ICD_GLONASS_rus_v5.1.pdf (дата обращения 05.08.2023).

[4] RTKLIB ver. 2.4.2 Manual. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.rtklib.com/prog/manual_2.4.2.pdf - RTKLIB ver. 2.4.2 Manual (дата обращения 05.08.2023).

[5] Навигационные данные . [Электронный ресурс]. — Режим доступа: ftp://gssc.esa.int/gnss/data/highrate/2022/013/13/POTS00DEU_R_20220131300_15M_01S_MO.crx.gz (дата обращения 05.08.2023).

ANALYSIS OF BEIDOU GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM

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

Abstract — The features of the BeiDou Global Navigation Satellite System (GNSS) were studied, a comparative analysis of the characteristics and parameters of three GNSS (Beidou, GLONASS and GPS) was carried out. Based on the RTKLib software library, a navigation solution was obtained using different combinations of GNSS: BeiDou & GLONASS & GPS, BeiDou & GPS, BeiDou & GLONASS, and GLONASS & GPS. The evaluation of the received solutions was carried out. The study showed the advantage of using a combination of three GNSS and comparable accuracy of solutions using two systems.

ДВУКООРДИНАТНАЯ ИМПУЛЬСНАЯ РЛС, ИСПОЛЬЗУЮЩАЯ СВЕРХКОРОТКИЕ ИМПУЛЬСЫ

Патрушева М. С., Нескородов С. Е., Усков Г. К.
Воронежский государственный университет, Россия
E-mail: mari.patrusheva.01@mail.ru

Аннотация — Проведено макетирование двухкоординатной импульсной РЛС, использующей в качестве сигналов сверхкороткие импульсы. Разработан алгоритм комбинированной обработки принятых сигналов. Приведены результаты расчета азимута и дальности цели.

1. Введение

С помощью радиолокации обеспечивается решение широкого круга задач, связанных с обнаружением воздушных и наземных объектов (целей). Использование сверхкоротких импульсов в радиолокации дает возможность увеличения дальности при сохранении разрешающей способности, что является несомненным преимуществом [1,4]. В работе приводятся метод сверхширокополосной радиолокации в части определения дальности и азимута цели.

2. Основная часть

Для определения дальности и азимута цели реализована следующая схема импульсной РЛС (рис.1).

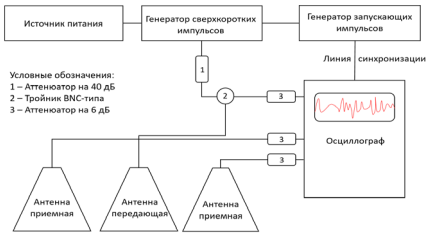


Рис. 1

Компонентами схемы являются осциллограф Agilent technologies DCA-x 86100-D, генератор запускающих импульсов Agilent 81104A, генератор сверхкоротких импульсов, источник питания Infinium KEYSIGN U8031A, три одинаковые рупорные антенны с экспоненциальным раскрывом. Генератор СВЧ передает на антенну сверхкороткий сигнал (рис.2.), который отражается от цели, принимается приёмными антеннами и обрабатывается.

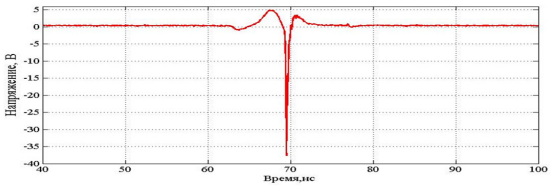


Рис. 2

Методика измерения дальности сводится к регистрации времени отраженного от цели сверхширокополосного сигнала и определению дальности D по формуле

$$D = ct/2,$$

где с — скорость света;

t — время регистрации прихода отраженного сигнала.

Для точного определения времени прихода отраженного сигнала на осциллографе регистрируется напряжение с приемной антенны при различных положениях цели. Затем, после нормировки и вычисления среднего значения, из каждого сигнала вычитается сигнал при отсутствии цели, таким образом выделяя полезную часть из общего уровня сигнала. Пики напряжений соответствуют времени прихода отраженного радиосигнала, что дает возможность определить дальность.

Азимут цели можно получить из геометрии задачи. Обозначив положение передающей антенны точкой H, приемных точками A и C, положение цели точкой B, азимут α можно найти по формуле

$$\alpha = 0{,}5(\arccos\left(\frac{AC^2 + BC^2 - AC^2}{2 \cdot AC \cdot AB}\right) - \arccos\left(\frac{AC^2 + AB^2 - BC^2}{2 \cdot AC \cdot BC}\right)).$$

Данные, полученные таким образом, имеют отклонение от истинных значений по углу, не превышающие 3˚, по дальности — не более 5 см.

Из полученного можно сделать следующий вывод: метод разностной обработки сигналов достаточно точен, несмотря на свою простоту и имеет хорошую сходимость с практикой. РЛС, собранная по данной схеме, выполняет свои функции и определяет дальность и азимут цели с точностью, достаточной для экспериментов подобного рода. Погрешность измерений связана с простотой метода обработки сигнала.

3. Заключение

Таким образом, на основе импульсного дальномера рассмотрены принципы обработки радиолокационных сигналов, выбрана комбинированная обработка из разностного и корреляционного метода. Сочетание разных типов обработки сигналов позволило минимизировать взаимовлияние между антеннами и получить наиболее благоприятные условия для детектирования. С помощью, предложенной импульсной РЛС, использующей в качестве сигнала сверхкороткие импульсы, проведено измерение дальности и азимута цели

4. Список литературы

[1] Финкельштейн, М. И. Основы радиолокации: учебник для вузов / М. И. Финкельштейн. — М. : Радио и связь. 1983. 536 с.
[2] Теоретические основы радиолокации / Под ред. Ширмана Я.Д. — М. : Сов. радио, 1970. — 560 с.
[3] Белоцерковский, Г. Б. Основы радиолокации и радиолокационные устройства / Г. Б. Белоцерковский. — М. : Сов. радио, 1975. — 336 с
[4] Taylor, J. D. Ultrawideband radar: applications and design / J. D. Taylor. — CRCpress, 2017. — 528 p. — doi: 10.1201/b12356.

TWO-COORDINATE PULSE RADAR USING ULTRASHORT PULSES

Patrusheva M. S., Neskorodov S. E., Uskov G. K.
Voronezh State University, Russia

Abstract — A mock-up of a two-coordinate pulse radar using ultrashort pulses as signals was carried out. An algorithm for combined processing of received signals has been developed. The results of calculating the azimuth and range of the target are presented.

МАКСИМАЛЬНО ПРАВДОПОДОБНЫЙ АЛГОРИТМ РАЗЛИЧЕНИЯ УРОВНЯ ФАЗОВОЙ МАНИПУЛЯЦИИ

Корчагин Ю. Э., Титов К. Д., Ключникова В. И.
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 анализ максимально правдоподобного алгоритма определения уровня фазовой манипуляции. Построенный алгоритм осуществляет различение сигналов с фазовой манипуляцией в случае идеальной частотной и временной синхронизации при неизвестной последовательности передаваемых данных, наблюдаемых на фоне гауссовского белого шума. Результаты статистического анализа позволяют определить потенциальную помехоустойчивость различения уровня фазовой манипуляции.

1. Введение

Задача различения вида модуляции наблюдаемого сигнала актуальная в практических приложениях теории связи, радиомониторинга, радиоэлектронной борьбы [1, 2]. В частности, алгоритмы идентификации вида модуляции необходимы при построении систем когнитивного радио, для эффективного динамического распределения радиочастотного диапазона, при проектировании адаптивных телекоммуникационных систем. Существует несколько подходов при решении задач различения вида модуляции: основанные на различиях спектральных и статистических характеристик сигналов [2], базирующиеся на теории статистических решений [1], и с применением систем машинного обучения и нейронных сетей. В данной работе на основе теории статистических решений построен алгоритм различения уровня цифровой фазовой модуляции (манипуляции), а также найдены приближённые выражения для вероятностей ошибок.

2. Основная часть

Предполагалось, что доступна наблюдению реализация аддитивной смеси полезного сигнала и гауссовского белого шума. Известно, что сигнал является фазоманипулированным (ФМ) с неизвестным уровнем манипуляции M. Считалось, что на интервале наблюдения $[0,T]$ располагается достаточное количество канальных символов N, M длительностью $T_s = \frac{T}{N}$, значительно большее, чем количество элементов сигнального созвездия. Задача сформулирована в терминах теории проверки статистических гипотез [3]: гипотеза H_M соответствует наличию в принятой реализации ФМ сигнала с уровнем манипуляции M, т.е. сигнальное созвездие содержит M точек, отличающихся фазами $\varphi_i \in \left\{2\pi i / M + \varphi_0, i = \overline{0, M-1}\right\}$, где φ_0 — общий угол поворота сигнального созвездия. Сигнал при справедливости гипотезы H_M записан в виде [1]

$$s\left(t, \vec{\varphi}^{(M)}\right) = \sum_{n=1}^{N} \sqrt{2P} u\left(t - nT_s\right) \cos\left(\omega\left(t - nT_s\right) + \varphi_n^{(M)}\right),$$

где P — мощность канального символа; $\vec{\varphi}^{(M)}$ — заранее неизвестный вектор начальных фаз последовательности наблюдаемых канальных символов. Элементы $\varphi_n^{(M)}, n = \overline{1,N}$ вектора $\vec{\varphi}^{(M)}$ на приёмной стороне считались случайными величинами с дискретным равновероятным набором значений, определяемым уровнем манипуляции M.

Методом максимального правдоподобия [3] выполнен синтез алгоритма принятия решения, который формирует отношение правдоподобия для всех возможных гипотез, определяет максимальное значение и выносит решение в пользу соответствующей гипотезы. Априорная неопределённость относительно неизвестных фаз передаваемых символов была преодолена с помощью усреднения отношения правдоподобия по переменным $\varphi_n^{(M)}, n = \overline{1,N}$. При конечном множестве N канальных символов алгоритм принятия решения сводится к различению конечного набора ФМ сигналов, отличающихся уровнем манипуляции M.

Анализ алгоритма различения сигналов выполнен при условии большого количества принятых канальных символов, когда решающая статистика является приближённо гауссовской, что позволяет найти асимптотически точные выражения для вероятностей ошибок и вероятности правильного определения уровня манипуляции.

3. Заключение

Полученные результаты можно интерпретировать как потенциально достижимые, поскольку они получены в предположении полностью известных параметров принимаемой последовательности сигналов.

4. Благодарности

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

5. Список литературы

[1] Wei, W. Maximum-likelihood classification for digital amplitude-phase modulations / W. Wei, J. M. Mendel // IEEE Transactions on Communications, 2000. — Vol 48, No 2. — P. 189 — 193.
[2] Kharbech, S. On classifiers for blind feature-based automatic modulation classification over multiple-input multiple-output channels / S. Kharbech, I. Dayoub, etc, // IET Communications, 2016. — Vol 10, No 7. — P. 790 — 795.
[3] Тихонов В. И. Оптимальный приём сигналов / В. И. Тихонов. — М. : Радио и связь, 1983. — 320 с.

THE MAXIMUM LIKELIHOOD ALGORITHM FOR DISTINGUISHING THE ORDER OF PHASE DIGITAL MODULATION

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

Abstract — The synthesis and analysis of the maximum likelihood algorithm for determining the order of digital phase modulation were performed. This algorithm distinguishes signals with digital phase modulation in the case of ideal frequency and time synchronization with an unknown sequence of transmitted data. The results of statistical analysis, that allowed us to determine the potential noise immunity of the synthesized algorithm, were obtained.

НЕЙРОСЕТЕВОЙ АЛГОРИТМ РАЗЛИЧЕНИЯ УРОВНЯ ФАЗОВОЙ МАНИПУЛЯЦИИ

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

Аннотация — Построен нейросетевой алгоритм различения уровня фазовой манипуляции. Выполнено обучение нейросети и статистическое моделирование её работы. Исследована эффективность функционирования нейросети при различных отношениях сигнал–шум и при различных объёмах обучающей выборки.

1. Введение

Проектирование современных телекоммуникационных систем предполагает гибкость их функционирования, возможность оперативного изменения используемых сигналов, типов их модуляции. Это делает довольно актуальной задачу различения вида модуляции сигнала, решение которой расширяет возможности анализа систем телекоммуникаций, а также исследования структуры, свойств и происхождения сигналов при радиомониторинге.

При решении задач различения вида модуляции нашли применение несколько подходов: на основе анализа спектральных, статистических и других характеристик сигнала с последующим построением дерева принятия решений; основанные на теории статистических решений; реализованные на основе систем машинного обучения и нейронных сетей. В данной работе построен нейросетевой алгоритм различения уровня цифровой фазовой модуляции (манипуляции), а также выполнено его статистическое моделирование.

2. Основная часть

Исходными данными для нейросети выступают дискретные отсчёты квадратурных составляющих сигнала x_{In}, x_{Qn}, где $n = \overline{1,N}$. Количество отсчётов N_s на длительности одного канального символа менялось от 1 до 5. Таким образом, сеть анализировала N / N_s канальных символов. Блок-схема нейросети изображена на рис. 1. Входные данные поступали на двумерный свёрточный слой из 32 фильтров с размером ядра 2×4. Выходные данные свёрточного слоя, представленные в виде тензора, выпрямлялись в один длинный вектор слоем Flatten. Далее следовали два полносвязных слоя, первый из которых содержит 64 нейрона, второй — количество нейронов, равное количеству распознаваемых видов фазовой манипуляции.

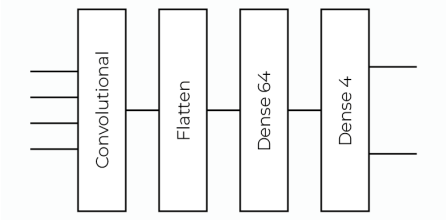


Рис. 1

Данные для обучения сети моделировались в виде последовательности случайных чисел, зависящих от случайно сформированных точек сигнального созвездия, к которым аддитивно добавлялись отсчёты гауссовского шума с заранее выбранными параметрами, обеспечивая тем самым требуемое отношение сигнал/шум (ОСШ).

Обученная для каждого ОСШ нейросеть подвергалась статистическому моделированию. Для этого циклично формировались 10^5 входных реализаций, которые по очереди подавались на вход нейросети и фиксировались правильные и ошибочные решения на выходе. На рис. 2 показана зависимость вероятности правильного принятия решения от объёма обучающей выборки при ОСШ по мощности, равном 5.



Рис. 2

3. Заключение

Объём обучающей выборки, требуемый для успешного обучения выбранной нейросети, существенно зависит от ОСШ. Нейросеть обладает наименьшей вероятностью ошибки при ОСШ большем или равном тому значению, при котором она обучалась.

4. Благодарности

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

5. Список литературы

[1] Guo, Y. Modulation Signal Classification Algorithm Based on Denoising Residual Convolutional Neural Network / Y. Guo, X. Wang // IEEE Access, 2022. — Vol 10. — P. 121733 — 121740.

[2] Kharbech S. On classifiers for blind feature-based automatic modulation classification over multiple-input multiple-output channels / S. Kharbech, I. Dayoub, etc // IET Communications, Apr. 2016. — Vol 10, No 7. — P. 790 — 795.

NEURAL NETWORK ALGORITHM FOR DISTINGUISHING THE ORDER OF PHASE DIGITAL MODULATION

Korchagin Yu. E., Titov K. D., Ushkov A. S., Modelina V. V.
Scientific adviser: Korchagin Yu. E.
Voronezh State University, Russia

Abstract — An artificial neural network algorithm for distinguishing signals with digital phase modulation with different modulation order was investigated. The neural network training and statistical modeling have performed. The efficiency of the neural network at different signal-to-noise ratios and at different training sample sizes was investigated.

ОЦЕНКА ЧАСТОТЫ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ КВАЗИРАДИОСИГНАЛОВ С НЕИЗВЕСТНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТЬЮ

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 — Синтезирован квазиправдоподобный алгоритм оценки частоты последовательности сверхширокополосных квазирадиосигналов с неизвестной длительностью. Исследовано влияние количества импульсов в последовательности на дисперсию оценки частоты.

1. Введение

В настоящее время все больший практический интерес вызывают радиотехнические устройства, основанные на использовании сверхширокополосных (СШП) сигналов. Для работы таких устройств необходимо синтезировать оптимальные алгоритмы оценки параметров СШП сигналов в условиях различной априорной неопределённости, среди которых важное место занимает задача оценки частоты [1, 2]. В работе [2] авторами получен алгоритм оценки частоты одиночного СШП квазирадиосигнала (КРС) на фоне белого гауссовского шума, однако в реальных устройствах необходимо синтезировать алгоритмы обработки последовательности таких сигналов. В связи с этим в данной работе исследован квазиправдоподобный (КП) алгоритм оценки частоты последовательности СШП КРС с неизвестной длительностью на фоне белого гауссовского шума.

2. Основная часть

Рассматриваемая в работе модель СШП КРС является обобщающей моделью, поскольку может описывать, как узкополосные и широкополосные видео- и радиосигналы, так и СШП. В работе решается задача синтеза и анализа КП алгоритма оценки частоты последовательности такой модели сигналов в предположении невыполнения условия узкополосности.

Синтез алгоритма оценки частоты выполнялся методом максимального правдоподобия (МП), согласно которому необходимо сформировать логарифм функционала отношения правдоподобия (ЛФОП). Вместо неизвестной длительности использовалось некоторое её ожидаемое значение из области возможных значений. Тогда для получения КП оценки частоты последовательности СШП КРС необходимо решить уравнение правдоподобия.

Для анализа синтезированного алгоритма необходимо найти статистические характеристики оценки частоты. Полагаем, что КП оценка располагается в малой окрестности максимума ЛФОП при больших значениях отношения сигнал-шум (ОСШ). Тогда, аналогично [1], смещение и дисперсию оценки частоты можно найти в виде соответствующих приближений. Исследование условия состоятельности оценки частоты последовательности СШП КРС с неизвестной длительностью показало, что оценка является состоятельной при выбранном ожидаемом значении длительности меньше истинного.

На рис. 1 показаны зависимости нормированной дисперсии «*D*» оценки частоты последовательности СШП КРС от ОСШ для разного числа импульсов «υ» при расстройке по длительности 1,25, определяемой как отношение ожидаемого и истинного значений длительности, и начальной фазе $\varphi = 0$.

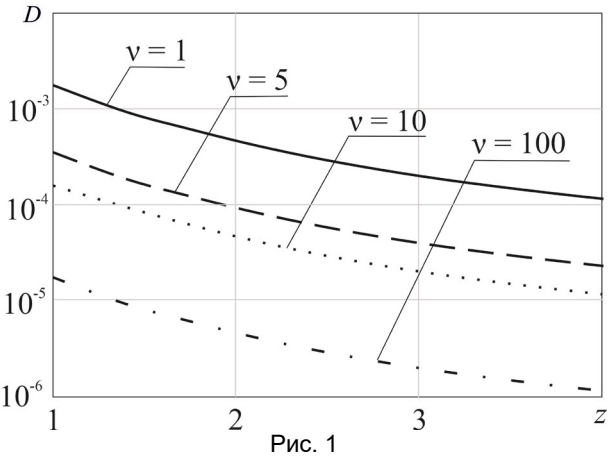


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, получен КП алгоритм оценки частоты последовательности СШП КРС с неизвестной длительностью. Выявлено, что расстройка по длительности может оказывать существенное влияние на характеристики оценки. Показано, что с ростом числа импульсов в последовательности увеличивается эффективность синтезируемого устройства измерения частоты.

4. Благодарности

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

5. Список литературы

[1] Куликов, Е. И. Оценка параметров сигналов на фоне помех / Е. И. Куликов, А. П. Трифонов. — М. : Сов. радио, 1978. — 296 с.
[2] Korchagin Y. Characteristics of Frequency Estimate of an UWB Quasi-Radio Signal with Unknown Duration / Y. Korchagin [et. al] // 2023 IEEE Ural-Siberian Conference on Biomedical Engineering, Radioelectronics and Information Technology, Yekaterinburg, Russian Federation, 2023. — P. 158 — 161.

FREQUENCY ESTIMATION OF A SEQUENCE OF ULTRA-WIDEBAND QUASI-RADIOSIGNALS WITH AN UNKNOWN DURATION

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

Abstract — A quasi-likelihood algorithm for estimation the frequency of a sequence of ultra-wideband quasi-radio signals with an unknown duration is synthesized. The effect of the number of pulses in a sequence on the variance of the frequency estimate is studied.

РАДИОЛОКАЦИОННОЕ СЕЧЕНИЕ РАССЕЯНИЯ НЕПРОВОДЯЩИХ ТОК НЕОДНОРОДНЫХ СТРУКТУР

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 — Рассматривается электромагнитная модель расчета радиолокационного сечения рассеяния в программной среде ANSYS Electronics для объектов с непроводящей ток структурой и неоднородной диэлектрической проницаемостью. Приведен обзор результатов моделирования.

1. Введение

Радиолокационное сечение рассеяния (РСР) характеризует способность объекта рассеивать падающие на него электромагнитные волны. Традиционно, данный метод применяется для анализа токопроводящих структур с целью определения его видимости для радарных систем. В работе рассматривается метод расчета РСР по отношению к материалам, не являющимся проводниками, с целью определения параметров объекта радиолокации по качественному анализу отраженного сигнала.

2. Основная часть

Получение РСР для непроводящих ток объектов рассматривается в задачах радиоэлектроники крайне редко, а проводящиеся исследования учитывают только однородные структуры анализируемых объектов [1, 2]. Задача качественного анализа сигнала-ответа радиолокации от непроводящего ток объекта подразумевает уделение особого внимания характеру отражений электромагнитной волны от структурных неоднородностей, таких как граница соприкосновения материалов с различной диэлектрической проницаемостью.

Геометрия рассматриваемых в работе моделей сформирована таким образом, что имитирует нахождение одного вещества в другом. Внешняя оболочка является полым цилиндром с некоторой толщиной стенки (толщина стенки может отличаться от толщины основания), заполненным веществом с отличной от материала цилиндра диэлектрической проницаемостью.

Модель материала оболочки — полиэтилен с диэлектрической проницаемостью ε, равной 2,25. В качестве наполнителя используются различные материалы с отличной от оболочки диэлектрической проницаемостью (с ε в интервале 2 до 80).

Для осуществления электромагнитного анализа применяется метод облучения плоской волной в среде ANSYS Electronics. Частотный диапазон анализа подобран таким образом, что длина волны нижней частотной границы превышает линейный размер объекта. Длина волны верхней границы меньше линейных размеров объекта. Источник вращается вокруг объекта на 90 градусов. Для уменьшения отражений электромагнитных волн от границы области симуляции используется PML-метод (Perfectly Matched Layer), определяющий внешние границы объекта моделирования, уменьшающий отражения от границы области симуляции, снижающий искажения, увеличивающий численную устойчивость модели.

Ключевым результатом моделирования являются выходные характеристики отраженного сигнала, которые представлены в виде массива данных, содержащих в себе угол падения волны по отношению к нормали объекта, частоту излучения, величину отраженного сигнала. Эти материалы предназначены для постпроцессорной обработки и качественного анализа отраженного сигнала, выявления закономерностей отражения волн от объектов с неоднородной структурой, определения материала по характеру отражений.

На рис. 1 показаны графики, иллюстрирующие возможность получения характеристик зависимости амплитуды отраженного сигнала относительно угла к нормали объекта с независимым распределением по частоте излучаемого сигнала.

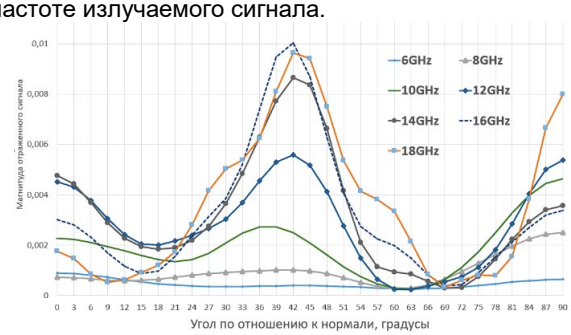


Рис. 1

3. Заключение

Полученные массивы данных представляют собой электронную модель оцифрованного сигнала-ответа процесса сверхширокополосной радиолокации объекта из непроводящих ток материалов. Постпроцессортная обработка позволяет провести разделение и объединение по частоте, углу падения электромагнитной волны на объект, по амплитуде отраженного сигнала, по материалу модели объекта.

4. Список литературы

[1] Im, H.-R. RCS Estimation of Singly Curved Dielectric Shell Structure with PMCHWT Method and Experimental Verification / H.-R. Im [et. al.] // Sensors. — 2022. — 22(3). 734 p.

[2] Дмитренко, А. Г. Решение задачи электромагнитного рассеяния на тонком диэлектрическом цилиндре методом вспомогательных источников / А. Г. Дмитренко, Е. П. Гольцварт // Радиотехника и электроника, 2011. — Т.56, № 5. — С. 600 — 607.

RADAR CROSS-SECTION OF NONCONDUCTING INHOMOGENEOUS STRUCTURES

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

Abstract — An electromagnetic model for calculating the radar cross-section in the ANSYS Electronics software environment is considered for objects with a non-conductive structure and inhomogeneous dielectric permittivity. The simulation results are presented in summary.

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

Тюнин Д. И., Табакаев Д. И.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Редькина Е. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: earedkina@sevsu.ru

Аннотация — Рассмотрен вопрос построения распределенной системы оборудования безопасности с применением технологии VipNet на примере развертывания системы в рамках университета СевГУ.

1. Введение

Инфокоммуникационные системы связи должны обеспечиваться соответствующей безопасность, в том числе сетевой безопасность, включая авторизацию и идентификацию пользователей, а также обеспечения безопасности в процессе транзакции и обмена данными в рамках одной локации или нескольких локаций одной организации, между разными организациями. В данной работе рассмотрен принцип построения распределенной системы обеспечения сетевой безопасности на основе технологии VipNet.

2. Основная часть

Таким образом, работа посвящена разработке защищенной сети для ФГАОУ ВО «Севастопольского государственного университета» с применением технологии VipNet для объединения различных локаций университета (рис. 1).



Рис. 1

Технология VipNet основана на системе из набора оборудований (межсетевых экранов) и программного обеспечения типа «Администратор» и «Координатор» и «Клиент» [1].

Основные требования, выдвигаемые к разрабатываемой системе:

— обеспечения безопасного доступа к серверам университета с разных локаций;

— должна быть обеспечена передача почтовых сообщений корпоративной почты с той же степенью безопасности, что обеспечивается внутри локальной сети;

— возможность масштабировать сеть (увеличивать или уменьшать количество локаций без существенного изменения архитектуры построения безопасной сети);

— возможность удаленного управления и контроля оборудованием, реализующем функционал безопасной сети.

На рис. 2 представлена логическая схема построения системы безопасности сети с применением координаторов на входе в сеть каждой локации. Для каждой локации входное оборудование системе — VipNet «Координатор» должен быть настроен в два этапа.

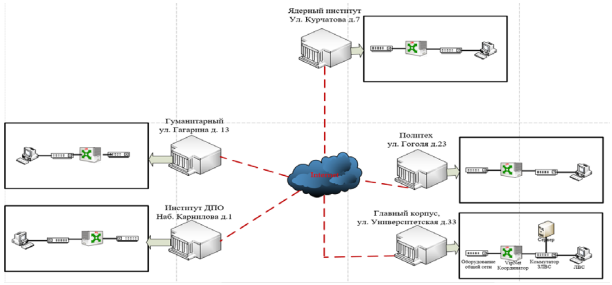


Рис. 2

На первом этапе должна быть обеспечена настройка:

— авторизация, выбор региона, даты и времени;

— выбор варианта получения ключей;

— выбор dst (совокупность криптоключей, разработанных специально для обеспечения безопасности обрабатываемых данных; DST-файл ViPNet работает со службой низкоуровневого драйвера сетевой защиты, называемой ViPNet-драйвером; он шифрует и фильтрует IP-трафик для обеспечения безопасности всей сетевой инфраструктуры); выбор и настройка интерфейсов; выбор сервисов.

Также должна быть обеспечена настройка правил передачи информации (forward, fileover), как показано на рис. 3.

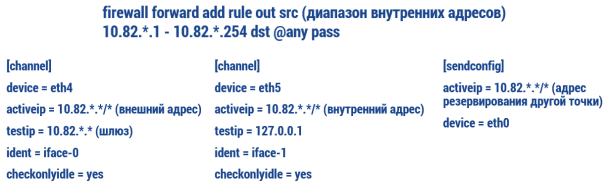


Рис. 3

В рамках работы было проведено моделирование настройки и работы оборудования на кампусе СевГУ.

3. Заключение

Описана логическая схема распределенной системы для обеспечения безопасности с применением технологии VipNet, а также основной принцип конфигурирования оборудования.

4. Список литературы

[1] Технология ViPNet — «Сетевые технологии» [Электронный ресурс]. — Режим работы: https://it-black.ru/tpost/662umoajv1-tehnologiya-vipnet (дата обращения: 10.09.2023)

DISTRIBUTED SYSTEM FOR ENSURING SECURITY

Tyunin D. I., Tabakaerv D. I.
Scientific adviser: Redkina E. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The issue of design of the distributed system for network security with using the VipNet technology is considered on the example of deployment for SevSU University.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЖИМА НАЛОЖЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ В СОВРЕМЕННОЙ СУДОВОЙ РЛС

Палаев С. В.[1], Палаев И. С.[1], Лукичев В. А.[1], Чернышев Е. Е.[1], Шудрин М. И.[2]
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Палаев С. В.
[1]Черноморское высшее военно-морское училище имени П.С. Нахимова, Россия
[2]Севастопольский государственный университет, 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 наложения изображений в современной судовой РЛС — это наложение на радиолокационное изображение на индикаторе кругового обзора (ИКО) навигационной РЛС (НРЛС) изображения электронной карты, а также целей от АИС (рис. 1).

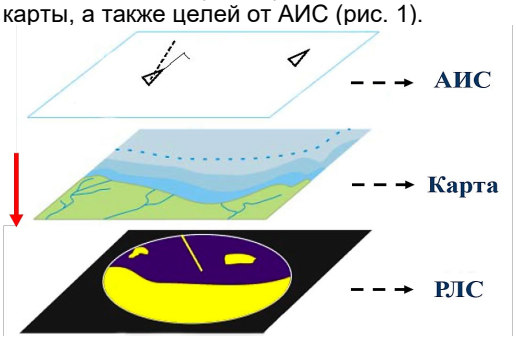


Рис. 1

Для достижения цели работы разработан комплект задач: различные тактические ситуации с разными районами плавания, которые затем проигрывались на навигационном тренажере.

При этом фиксировались изображения на ИКО НРЛС и дисплее ЭКНИС, как бы по слоям и в целом.

Так на рис. 2 экран ИКО НРЛС в режиме излучения с АИС-целью.

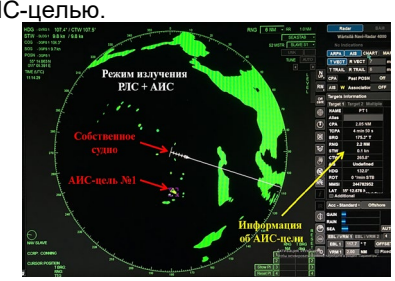


Рис. 2

На рис. 3 показан экран ИКО НРЛС в режиме наложения электронной карты, но без АИС.

На рис. 4 — экран ИКО РЛС в режиме наложения электронной карты с АИС.



Рис. 3

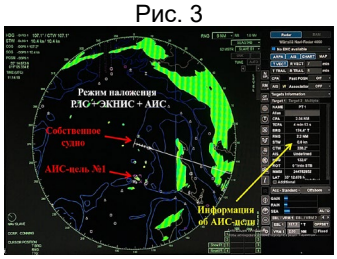


Рис. 4

Преимуществами режима наложения изображений, исходя из практических испытаний являются:

— оперативность наблюдения за обстановкой на одном дисплее ИКО НРЛС;

— наглядность информации от разных источников;

— надёжное и высокоинформативное отображение АИС-целей на шкалах малой дальности НРЛС при сильном волнении моря и дожде (снежном заряде), когда радиолокационные цели невидимы;

— нет необходимости передвигаться по всему ходовому мостику с целью сбора информации от разных датчиков (РЛС, ЭКНИС, АИС и др.).

3. Заключение

Наличие функции наложения в современных НРЛС является крайне важным и полезным дополнением, позволяющим вести наблюдение, в том числе радиолокационное по отображению радиолокационной обстановки на фоне электронной карты.

4. Список литературы

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

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

Palaev S. V.[1], Palaev I. S.[1], Lukichev V. A.[1],
Chernyshev E. E.[1], Shudrin M. I.[2]
Scientific adviser: Palaev S. V.
[1]Black Sea Higher Naval School named after P. S. Nakhimov; Russia
[2]Sevasopol State University, 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.

АЛГОРИТМ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДВИЖУЩИХСЯ ИСТОЧНИКОВ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ

Артемова Е. С., Сличенко М. П.
Научный руководитель: д-р техн. наук Сличенко М. П.
Акционерное общество «Концерн «Созвездие», Россия
E-mail: m.p.slichenko@sozvezdie.su

Аннотация — В рамках теории статистической радиотехники разработан алгоритм идентификации движущихся источников радиоизлучения. Получено решающее правило принятия решения о наличии движущегося источника по результатам измерения уровня принимаемых сигналов и азимутального направления на источник.

1. Введение

В современных условиях спектр применения средних и малых беспилотных летательных аппаратов постоянно расширяется. В связи с этим актуальность разработки алгоритмов идентификации воздушных целей возрастает. Существует множество подходов к решению данной задачи: регистрация изменения уровня принимаемого сигнала, изменения скорости объекта или дальности до объекта, выявление движущихся объектов из потока видеоинформации и др.

В случае однопозиционной радиотехнической системы, состоящей из одного неподвижного обнаружителя-пеленгатора, уровень принимаемого сигнала и истинное направление на движущийся источник радиоизлучения (ИРИ) меняются со временем. В [1—3] предложены алгоритмы пеленгования, предполагающие нахождение совместной оценки направления на ИРИ и уровня принимаемого сигнала, приведены оценки потенциальной точности измерения указанных параметров в условиях сложной электромагнитной обстановки.

Исследования авторов показали, что с целью повышения достоверности идентификации, решение задачи идентификации движущихся ИРИ должно быть основано на совместной обработке не только результатов многократного пеленгования, но и результатов измерения уровня сигнала в различные моменты времени.

Целью работы является разработка алгоритма идентификации, обеспечивающего совместный учет изменения направления на источник и уровня принимаемого сигнала.

2. Основная часть

Задача идентификации движущихся ИРИ решена в рамках теории статистической радиотехники с использованием метода максимального правдоподобия и критерия Неймана-Пирсона.

По результатам многократного обнаружения и пеленгования ИРИ разработан алгоритм идентификации движущихся ИРИ. Определена структура совместной обработки наблюдаемых данных, содержащих информацию о направлении на ИРИ и уровне принимаемого сигнала. Найдена структура решающей статистики идентификации, по результатам сравнения которой с порогом обнаружения принимается решение в пользу одной из гипотез (неподвижный ИРИ либо движущийся ИРИ) выбирается по критерию Неймана-Пирсона и обеспечивает требуемую вероятность ложной идентификации.

Определены параметры аппроксимирующей функции, характеризующей совместный закон изменения пеленга на ИРИ и уровня принимаемого сигнала.

В качестве примера на рис. 1 показаны результаты статистического моделирования алгоритма идентификации движущихся ИРИ — зависимость изменения уровня принимаемых сигналов ИРИ и азимутального направления от времени наблюдения (кривая 1), а также аппроксимирующая функция (кривая 2).

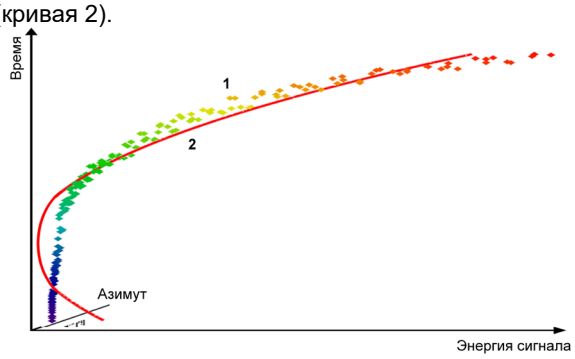


Рис. 1

3. Заключение

Разработан алгоритм, позволяющий идентифицировать движущиеся источники радиоизлучения по результатам совместной обработки результатов пеленгования и измерения уровня принимаемых сигналов. Применение алгоритма в системах радиомониторинга позволит повысить достоверность селекции движущихся ИРИ за счет реализации совместного учета изменения направления на источник и уровня принимаемого сигнала.

4. Список литературы

[1] Артемов, М. Л. Автоматизированные системы управления, радиосвязи и радиоэлектронной борьбы. Основы теории и принципы построения / М. Л. Артемов, В. И. Борисов, В. А. Маковий, М. П. Сличенко / Под. ред. М. Л. Артемова. — М. : Радиотехника. — 2021. — 556 с.

[2] Артемов, М. Л. Обнаружение и пеленгование источников радиоизлучений в рамках теории статистической радиотехники / М. Л. Артемов, О. В. Афанасьев, М. П. Сличенко // Радиотехника. — 2016. — №5. — С. 4 — 18.

[3] Артемов, М. Л. Методы статистической радиотехники в современном решении задач радиомониторинга / М. Л. Артемов, О. В. Афанасьев, М. П. Сличенко // Антенны. — 2016. — №6. — С. 55 — 62.

ALGORITHM OF IDENTIFICATION OF MOVING SOURCES OF A RADIO EMISSION

Artemova E. S., Slichenko M. P.
Scientific adviser: Slichenko M. P.
JSC «Concern «Sozvezdie», Russia

Abstract — Within the limits of the theory of statistical radio engineering, the algorithm of identification of moving sources of a radio emission is developed. The solving rule of decision-making on presence of a moving source by results of measurement of level of taken over signals and an azimuthal direction on a source is obtained.

БИМОДАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПОД ВОДОЙ

Косарев Н. А., Широков И. Б.
Научный руководитель: д-р техн. наук, доц. Широков И. Б.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: kosnickname@gmail.com

Аннотация — В теоретическом аспекте рассмотрена система передачи данных в подводных условиях, объединяющая акустический и оптический модули связи с целью взаимного компенсирования ограничений каждого из этих модулей. Таким образом, система позволяет обеспечить достаточную дальность передачи данных на повышенной скорости, например, при её интегрировании в автономные необитаемые подводные аппараты.

1. Введение

В сложных условиях подводной среды наиболее распространено использование акустических систем, способных поддерживать связь на больших расстояниях. Тем не менее производительность акустических каналов связи ограничивается физической природой, что приводит к потерям пакетов данных и снижению скорости передачи.

Оптика, в свою очередь, сталкивается с проблемами короткого расстояния связи, однако все ещё остаётся эффективной и перспективной технологией из-за большой пропускной способности и низкой временной задержки.

Вследствие упомянутых выше факторов, а также в связи с тем, что пока не удаётся окончательно заменить один метод связи другим, широко рассматривается параллельное использование гидроакустической и оптической связи [1]. Подобная технология может сыграть решающую роль при разработках в сфере интернета подводных вещей и сетей 5G в будущем [2].

2. Основная часть

На рис. 1 показана схема, иллюстрирующая принцип работы системы из двух параллельно подключённых модулей связи (акустического и оптического). Излучателями световых волн являются светодиоды (LED) совместно с драйверами (DLED), а приёмником оптических данных служит модуль с фотодиодом (PHD), работающий совместно с трансимпедансным усилителем (TIA). Акустический преобразователь (AT) совместно с драйвером (DAT) выполняет функции источника и приёмника акустических волн, используя прямой и обратный пьезоэлектрический эффект. В направлении от порта данных к модулям и обратно электрические сигналы проходят через разделитель (splitter), где они разбиваются на два потока на выходе и объединяются в один на входе в разделитель. Электрические сигналы могут быть направлены на каждый из модулей, как по отдельности, так и одновременно, что предоставляет возможность проводить манипуляции над ними в процессе работы.

3. Заключение

Представленная система является решением, обладающим значительным потенциалом для применения в современных и будущих технологиях подводной связи, как на мелководье, так и на большой глубине. В первую очередь предусматривается её внедрение в области автономных необитаемых подводных аппаратов с целью мониторинга морской среды, а также для высокоскоростной передачи данных между исследовательскими подводными объектами. Разумное распределение потоков данных по различным каналам связи позволит повысить как скорость и объем передачи данных, так и их достоверность.

Реализация данной системы также требует разработки высокоэффективного программного обеспечения. Это позволит создавать алгоритмы, основанные на уже имеющихся данных, способствующие оптимизации работы модулей и обеспечивающие адаптацию к различным подводным сценариям.

4. Список литературы

[1] Kumara Suresh Underwater Communication: A Detailed Review / Suresh Kumara and Chanderkant Vats // Workshop on Computer Networks & Communications, May 01, 2021, Chennai, India. — P. 76—86.
[2] Lou, Yi Underwater Communications and Networks / Yi Lou and Niaz Ahmed // Textbooks in Telecommunication Engineering. — Springer, 2021. — 379 p.

BIMODAL UNDERWATER DATA TRANSMISSION SYSTEM

Kosarev N. A., Shirokov I. B.
Scientific adviser: Shirokov I. B.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — An integrated underwater data transmission system is considered, which combines acoustic and optical communication modules in order to mutually compensate for the limitations of each of them. In this way, the system allows to provide a sufficient range of data transmission at an increased speed, for example, when integrated into underwater autonomous vehicles.

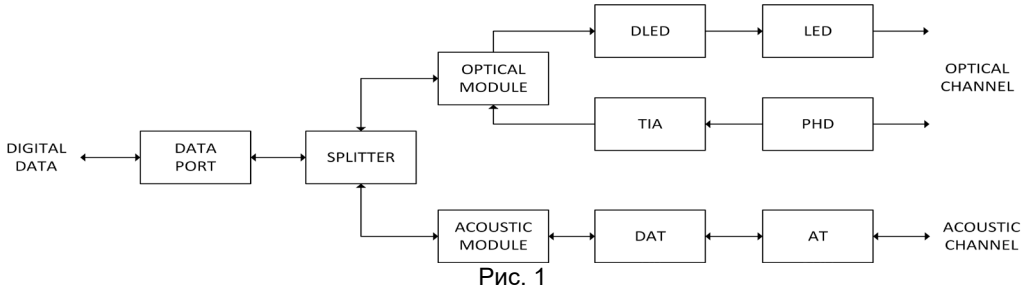


Рис. 1

ИЗМЕРЕНИЕ ДАЛЬНОСТИ ПОД ВОДОЙ

Косарев Н. А., Широкова Е. И., Широков И. Б.
Научный руководитель: д-р техн. наук, доц. Широков И. Б.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: kosnickname@gmail.com

Аннотация — Рассмотрена технология измерения дальности под водой, обеспечивающая возможность увеличения верхней границы измерения. При этом также ставится задача увеличения ресурса элементов формирования сигнала и уменьшение их габаритов.

1. Введение

Измерение дальности под водой является важной технической задачей, без решения которой невозможно осуществить позиционирование и причаливание автономного необитаемого подводного аппарата (АНПА) к донному причальному устройству или к борту любого плавсредства.

Существующие системы измерения дальности, предполагающие раздельное использование всех известных типов волновых процессов, распространяющихся под водой (электромагнитное, акустическое и оптическое излучения), имеют тактико-технические характеристики, не позволяющие осуществить автоматическое причаливание АНПА.

В работе [1] предлагается совместное использование двух принципиально разных типов волновых процессов, которое позволяет достичь требуемых параметров точности измерения дальностей, что открывает широкую перспективу для автоматического причаливания АНПА. Однако для осуществления этой процедуры на дальности до 100 м требуются повышенные мощности (порядка 100 Вт) излучения электромагнитного сигнала опорного канала измерения дальности.

2. Основная часть

В работе предлагается заменить электромагнитный канал передачи опорного сигнала оптическим, как это показано на рис. 1.

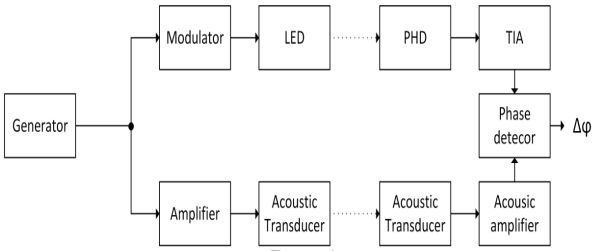


Рис. 1

Рассматриваемое устройство состоит из генератора непрерывных низкочастотных электрических колебаний, выход которого соединён со входом модулятора передатчика оптического излучения и входом усилителя электрических сигналов, который в свою очередь соединён с акустическим преобразователем.

В качестве передатчика оптического излучения используем светодиод, а детектором оптического излучения является фотодиод.

Генератор низкочастотных колебаний формирует на своём выходе электрические колебания с частотой f_1, начальной фазой φ_{01} и амплитудой U_0 На выходе приёмника оптического излучения получаем электрические колебания с той же частотой f_1 и начальной фазой, а также набегом фазы φ_{11}, которым можно пренебречь в силу высокой скорости распространения света.

Акустическая волна с частотой f_1 распространяется на расстояние *D* от передающего акустического преобразователя до приёмного акустического преобразователя и получает набег фазы

$$\varphi_{21} = 2 \times \pi \times f_1 \times D / C_a .$$

Непрерывные колебания с выхода приёмника оптического излучения и с выхода приёмного акустического преобразователя подают на входы измерителя разности фаз непрерывных электрических колебаний, на выходе которого получают сигнал

$$\Delta\varphi_{m1} = \varphi_{21} - n \times 2\pi,$$

где n — некоторое целое число.

После этого вся процедура повторяется, но для новой известной фиксированной частоты f_2 с получением нового значения $\Delta\varphi_{m2}$. После чего находится разность фаз

$$\Delta\varphi = \Delta\varphi_{m1} - \Delta\varphi_{m2}.$$

Вычисляется дальность по формуле

$$D = \frac{\Delta\varphi \times C_a}{2 \times \pi \times (f_1 - f_2)}.$$

3. Заключение

Таким образом, габариты и вес элементов приёма и передачи опорного сигнала снижены, а уровень мощности излучающего светодиода для той же дальности требуется значительно меньший; соответственно, верхняя граница измерения дальности может быть увеличена.

4. Список литературы

[1] Широков, И. Б. Локальная система прецизионного позиционирования автономных необитаемых подводных аппаратов / И. Б. Широков // Сборник научных трудов «Навигация по геофизическим полям Земли» под ред. В. Т. Минлигареева. — М. : ВТУ ГШ ВС РФ, ФГБУ «ИПГ», 2023. — С. 371—393.

UNDERWATER DISTANCE MEASUREMENTS

Kosarev N. A., Shirokova E. I., Shirokov I. B.
Scientific adviser: Shirokov I. B.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The technology of underwater distance measurements, which provides the possibility of increasing the upper limit of measurement, is considered. At the same time, the task of increasing the resource of signal forming elements and reducing their dimensions is also posed.

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК БЕСПРОВОДНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ VLC СИСТЕМЫ

Овчаров П. П., Широкова Е. И.
Научный руководитель: Овчаров П. П.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: PPOvcharov@mail.sevsu.ru

Аннотация — Разработана экспериментальная измерительная установка для исследования канала связи беспроводной оптической системы передачи данных, реализованной с применением широко распространенной технологии Visible Light Communnication — (связь видимым светом). (VLC).

1. Введение

Системы беспроводной оптической связи, реализованные на основе VLC технологии, находят широкое практическое применение для связи между подвижными объектами, мобильным оборудованием и инфраструктурой [1]. VLC применяются внутри помещений, в системах идентификации и определения местоположения, в системах связи на транспорте и для организации беспроводных каналов подводной связи [2].

2. Основная часть

Обобщенная функциональная схема установки для исследования характеристик прототипа системы оптической передачи данных VLC показана на рис. 1.

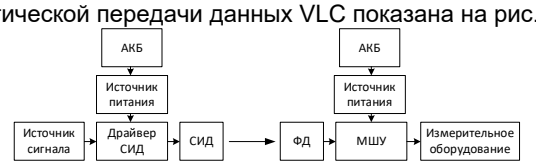


Рис. 1

На рис. 1 использованы обозначения: АКБ — аккумуляторная батарея; СИД — светоизлучающий диод; ФД — фотодиод; МШУ — малошумящий усилитель.

Электрическая принципиальная схема драйвера светоизлучающего диода показана на рис. 2.

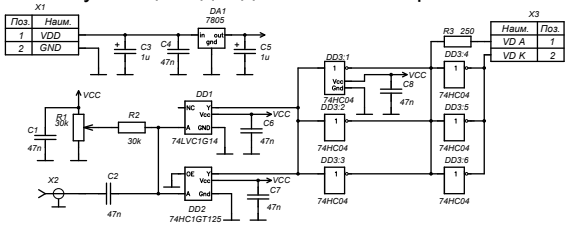


Рис. 2

Разработанная топология печатной платы блока электрических модулей измерительной установки (драйвер СИД, МШУ) показана на рис. 3.

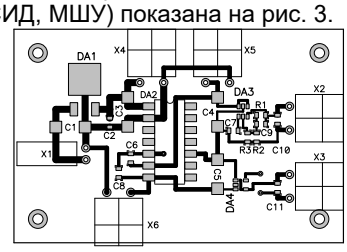


Рис. 3

Для приемного тракта разработана электрическая принципиальная схема и топология печатной платы для фотодиода. Использованы малошумящие усилители в двух модификациях: с полосой пропускания 1,1 ГГц (рис. 4,а) и 8 ГГц (рис. 4,б).

а) б)

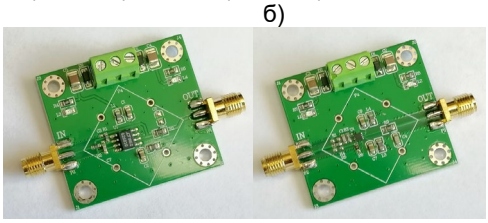


Рис. 4

В собранном виде измерительная установка показана на рис. 5.



Рис. 5

Разработанная установка позволяет выполнять комплекс измерений:

— временная задержка выходного электрического импульса относительного входного сигнала;

— время нарастания и время спада выходного электрического импульса;

— частотную характеристику преобразования;

— протяженность воздушной трассы.

3. Заключение

Разработана экспериментальная измерительная установка для исследования канала связи беспроводной оптической системы передачи данных.

С применением данной установки проведен комплекс экспериментальных исследований для 13 типов светоизлучающих диодов и двух типов фотодиодов.

4. Список литературы

[1] Dimitrakopoulos, G. Intelligent transportation systems / G. Dimitrakopoulos, P. Demestichas // IEEE Veh. Technol. Mag. — 2010. — Vol 5. — P. 77—84.

[2] Kaushal, H. Underwater Optical Wireless Communication / H. Kaushal, G. Kaddoum // IEEE Access. — 2016. — Vol 4. — P. 1518—1547.

MEASURING UNIT FOR THE STUDY OF THE WIRELESS OPTICAL VLC SYSTEM FEATURES

Ovcharov P. P., Shirokova E. I.
Scientific adviser: Ovcharov P. P.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — An experimental measuring unit to study the communication channel of a wireless optical data transmission system are developed and implemented using the widespread technology of "communications in the visible light" (VLC).

ИССЛЕДОВАНИЕ СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИХ ДИОДОВ В СОСТАВЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ БЕСПРОВОДНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ VLC СИСТЕМЫ

Овчаров П. П., Широкова Е. И.
Научный руководитель: Овчаров П. П.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: PPOvcharov@mail.sevsu.ru

Аннотация — С применением разработанной измерительной установки проведено исследование влияния характеристик различных серийно выпускаемых светоизлучающих диодов (LED) на временные характеристики выходного электрического импульсного сигнала со скважностью 2. Представлены результаты измерений.

1. Введение

Системы беспроводной оптической связи, реализованные на основе VLC технологии, находят широкое практическое применение для в различных телекоммуникационных системах. Реализация высокоскоростных подводных трасс с применением в качестве источника оптического излучения LED рассматривалась в ряде работ [1, 2].

2. Основная часть

При экспериментах использовались следующие типы LED: 1) КИПД40П20-С-П1; 2) BL-L524UBC; 3) BL-L522UBC; 4) BL-L502UBC; 5) FYL-5013UBC; 6) NL-5013UBC; 7) GNL-5053UBC; 8) GNL-5053UBC-TL; и два LED повышенной мощности излучения: 9) GN2-5013BGC; 10) BL-L563UBC.

Разработанная измерительная установка показана на рис. 1.



Рис. 1

На рис. 2. показаны измеренные значения времени задержки электрического импульса на выходе измерительной установки для заданного ряда испытываемых светоизлучающих диодов.

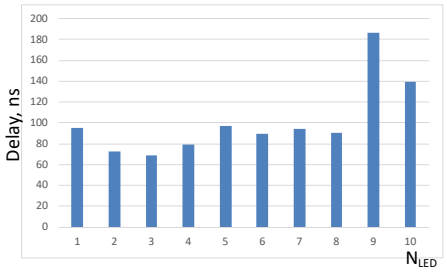


Рис. 2

На рис. 3 показаны результаты измерений переднего фронта электрического импульса на выходе измерительной установки для заданного ряда испытываемых светоизлучающих диодов.

На рис. 4 показаны результаты измерений времени спада электрического импульса на выходе измерительной установки для заданного ряда испытываемых светоизлучающих диодов.

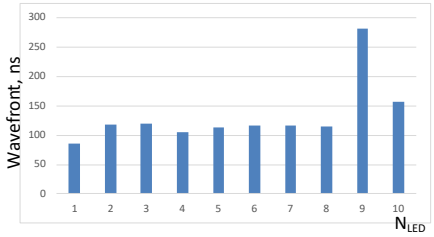


Рис. 3

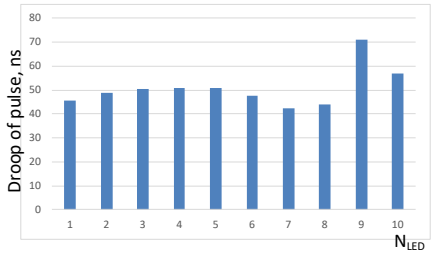


Рис. 4

3. Заключение

На разработанной установке выполнены следующие измерения для различных серийно выпускаемых LED:

— временная задержка выходного электрического импульса относительного входного сигнала;

— время нарастания и время спада выходного электрического импульса;

— частотная характеристика преобразования;

— протяженность воздушной трассы.

4. Список литературы

[1] Wang, F. 3.075 Gb/s underwater visible light communication utilizing hardware pre-equalizer with multiple feature points / F. Wang et al. // Opt. Eng. —– 2019. — Vol 58. — P. 056117.

[2] Wang, J. Underwater wireless optical communication system using a 16-QAM modulated 450-nm laser diode based on an FPGA / J. Wang et al. // Appl. Opt. — 2019. — Vol 58. — No 16. — P. 4553—4559.

INVESTIGATION OF LIGHT-EMITTING DIODES AS PART OF A MEASURING UNIT FOR TESTING A WIRELESS OPTICAL VLC SYSTEM

Ovcharov P. P., Shirokova E. I.
Scientific adviser: Ovcharov P. P.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Using the developed measuring device, the influence of the characteristics of various mass-produced light-emitting diodes (LED) on the time characteristics of an output electrical pulse signal with a duty cycle of N=2 are studied. The results of measurements are presented.

ЭЛЕКТРОННАЯ НАГРУЗКА ПОВЫШЕННОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

Овчаров П. П., Петренко В. И.
Научный руководитель: Овчаров П. П.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: PPOvcharov@mail.sevsu.ru

Аннотация — Разработана экспериментальная электронная нагрузка с цифровым управлением для исследования свойств полевых транзисторов на повышенных токах нагрузки, а также для исследования работы транзисторов в условиях динамических нагрузок.

1. Введение

Электронные нагрузки находят широкое практическое применение для тестирования и испытания источников питания. В современные условия повсеместного использования импульсных источников питания, рост их мощности и улучшение массогабаритных показателей становится актуальным вопрос оперативной проверки надёжности и качества данных технических средств.

2. Основная часть

Структурная схема электронной нагрузки показана на рис. 1.

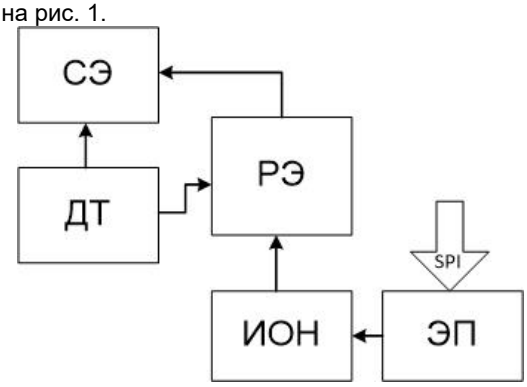


Рис. 1

На рис. 1 использованы обозначения: СЭ — силовой элемент; ДТ — датчик тока; РЭ — регулирующий элемент; ИОН — источник опорного напряжения; ЭП — электронный потенциометр.

Электрическая принципиальная схема электронной нагрузки показана на рис. 2.

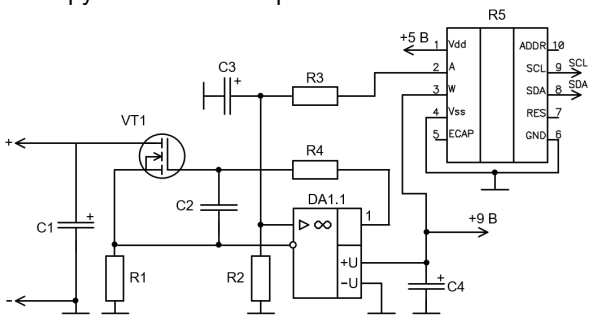


Рис. 2

Разработана конструкция измерительного стенда. Проведён анализ элементной базы для применения в качестве силовых элементов нагрузки полевых транзисторов с изолированным затвором. Расчётные токи составляют до 100 А [1].

Планируется использовать многоканальное применение данных электронных нагрузок для тестирования компьютерных блоков питания.

Рассматривается вопрос отвода тепла от активных элементов. Планируется применять водяное охлаждение ввиду малых размеров силовых элементов, на которых рассеиваемая мощность может достигать 1 кВт.

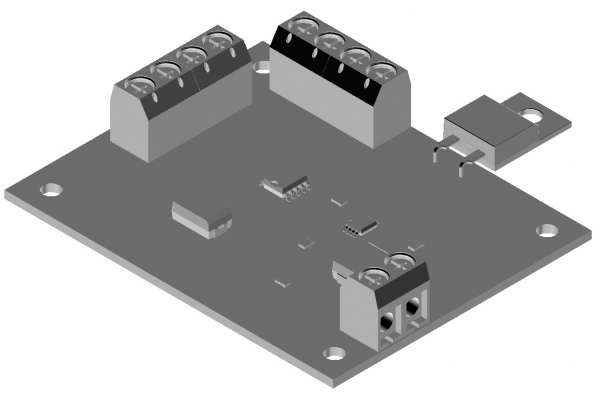


Рис. 3

Для управления мощным полевым транзистором разработана плата управления, которая показана на рис. 3.

Разработанная схема позволяет измерять нагрузочные характеристики источников питания; так же схема позволяет контролировать пульсации и шумы выходных напряжений под нагрузкой [2].

3. Заключение

Разработана электронная нагрузка для испытания источников питания повышенной мощности.

С применением данной нагрузки планируется провести ряд экспериментов для исследования поведения современных полевых транзисторов с изолированным затвором.

4. Список литературы

[1] Семенов Б. Силовая электроника. От простого к сложному / Б. Семенов — М. :Солон-пресс, 2021. — С. 117—143.

[2] Щербаков А.В. Эквиваленты нагрузки для источников питания / А.В. Щербаков // Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. — 2014. — № 3. — С. 18—23.

HIGH POWER ELECTRONIC LOAD FOR TESTING OF PULSE POWER SUPPLIES

Ovcharov P. P., Petrenko V. I.
Scientific adviser: Ovcharov P. P.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — An experimental electronic load with digital control has been developed to study the properties of field-effect transistors at increased load currents, as well as to study the operation of transistors under dynamic loads.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ КОМПАСНОГО КАНАЛА АВТОМАТИЧЕСКОГО РАДИОКОМПАСА

Смаилов С. Ф., Крамаренко А. С., Кирюхина Е. К., Афонин И. Л., Поляков А. Л.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: belkasqiroll@gmail.com

Аннотация — Одним из важных средств навигации воздушных судов является автоматический радиокомпас, который позволяет с высокой точностью определять курсовые углы как на этапе полета, так и на этапе посадки ВС. В публикации представлена разработка дифференциального усилителя компасного канала радиокомпаса.

1. Введение

Важным навигационным любого воздушного судна является радиокомпас.

При разработке бортовых радионавигационных устройств (РНУ) и радионавигационных систем (РНС) нового поколения широко применяется современная элементная база, позволяющая повысить надёжность оборудования при существенном снижении его массы и габаритов [1].

2. Основная часть

Важнейшим элементом усилителя компасного канала является дифференциальный усилитель при помощи которого осуществляется управление двигателем вращения ротора ганиометра.

Разработан двухканальный дифференциальный предварительный усилитель НЧ на основе микросхемы OPA1632D, работающий в широком диапазоне частот вплоть до 180 МГц. В разработке применены более широкие возможности коммутации питания и настройки коэффициента усиления. На плате предусмотрено переключение режима питания в зависимости от типа источника (однополярного или двухполярного) и включение режима несимметричного источника сигнала.

Кроме того, операционные усилители имеют высокую скорость нарастания сигнала — 50 В/мкс и обладают исключительно низкими искажениями — 0,000023%, с максимальным отношением сигнал/шум и широким динамическим диапазоном.

Принципиальная схема усилителя, промоделированная в Micro-Cap, показана на рис. 1.

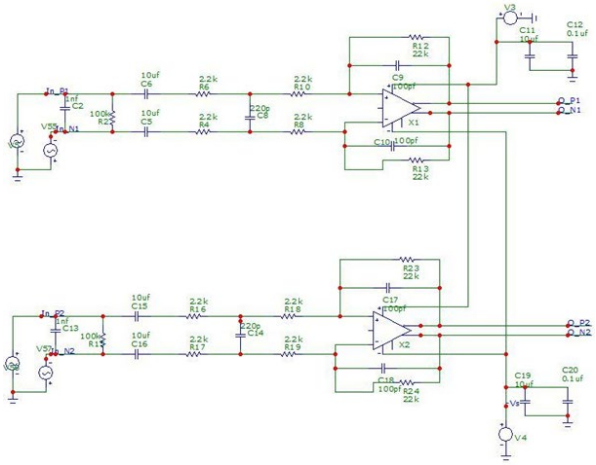


Рис. 1

Дифференциальные вход и выход уменьшают гармоники четного порядка и минимизируют шумовые помехи.

В схеме целесообразно применить высокоточные VELF резисторы Vishay, задающие коэффициент усиления. Остальные компоненты следует выбирать не хуже 1% точности для резисторов и NPO/X7r диэлектрика для SMD конденсаторов.

Исходя из того, что низкочастотный модуль автоматического радиокомпаса работает на частотах от 95 до 135 Гц, для моделирования выбран именно этот диапазон (рис. 2).

Получена временная диаграмма работы ДУ при частоте входного воздействия 135 Гц.

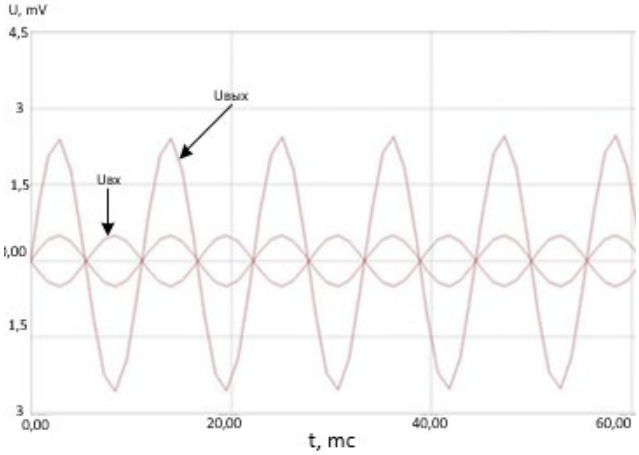


Рис. 2

3. Заключение

Достоинствами разработки являются достаточно широкий частотный диапазон, малый коэффициент нелинейных искажений и низкая стоимость, хорошие массогабаритные характеристики.

4. Список литературы

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

DIFFERENTIAL AMPLIFIER OF COMPASS CHANNEL OF AUTOMATIC RADIO COMPASS

Smailov S. F., Kramarenko A. S., Kiryukhina E. K.,
Afonin I. L., Polyakov A. L.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — One of the important means of aircraft navigation is an automatic radio compass, which allows to determine course angles with high accuracy both at the flight stage and at the landing stage of aircraft. In the paper, the development of a differential amplifier of the compass channel of the radio compass is presented.

АНАЛИЗ ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫХ К КОРРЕЛЯЦИОННО-ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИСТЕМАМ НАВИГАЦИИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Орлюк Д. О., Никулин Е. Е., Исайченков И. И., Маленко В. А., Поляков А. Л., Афонин И. Л.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: wither_17@mail.ru

Аннотация — Проведен анализ особенностей построения корреляционно-экстремальных систем навигации летательных аппаратов и тактико-технических требований, предъявляемых к данным системам.

1. Введение

Радиометрические информационные системы находят все более широкое применение в системах космического мониторинга, навигации летательных аппаратов.

Радиометрические системы навигации летательных аппаратов (СН ЛА) по наземным ориентирам разрабатываются, как правило, в сантиметровом и миллиметровом диапазонах радиоволн.

Формирование и обработка радиометрических изображений в реальном масштабе времени на борту ЛА возможны благодаря применению многоканальных, так называемых, матричных радиометрических КНЭС.

В работе проведен анализ зарубежных аналогов высокоточных систем навигации по наземным ориентирам. Проанализированы и обоснованы тактико-технические требования к матричным радиометрическим корреляционно-экстремальным системам навигации ЛА, определены требования по точности наведения и быстродействию функционирования систем.

2. Основная часть.

Навигационные системы летательных и космических аппаратов, самолетов, ракет, беспилотных дистанционно-пилотируемых летательных аппаратов, функционируют на основе автономного определения (счисления) координат по сигналам систем, накапливающих ошибки с течением времени (инерциальные, курсодопплеровские и др. системы), и систематической или эпизодической коррекции траектории полёта ЛА по сигналам радионавигационных систем, бортовых радиолокационных станций и устройств визирования ориентиров [1,2].

Анализ состава, структуры и геометрических размеров типовых ориентиров навигации позволяет предъявить требования к характеристикам информационных датчиков СН.

Навигационная система UOSP [3] функционирует в двух режимах: поиск и обнаружение наземных объектов РЛК датчиком 3 мм диапазона волн, сопровождение цели в пассивном радиометрическом режиме.

Наиболее высокий уровень автономности реализован в системах навигации и наведения ЛА сравнительно большой дальности полёта [3].

В следствии анализа можно сформулировать основные тактико-технические требования к средствам навигации высокоскоростных ЛА, представленные в таблице 1 [4].

Комплексирование различных навигационных систем, в частности, ИНС и КЭСН, в результате которого бортовая система управления становится высокоточной (ВТСУ), связано с трудностями как технического, так и принципиального характера.

Таблица 1

Требования	Функциональная зависимость	Количественные меры
Точность	$\sigma_{\text{кнэс}} \approx f[P_{\text{в}}, R_0, \sigma_{\text{инс}}]$	десятки - единицы метров
Быстродействие	$T_{\text{кнэс}} \sim f(V, N_{\text{пр}}, T_{\text{ид}}, T_{\text{св}})$	доли секунд
Всепогодность	$P \approx f[I_{\text{д}}, W_{\text{об}}, D_{\text{мин}}]$ при $\begin{cases} I_{\text{д}} \geq 4\text{мм/ч}, W_{\text{об}} \geq 1\text{г/м}^3 \\ D_{\text{мин}} \geq (5-7)\text{км} \end{cases}$	более 0,9
Помехозащищённость	$P_{\text{пз}} = [1 - P_{\text{н}}]$при $P_{\text{н}} < 0{,}1$	более 0,9
Энергетическая скрытность	ограничение работы на излучение	
Надёжность	$[1 - P_{\text{отк}}]$	более 0,99
Габаритно-массовые и стоимостные характеристики		мин.
Воспроизводство на отечественной элементной базе		

3. Заключение

Всесторонний и качественный анализ тактико-технических требований, которые необходимо предъявлять к КЭСН, даст возможность правильно разработать ключевые составные части системы: информационные датчики; подсистемы вторичной обработки информации.

4. Список литературы

[1] Красовский, А. А. Теория корреляционно-экстремальных навигационных систем / А. А. Красовский, И. Н. Белоглазов, Г. П. Чигин. — М. : Наука. — 1979. — 448 с.
[2] Корреляционно-экстремальные системы / Под ред. В. П. Тарасенко. — Томск : Изд-во ТГУ. — 1986. — Вып.8. — 134 с.
[3] Григорьев, А. Зарубежные управляемые ракеты класса «воздух-земля» большой дальности / А. Григорьев // Зарубежное военное обозрение. — № 11. — 1998. — С. 33—37.
[4] Радиометрические корреляционно-экстремальные системы навигации летательных аппаратов / В. И. Антюфьеф, В. Н. Быков, А. М. Гричанюк, В. А. Краюшкин. — Харьков : ХНУ им. В. Н. Каразина. — 2008. — 356 с.

ANALYSIS OF TACTICAL AND TECHNICAL REQUIREMENTS FOR CORRELATION-EXTREME NAVIGATION SYSTEMS OF AIRCRAFT

Orlyuk D. O., Nikulin E. E., Isaichenkov I. I., Malenko V. A., Polyakov A. L., Afonin I. L.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the analyzes the features of the construction of correlation-extreme navigation systems of aircraft and tactical and technical requirements for these systems were done.

ПЕРЕДАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО АВАРИЙНОГО РАДИОЛОКАЦИОННОГО ОТВЕТЧИКА НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА

Уласюк Б. Н., Заяц Д. С., Тыщук Ю. Н., Поляков А. Л.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: aleeex90@bk.ru

Аннотация — Важнейшим аспектом в организации мореплавания является обеспечение безопасности. Средствами, повышающими степень эффективности поиска аварийных судов, являются радиолокационные ответчики.

В работе представлена разработка радиопередающего устройства (РПДУ) аварийного радиолокационного ответчика.

1. Введение

Максимальная дальность обнаружения пассивных объектов радиолокационной станцией (РЛС) в пределах прямой видимости (без учета поглощения в атмосфере, осадках, отражений от подстилающей поверхности и т.д.) определяется уравнением дальности радиолокации для свободного пространства.

Обнаружение малоразмерных объектов, таких как шлюпка или спасательный плот, затруднено в связи с малой эффективной площадью рассеяния.

Увеличения дальности обнаружения объектов можно добиться при использовании активных радиолокационных ответчиков (РЛО), которые при приёме импульсных сигналов РЛС формируют ответный радиосигнал в том же частотном диапазоне, в котором работает РЛС.

2. Основная часть

Спасательный РЛО представляет собой импульсное ретранслирующее устройство [1].

Судовые и самолетные навигационные РЛС работают в широком частотном диапазоне 9,2—9,5 ГГц. Для того чтобы обеспечить возможность взаимной работы РЛО с различными РЛС, приемник РЛО должен иметь широкую полосу пропускания (300 МГц), а передатчик РЛО излучать широкополосные сигналы, частоты которых будут находиться в полосе пропускания приемников различных радиолокационных станций. Для достижения этой цели в РЛО применяют генераторы сигналов с перестройкой по частоте [2].

На рис. 1 показана разработанная структурная схема РПДУ аварийного радиолокационного ответчика на основе микроконтроллера.

Сигнал запуска поступает на микроконтроллер с платы управления ответчика. Цифро-аналоговый преобразователь на микросхеме DAC08CN преобразовывает сигнал с микроконтроллера в аналоговую форму. Микроконтроллер обеспечивает необходимые длительности прямого и обратного ходах ЛЧМ.

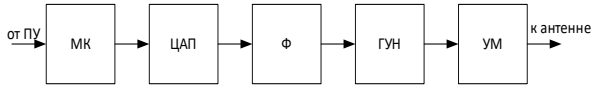


Рис. 1

Для исключения скачкообразного изменения напряжения, подаваемого на ГУН, после ЦАП установлен фильтр. Схема фильтра показана на рис. 2.

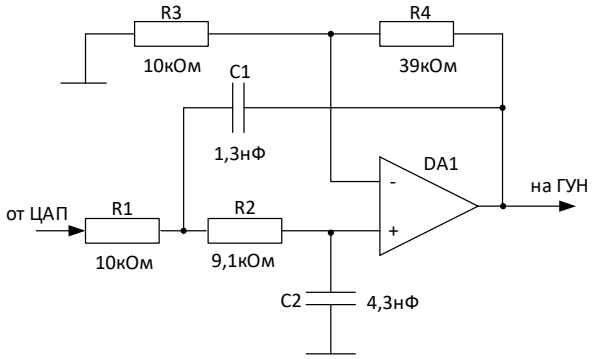


Рис. 2

Реализация ГУН выполнена на основе микросхемы HMC732LC4B. Усилитель мощности на микросхеме ADPA1122 обеспечивает необходимый уровень выходного сигнала.

3. Заключение

Разработанная схема РПДУ РЛО обеспечивает необходимые характеристики выходного сигнала, имеет малую стоимость и хорошие массогабаритные характеристики.

4. Список литературы

[1] Казаринов, Ю. М. Радиотехнические системы: Учебн. для вузов по спец. «Радиотехника» / Ю. П. Гришин, В. П. Ипатов, Ю. М. Казаринов 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.

EMERGENCY RADAR RESPONDER TRANSMITTING DEVICE BASED ON A MICROCONTROLLER

Ulasyuk B. N., Zayats D. S.,
Tyschuk Y. N., Polyakov A. L.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The most important aspect in the organization of navigation is to ensure its safety. Radar responders are an important means of increasing the efficiency of the search for emergency vessels. In the paper, the development of an emergency radar responder RPD is presented.

ПРИЕМНИК ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ RFID СЧИТЫВАТЕЛЯ

Вяткина Е. А., Лукьянчиков А. В., Овчаров П. П.
Научный руководитель: канд. техн. наук Лукьянчиков А. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: brain75@mail.ru

Аннотация — Предложена структурная схема приемника на частотный диапазон 860 МГц, который позволяет извлекать цифровые данные из ВЧ амплитудно-манипулированного двухпозиционного сигнала согласно стандарту GEN2.

1. Введение

В настоящее время многие компании и организации активно используют технологию RFID (Radio Frequency Identification) для управления своими инвентарными запасами и контроля за перемещением товаров. Чтобы настроить RFID на максимальную производительность, требуется обоснованно подбирать параметры считывателя.

Осуществить это можно имея объективное подтверждение на какие параметры поля возбуждающего сигнала в точке размещения метки влияет тот или иной параметр считывателя. Это можно обеспечить, размещая специальный мониторный приемник в месте размещения меток [1]. Поэтому разработка такого приемника является актуальной задачей.

2. Основная часть

При разработке приемника для мониторинга параметров RFID считывателя важно выбрать архитектуру его построения. Для построения нельзя использовать архитектуру супергетеродинного приемника с оцифровкой на ПЧ или квадратурного приемника прямого преобразования [2]. Эти архитектуры имеют большую чувствительность и избирательность по соседнему каналу. Однако сеанс опроса меток происходит с перескоком частоты, а приемник не имеет информации об алгоритме перебора частот, поэтому необходимо принимать не каждый канал по отдельности, а сразу весь диапазон *RFID*. Такой подход можно реализовать, используя архитектуру приемника прямого усиления. Чтобы исключить «забитие» линейного тракта, необходимо расширить динамический диапазон, используя логарифмический усилитель в качестве детектора, поскольку модуляция в RFID используется двухпозиционная.

Структурная схема приемника на частотный диапазон 860 МГц на рис. 1.

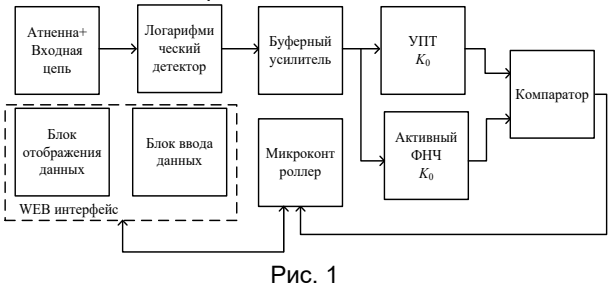


Рис. 1

Антенна выполняет функцию входной цепи и принимает сигналы на частоте 860 МГц. «Прием сигнала» заключается в преобразовании электромагнитного высокочастотного поля в электрический сигнал на выходе.

Антенна также используется в качестве входной фильтрующей цепи, что позволяет упростить аппаратную часть устройства.

Далее сигнал попадает на усилительно-детекторный каскад, который представляет собой логарифмический детектор. Он наряду с усилением (благодаря своей логарифмической характеристики), выполняет функцию первичной демодуляции сигнала. Логарифмический детектор является высокоскоростным и обладает высокой точностью измерения амплитуды сигнала. Он преобразует мощность сигнала в логарифмический сигнал напряжения, который затем поступает на компаратор.

Компаратор сравнивает амплитуду сигнала с заданным опорным уровнем (формирование которого рассмотрим ниже) и выдает цифровой сигнал на выход. Этот сигнал поступает на микроконтроллер, который обрабатывает его и преобразует в цифровые данные из двухпозиционного амплитудно-манипулированного сигнала.

В качестве опорного уровня используется демодулированный сигнал, пропущенный через ФНЧ.

Управление устройством предполагается осуществлять через ВЕБ-интерфейс, а не через обычную клавиатуру и дисплей. Это может быть, как компьютер, так и мобильное устройство. В то же время, обычная физическая клавиатура и дисплей требуют наличия устройства в непосредственной близости от пользователя.

3. Заключение

Таким образом, предложена структурная схема приемника на частотный диапазон 860 МГц, который позволяет извлекать цифровые данные из ВЧ амплитудно-манипулированного двухпозиционного сигнала согласно стандарту GEN2. Для упрощения аппаратной части в качестве входной цепи используется печатная антенная, а АЦП используется компаратор с адаптивным порогом.

4. Список литературы

[1] Лукьянчиков, А. В. Система для мониторинга протокола GEN2 / А. В. Лукьянчиков // 28-я Междунар. крымская конф. "СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии". — 2018. — С. 487—491.

[2] Лызлов, А. В. Аппаратная приемо-передающая платформа для изучения SDR технологии / А. В. Лызлов, А. В. Лукьянчиков, М. О. Ткаченко // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций "РТ-2020". — С. 49.

RFID READER PARAMETER MONITORING RECEIVER

Vyatkina E. A., Lukyanchikov A. V., Ovcharov P. P.
Scientific adviser: Lukyanchikov A. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The block diagram of receiver is proposed for the frequency range of 860 MHz, which allows extracting digital data from a high-frequency amplitude-modulated two-position signal.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ

Тарасов В. Ф., Михайлюк Ю. П.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: tarasov_vladsea@mail.ru

Аннотация — Приведены результаты разработки системы удаленного управления беспилотным летательным аппаратом (БПЛА).

1. Введение

Развитие систем управления БПЛА в нашей стране и за рубежом, а также развитие систем связи и радиоэлектроники заставляют постоянно пересматривать требования, выдвигаемые к каналам связи между БПЛА и наземным пунктом управление (НПУ).

Сегодня существует возможность осуществлять самолетовождения с использованием автопилота (АП), при этом связь между БПЛА и НПУ может отсутствовать. В таком случае летное задание выполняется в автономном режиме. Но этот факт не дает повод говорить о том, что связь управления может быть исключена из состава БПЛА.

Большинство серийных системы управления БПЛА разрабатываются без открытого доступа к алгоритмам программ и расчётам конструкций. Тем не менее, интерес к БПЛА заставляет создавать собственные БПЛА «с нуля». Позиционирование БПЛА по данным встроенных сенсоров в первые было применено для автоматического ориентирования крылатых ракет [1] в XX веке. А разработчики таких БПЛА делятся информацией использую сеть интернет на форумах, сайтах и в «блогах».

2. Основная часть

Оценивая возможные варианты систем передачи сигналов управления и информации полезной нагрузки, оптимальным и имеющим распространенное использование остается вид связи, при котором информация передаются напрямую между БПЛА и НПУ. В этом случае удается реализовать возможность передачи информации с большой скоростью, недоступной спутниковым системам связи, и при этом не зависеть от стационарных систем связи (сотовая связь). Рассмотрим структурную схему системы удаленного управления БПЛА с системой позиционирования антенны 360° (рис. 1).

Антенная система за счет блока позиционирования антенны постоянно отслеживание перемещения БПЛА и обеспечивает передачу сигнала в требуемом направлении

Положение антенной системы определяется с помощью *GPS* / ГЛОНАСС-телеметрии, поступающей с БПЛА; когда БПЛА находится в состоянии покоя перед взлетом для определения начальных координат и когда БПЛА находится в состоянии полета в рабочем режиме.

3. Заключение

Разработано устройство, которое соответствует современным требованиям к системам удаленного управления БПЛА и может быть рекомендовано к внедрению.

4. Список литературы

[1] Павлушенко, М. Беспилотные летательные аппараты: история, применение, угроза распространения и перспективы развития / М. Павлушенко, Г. Евстафьев, И. Макаренко. — М. : Права человека, 2005. — 611 с.

DESIGN OF THE REMOTE CONTROL SYSTEM BY UNMANNED AIRCRAFT

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

Abstract — The results of the design of a remote control system for an unmanned aerial vehicle are presented.

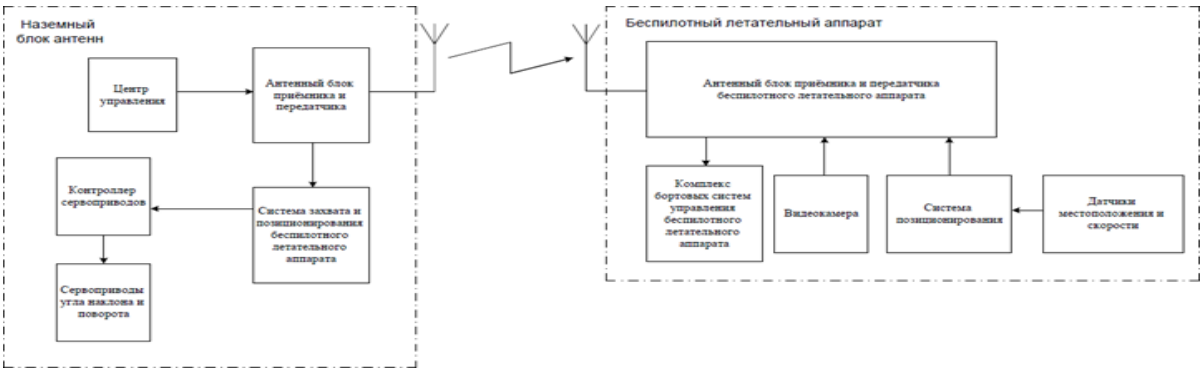


Рис. 1

ДВУНАПРАВЛЕННЫЙ КОЛЬЦЕВОЙ БАЛАНСНЫЙ СМЕСИТЕЛЬ НА ДИОДАХ УВЧ ДИАПАЗОНА

Слюсарчук Д. В., Иськив В. М.
Научный руководитель: Иськив В. М.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: dima2301200@gmail.com

Аннотация — В работе представлен вариант схемотехнического решения двунаправленного кольцевого балансного смесителя, на основе диодов Шоттки.

1. Введение

Поставлена задача разработать устройство переноса спектра сигнала радиостанции по частоте, как для приема, так и для передачи сигналов УКВ диапазона.

Устройство должно быть съёмным; внесение изменений в конструкцию радиостанции исключено.

2. Основная часть

Изначально рассматривалось множество различных готовых вариантов смесителей частоты. Доступный вариант на основе микросхем HMC 412 изображен на рис. 1.

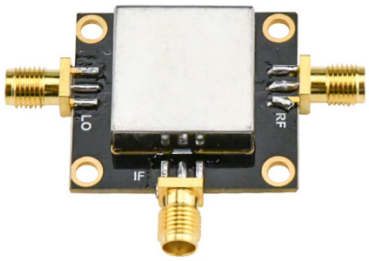


Рис. 1

Такие устройства обладают малой пропускной мощностью, которая составляет до 10 мВт.

Принято решение изготовить двунаправленный кольцевой балансный смеситель на диодах. Такие смесители позволяют обеспечить фазовое подавление на частоте зеркального канала и восстановление энергии колебаний без использования входного фильтра. Такое решение уменьшит потери и обеспечит более широкую полосу частот. Схема двунаправленного кольцевого балансного смесителя на диодах показана на рис. 2.

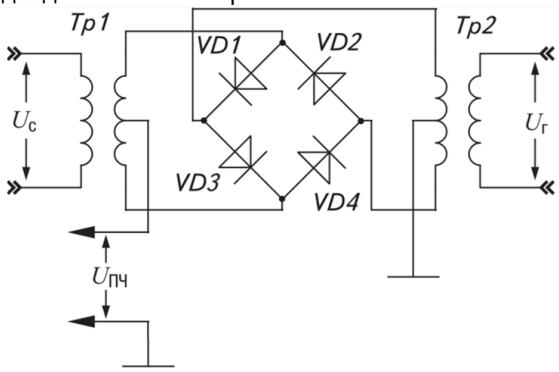


Рис. 2

Для кольцевых диодов выбраны две последовательные сборки из двух диодов Шоттки HSMS-285C-BLKG в корпусе SOT-323. Диоды имеют достаточно малое время срабатывания 40×10^{-9}с.

Трансформаторы намотаны медным проводом в лаковой изоляции диаметром 0,24 мм. В качестве сердечника выбран сердечник серии ТР из феррита марки 20 ВЧ. Данный феррит предназначен для частот до 1,7 ГГц.

В качестве опорного генератора выбран кварцевый генератор SMD05032C4 с резонансной частотой 125 МГц. Напряжение питания должно быть стабилизированным и составлять 3,3 В.

Для питания опорного генератора стабилизированным напряжением 3,3 В. Выбрана микросхема LM 1117-3.3. Схема включения данной микросхемы показана на рис. 3.

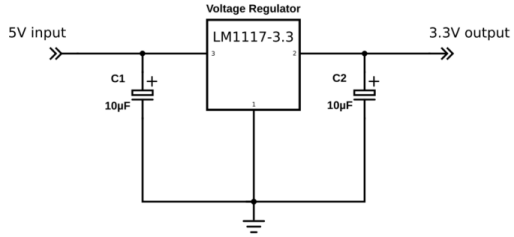


Рис. 3

Готовое устройство показано на рис. 4.



Рис. 4

3. Заключение

Данное разработанное устройство может найти широкий спектр применения, однако требуются уменьшение энергопотребления и дополнительная фильтрация.

4. Список литературы

[1] Ampero [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://ampero.ru/lm1117mpx-33-n05ab-ams1117-ba033st-ld33-lineynyy-regulyator-s-nizkim-padeniem-napryazheniya-33v-08a-sot-223-to-261.html
[2] Кольцевые смесители (преобразователи частоты) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://digteh.ru/WLL/KolSmes.php

DESIGN OF BI-DIRECTIONAL RING BALANCED MIXER USING UHF DIODES

Slyusarchuk D. V., Iskiv V. M.,
Scientific adviser: Iskiv V. M.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, a variant of the circuit design of a bidirectional ring balanced mixer based on Schottky diodes is presented.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «ЭКОСИСТЕМА IIOT МОРЕ» ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОРСКОЙ ЭКОСИСТЕМЫ

Афонин И. Л., Табакаев Д. И., Ярова А. В., Дзись М. Е.
Научные руководители: д-р техн. наук, проф. Афонин И. Л., Табакаев Д. И.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: adel-379@rambler.ru

Аннотация — Рассмотрена разработка системы хранения, передачи и обработки данных о состоянии морской среды для оценки антропогенного воздействия на экосистему моря.

1. Введение

На данный момент времени остро стоит проблема низкого уровня цифровизации данных в морской сфере деятельности. Соответственно уменьшается возможность контроля уровня загрязнения морской среды.

Создаваемое аппаратно-программное решение IIoT системы обеспечит клиент-ориентированный функционал комплексных решений и использует открытые принципы реализации технологии и стандарты IoT, принятые в РФ.

2. Основная часть

Создание прототипа унифицированной архитектуры IIoT (Industrial Internet of Things (Промышленный интернет вещей)), реализующую специализированную проактивную стратегию мониторинга и управления «экосистема IIoT МОРЕ» для целей мониторинга морских прибрежных зон подверженных антропогенному воздействию.

Современными трендами являются разработка и внедрение технологий и методик предиктивного мониторинга и обслуживания, таких как:

Condition Based Monitoring (CBM) — предотвращение аварийных ситуаций посредством мониторинга в реальном времени динамического изменения основных технологических и вторичных параметров оборудования: общепромышленных систем, сигнальных инфраструктур, агрегатов, электрических машин и т.д.

Predictive Maintenance (PrM) — управление жизненным циклом данных получаемых непрерывно в режиме реального времени, предвосхищение событий на основе анализа BIGDATA с использованием алгоритмов прогнозирования.

Решение «IIoT экосистема» объединяет пять важнейших областей управления:

— управление данными;

— технологическими процессами и оборудованием;

— ИТ-средой;

— инфраструктурой морских технологических объектов.

Научно-техническое решение представляет собой: разработку системы мониторинга и анализа показателей морской воды, разработка протоколов передачи данных между составляющими системы мониторинга, разработка новых алгоритмов сортировки больших данных, разработка устройства измерения волнения моря, разработка клиентской части интерфейса для работы с системой мониторинга.

Система мониторинга и анализа морской воды включает в себя аппаратную и программную часть.

Разрабатываемый программно-аппаратный комплекс должен обеспечивать обработку, передачу и хранение информации. Разрабатываемые веб-сайт и приложение должны бесперебойно работать в режимах онлайн и оффлайн.

Основная задача программно-аппаратного комплекса будет заключаться в сборе, хранении и обмене данных. Веб-сервис будет визуализировать информацию, включая статистические данные отдельно взятой зоны.

Принцип работы системы метеорологического мониторинга иллюстрируется рис. 1.



Рис. 1

3. Заключение

Разработана концепция системы. На данную систему мониторинга получен грант от Фонда содействия инновациям по программе «Студенческий Стартап 2023» 3 очередь.

4. Список литературы

[1] STM32F746NGH6. Техническая документация [Электронный ресурс] / Компэл. — Режим доступа: https://www.compel.ru/infosheet/ST/STM32F746NGH6.

[2] TP-Link Archer T3U Plus. Техническая документация [Электронный ресурс] / TP-Link. — Режим доступа: https://www.tp-link.com/ru/home-networking/high-gain-adapter/archer-t3u-plus/.

INFORMATION SYSTEM "ECOSYSTEM IIOT SEA" FORECASTING MARINE ECOSYSTEM POLLUTION

Afonin I. L., Tabakaev D. I., Arova A. V., Dzis M. E.
Scientific adviser: Afonin I. L., Tabakaev D. I.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The design of a system for storing, transmitting and processing data on the state of the marine environment to assess the anthropogenic impact on the marine ecosystem is considered.

ОБЗОР РЫНКА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СРЕДСТВ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ПОДАВЛЕНИЯ МАЛЫХ БЕСПИЛОТНИКОВ

Чернухин В. О., Паслён В. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Паслён В. В.
Донецкий национальный технический университет, Россия
E-mail: chernuhin.slava2003@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрены последние отечественные разработки в области радиоэлектронного подавления малых беспилотных летательных аппаратов. Сделаны выводы о дальнейшем направлении работ в данной сфере.

1. Введение

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) стали неотъемлемой частью политических конфликтов XXI века. БПЛА решают широкий спектр задач, от разведки и разрушений объектов до целеуказания и транспортировки грузов, они показали свою эффективность во время боевых действий в Сирии, Нагорном Карабахе, Ливии и Украине.

2. Основная часть

Стандартные средства противовоздушной обороны (ПВО), которые использует большинство стран, в большинстве случаев оказываются малоэффективны при отражении массированных атак БПЛА. Обусловлено это как риском быстрого израсходования ресурсов, так и существенно большей дороговизной средств активного противодействия по сравнению со стоимостью беспилотников. В связи с этим широко стали разрабатываться иные методы противодействия дронам, одним из которых стали средства радиоэлектронного подавления (РЭП), воздействующих на каналы управления и навигации аппарата [1].

Особенно остро встал вопрос разработки новых средств защиты от БПЛА с ростом тенденции к их миниатюризации. Малые и сверхмалые БПЛА трудно поразить силам ПВО, они имеют крайне низкие показатели эффективной площади рассеяния (ЭПР) (0,01…0,001) м^2, высокую маневренность и умеют «зависать» в одной точке, что делает неприменимым доплеровский эффект для их обнаружения. Малые беспилотники активно используются разведывательными группами, способными скрытно действовать на любой территории. Все эти факторы в совокупности привели к потребности в разработке не только стационарных, но и носимых средств РЭП нового поколения, некоторые из которых рассмотрены в данной работе.

Одним из таких проектов стал комплекс «Репейник», использующий в своем составе носимую радиолокационную станцию (НРЛС) для подавления воздушных целей. НРЛС способна обнаруживать малые БПЛА (DJI Phantom, DJI Mavic с ЭПР около 0,01 м^2) на расстоянии до 2 километров. Станция излучает частотно-модулированный сигнал, с помощью которого возможно выявить даже неподвижные дроны, при этом для сканирования пространства используется узкий луч, что обуславливает ее скрытность. Автономность станции на срок до 8 часов интенсивной работы и носимый формат исполнения позволяет использовать ее в зоне боевых действий во время штурмовых и разведывательных мероприятий, а также для охраны объектов в тылу. НРЛС способна одновременно сопровождать до 256 целей в секторе сканирования 360° (используется опорно-поворотный механизм) при потребляемой мощности в 65 Вт. Масса радара составляет 25,5 кг.

НРЛС может выдавать целеуказания на автоматические системы, которые и производят воздействие на БПЛА. Подавление малых беспилотников осуществляется на расстоянии до 1,5 километров в частотных диапазонах 400 и 900 МГц, 2,4, 5,2, 5,8 ГГц, а также GPS L1 и L2. Уровень мощности в одном канале подавления составляет до 45 дБм, потребляемая мощность всей системы до 300 Вт, её масса — 20,5 кг. Станции и модули подавления могут быть объединены в единую систему мониторинга [2].

Другой отечественной разработкой для противодействия малым БПЛА является «СЕРП-ВС5». Устройство способно подавлять каналы управления дрона и нарушить работу его систем спутниковой навигации, что делает невозможным как дистанционное управление, так и автономный полет. Станция может наводить помехи на каналы навигации в диапазонах: 900 МГц, 2,4, 5,2, 5,8 ГГц и каналы GPS, ГЛОНАСС, Galileo, Beidou. Дальность подавления составляет до 5 км в 4 секторах по 90°. При выросшем по сравнению с комплексом «Репейник» допустимом удалении от цели несколько уменьшилось число диапазонов подавления [3].

3. Заключение

Таким образом, продемонстрировано наличие на рынке отечественных средств РЭП малых беспилотников, которые эффективны для прикрытия объектов в тылу и малых групп войск в зоне боевых действий. Дальнейшие работы в данной области должны быть направлены на повышение эффективности и дальности подавления большего количества целей малого и сверхмалого размера при сохранении или уменьшении размеров комплексов.

4. Список литературы

[1] Макаренко, С. И. Противодействие беспилотным летательным аппаратам / С. И. Макаренко. — СПб. : Изд-во «Наукоемкие технологии», 2020. — 204 с.
[2] Комплекс «Репейник» [Электронный ресурс] / Официальный сайт ГК «СОЗ». — Режим доступа: https://radar3d.ru.
[3] Устройство подавления «СЕРП-ВС5» [Электронный ресурс] / Официальный сайт НИИ «Вектор». — Режим доступа: https://nii-vektor.ru/ustrojstvo-podavleniya-serp-vs5/.

REVIEW OF THE DOMESTIC SYSTEMS OF ELECTRONIC COUNTERMEASURE OF SMALL DRONES MARKET

Chernukhin V. O., Paslen V. V.
Scientific adviser: Paslen V. V.
Donetsk National Technical University, Russia

Abstract — The latest domestic developments in the field of electronic countermeasure of small unmanned aerial vehicles are considered. Conclusions are drawn about the future direction of work in this area.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ СБОРА ДАННЫХ О ЛЕСНЫХ ПОЖАРАХ

Полубоярцев В. О., Агеев Д. С., Еськов А. А., Редькина Е. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Редькина Е. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: vovaevp@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены методики обнаружения факта начала лесного пожара. Выбрана элементная база для обнаружения факта начала пожара.

1. Введение

Под лесными пожарами понимают стихийные, неконтролируемые бедствия, связанные с распространением огня по лесным площадям. В лесу огонь распространяется как внизу, так и по верхушкам деревьев. Низовое возгорание даже при сильном ветре развивает небольшую скорость, но при неблагоприятных погодных условиях, в случае засухи, ветра, сухой растительности и коры деревьев, низовой пожар часто переходит в верховой. А он, в свою очередь, представляет наибольшую опасность, так как способен крайне быстро распространяться, охватывая большие природные территории, что часто приводит к утрате не только лесного биоценоза, но и к угрозе жизни и здоровью людей, ущербу объектам социальной инфраструктуры.

2. Основная часть

Лесные пожары подразделяются по горящему ярусу леса на три категории: низовые, верховые и подземные (почвенные). При низовых пожарах горит напочвенный слой, пни, валежник, подлесок и нижние части стволов деревьев. Температура горения может достигать 900 ℃. Высота пламени доходит до полутора метров, при скорости его распространения около трёх метров в минуту.

При подземном пожаре выгорает органическая часть почвы, например, торф. Такие пожары являются следствием двух ранее описанных видов пожаров. Температура при таких пожарах может достигать 500 ℃, а глубина прогорания может составлять свыше полуметра.

При этом во время лесного пожара с одного гектара горящего леса выбрасывается от 80 до 100 тонн дымовых частиц и от 10 до 12 тонн ядовитой смеси газов, состоящей из оксида углерода, оксида серы и окислов азота. Также выделяется, как ясно из абзаца выше, огромное количество теплоты. По этим факторам представляется возможным определение факта начала пожара [1].

Лесной пожар можно определить по наличию таких факторов, как задымление, увеличение температуры, изменение состава воздуха.

В силу дороговизны анализаторов состава газа, способных определить наличие оксида углерода, серы или окислов серы, данный фактор при разработке системы рассматриваться не будет.

Определить факт изменения температуры в лесном массиве можно двумя способами: прямым измерением температуры воздуха при помощи классических термодатчиков и термометров или при помощи тепловизора.

Однако, как показал обзор рынка тепловизионного оборудования, его применение нецелесообразно ввиду резкого повышения требований к источнику электропитания передающей части устройства, многократного усложнения конструкции, а также повышения стоимости готового устройства на порядок.

Для температурных датчиков принято решение выбрать классический вариант. Однако и такие датчики, и термометры подразделяются на различные категории, в зависимости от условий их эксплуатации.

Термодатчики и термометры, во-первых, разнятся в зависимости от среды, для работы в которой они предназначаются. Так, существуют датчики для водной, твёрдой и воздушной сред. Согласно техническим требованиям к системе сбора данных о лесных пожарах, требуется измерять температуру окружающего передающее устройство воздуха.

Датчик дыма или, говоря иначе, дымомер — устройство для измерения количества частиц дыма в объёме воздуха.

Конструкции современных датчиков дыма, не использующих для своей работы радиоактивных материалов, делятся на два вида: оптические и электрохимические.

Принцип работы оптических датчиков дыма основывается на явлении рассеяния и/или поглощения света внутри и на границе облака дыма. В оптических датчиках дыма могут происходить различные преобразования светового потока, в зависимости от параметров дыма.

Электрохимические датчики в процессе своей работы используют эффект уменьшения сопротивления между двумя электродами при увеличении концентрации газа внутри тела датчика. Однако такие датчики требуют подогрева внутреннего своего объёма до рабочей температуры.

Исходя из приведённых изысканий в качестве температурного датчика выбран цифровой термодатчик *DS*18*B*20. Наиболее оправдано использование в разрабатываемой системе дымового электрохимического датчика *MQ*-135.

3. Заключение

Таким образом, рассмотрены факторы, которыми проявляет себя лесной пожар.

В соответствии с этими факторами выбраны наилучшим образом подходящая для обнаружения факта начала лесного пожара элементная база системы.

4. Список литературы

[1] Пожары и взрывы / Э.Н. Аюбов [и др.] ; под ред. Э.Н. Аюбова. — М. : ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2017. — 144 с.

DESIGN OF SYSTEM FOR FOREST FIRES DATA COLLECTION

Poluboiartsev V. O., Ageev D. S., Eskov A. A.,
Redkina E. A.
Scientific adviser: Redkina E. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The methods of detection of wildfires are presented. The required electronic components were chosen.

МОДЕЛЬ КАНАЛА РЛС С СИНТЕЗИРОВАННОЙ АПЕРТУРОЙ

Миронов А. Ф., Миронов П. А., Дементьев А. В., Калищук Е. И.
Научный руководитель канд. техн. наук, доц. Миронов А. Ф.
Черноморское высшее военно-морское училище им. П. С. Нахимова, Россия
E-mail: amirmironov@mail.ru

Аннотация — Представлена модель радиоканала радиолокационной с синтезированной апертурой (РСА).

1. Введение

РСА является в настоящее время единственным техническим средством, позволяющим получать изображение местности, близкое по качеству к аэрофотоснимкам на больших дальностях, независимо от времени суток и погодных условий, что особенно важно в условиях СВО с целью получения разведывательных данных.

2. Основная часть

При цифровой обработки сигналов и цифрового управления появляется возможность получать изображения объектов в реальном масштабе времени.

Структура модели РСА (рис. 1) состоит не только из физических элементов и процессов, происходящих в них, а также из их математических моделей. Каждый объект в РСА характеризуется своей функцией отражения $\delta_i(x)$, где $x = (x, y, z, t)$ — комплексная функция с координатами (x, y, z).

3. Заключение

Таким образом, реализация радиолокационного канала в РСА позволяет не только осуществить первичную и вторичную обработкуˉ траекторного сигнала, но и классифицировать наземные объекты, а также получить радиолокационное изображение местности с высоким разрешением. Это позволяет решить проблему глобального мониторинга, как одного из главных направлений развития СРЭС в XXI веке в целом и задачи СВО в частности.

4. Список литературы

[1] Кондратенков, Г. С. Радиовидение. Радиолокационные системы дистанционного зонди-рования Земли: учеб. пособие / Г. С. Кондратенков, А. Ю. Фролов. — М. : «Радиотехника», 2005. — 368 с.
[2] РЛС с цифровым синтезиро-ванием апертуры антенны / Е. Ф. Толстов [и др.]. — М. : «Радио и связь», 1988. — 304 с.

MODEL OF CHANNEL OF THE SYNTHETIC APERTURE RADAR

Mironov A. F., Mironov P. A., Dementev A. V., Kalichuk E. I.
Scientific adviser: Mironov A. F.
Black Sea Higher Naval School named after P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — A model of a synthetic aperture radar (SAR) radio channel is presented.

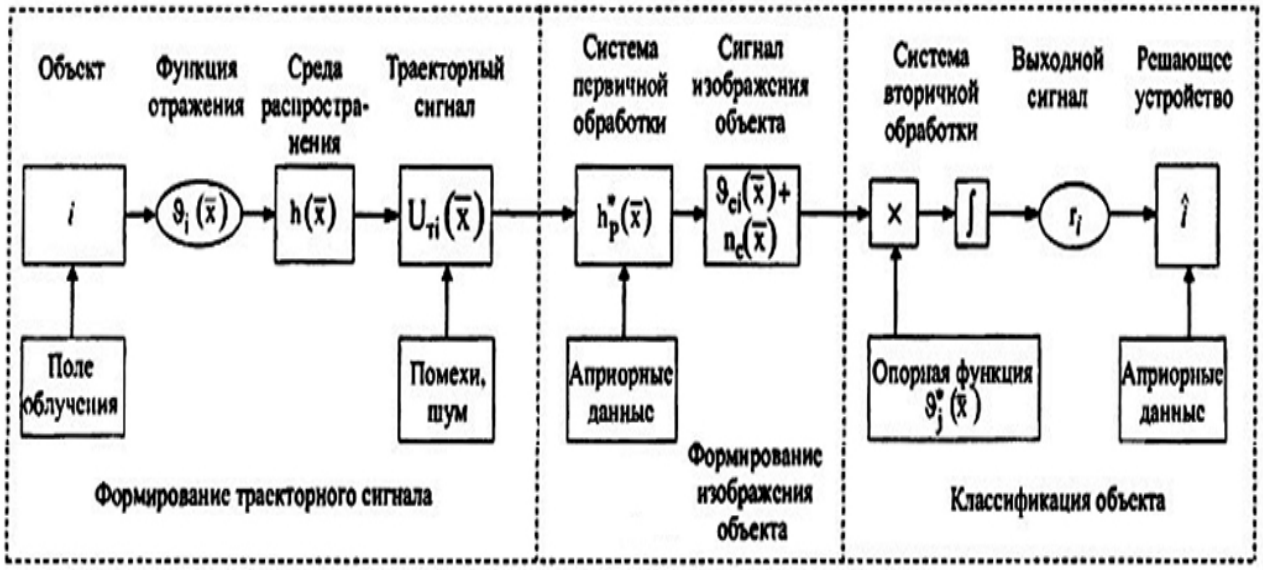


Рис. 1

ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ НАВИГАЦИЯ АВТОНОМНЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ

Боков Г. В., Сорокин Н. А.
Научный руководитель: Боков Г. В.
Морской институт им. вице-адмирала В. А. Корнилова — филиал ФГБОУ ВО «ГМУ им. адм. Ф. Ф. Ушакова», Россия
E-mail: nek.40@bk.ru

Аннотация — Рассмотрен один из оптимальных способов навигации беспилотных подводных аппаратов. Приведены преимущества геофизической навигации.

1. Введение

Разработка автономных подводных аппаратов (АПА) позволила автоматизировать многие задачи [1], первоначально решавшиеся с помощью пилотируемых аппаратов в подводных условиях. На протяжении многих лет разрабатывается большое количество AUV для выполнения широкого спектра задач в научной, коммерческой и военной областях.

2. Основная часть

Не смотря на удобство управления АПА с помощью акустических датчиков и средств связи, у них есть ряд недостатков. Главная их проблема заключается в том, что ошибка определения местоположения растет с течением времени, что обычно известно, как дрейф точности — в результате различных факторов, таких как океанские течения и точность самих датчиков, которые не способны воспринимать смещения, вызванные внешними силами или воздействием земли это гравитация. Использование геофизических карт для сопоставления измерений датчиков является альтернативой для устранения отклонений точности инерциальных систем.

Чтобы избежать проблемы сбоя инерциальной навигационной системы (ИНС) и затрат на инфраструктуру для подводных акустических систем, геофизическая навигация (ГН) является выгодной альтернативой. Эти подходы сопоставляют измерения датчиков с геофизическими параметрами, такими как батиметрия, магнитное поле и гравитационная аномалия, содержащиеся на карте.

Навигационная технология, основанная на ГН, может исправлять ошибку ИНС в течение длительного времени [2], без необходимости поднимать АПА на поверхность. Навигационный алгоритм оценивает навигационные ошибки, которые передаются в навигационную систему транспортного средства для коррекции его местоположения. Обеспечивая непрерывную коррекцию, этот метод позволяет транспортному средству поддерживать требуемую точность определения местоположения без необходимости во внешних датчиках, таких как GPS.

Основными ограничениями ГН являются необходимость наличия карты, доступной до начала миссии, и вычислительная сложность поиска корреляции между картой и оценками датчиков. С другой стороны, ключевым преимуществом ГН перед другими технологиями является большой рабочий диапазон при использовании. Учитывая карту, ГН обеспечивает ограниченную ошибку локализации с точностью, зависящей от навигации точной системы отсчета, разрешения карты и чувствительности геофизического параметра к изменению состояния транспортного средства [3].

Алгоритмы сопоставления ГН классифицируются по двум различным широким категориям: пакетные методы и последовательные методы [4]. Основными алгоритмами для этих методов были система коррекции траектории крылатых ракет и итеративный алгоритм ближайших точек для пакетных методов; SITAN, Пекинский университет аэронавтики и астронавтики, инерциальная навигация на местности (BITAN) для последовательных методов. Объект сопоставляет данные датчиков активной дальности с оцифрованной базой данных высот местности. Между тем, суть SITAN заключается в режиме сбора данных и режиме отслеживания, которые в основном представляют собой задачу оценки состояния, основанную на расширенном фильтре Калмана после линеаризации уравнения состояния нелинейной системы и наблюдаемого уравнения. Фильтр частиц и байесовские оценки также являются алгоритмами, используемыми в последовательных методах.

3. Заключение

Таким образом, геофизическая навигационная система оптимизирует работу автономных подводных аппаратов.

Выявлена возможность минимизации сбоя инерциальной навигационной системы и затрат на инфраструктуру для подводных акустических систем без поднятия на поверхность АПА.

4. Список литературы

[1] Агеев, М.Д. Автоматические подводные аппараты / М. Д. Агеев, Б. А. Касаткин, Н. И. Рылов и др. — Л. : Судостроение, 1981. — 223 с.

[2] Имитационное исследование подводной пассивной навигационной системы, основанной на градиенте гравитации / Ф. Чжан [и др.] // Инт. Геофизика. Дистанционный датчик. Симпозиум. — 2004. — № 5. — С. 3111-3113.

[3] Медуна, Д. К. Относительная навигация по местности для систем с ограниченным использованием датчиков, применяемых к подводным аппаратам / Д. К. Медуна. — Стэндфордский университет, Стэнфорд, Калифорния, США, 2011. — 432 с.

[4] Джанджгава, Г. И. Основы навигации по геофизическим полям / Г. И. Джанджгава, Г.П. Чигин. — 1985. — 166 с.

GEOPHYSICAL NAVIGATION OF AUTONOMOUS UNDERWATER VEHICLES

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

Abstract — The method of the optimal ways of navigation of unmanned underwater vehicles is considered. The advantages of geophysical navigation are given.

СРЕДСТВА АВТОМАТИЧЕСКОЙ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ПРОКЛАДКИ

Боков Г. В., Сорокин Н. А.
Научный руководитель: Боков Г. В.
Морской институт им. вице-адмирала В. А. Корнилова — филиал ФГБОУ ВО «ГМУ им. адм. Ф. Ф. Ушакова», Россия
E-mail: nek.40@bk.ru

Аннотация — В работе рассмотрен принцип и преимущества работы средства автоматической радиолокационной прокладки.

1. Введение

Средства автоматической радиолокационной прокладки (САРП) является неотъемлемой частью, так как они предназначены для уменьшения риска столкновения судов на море.

При работе с САРП судоводитель освобождается от операции ручного съема радиолокационных пеленгов и дистанций целей и их графической прокладки на радиолокационном планшете. Указанные операции выполняются в автоматическом режиме на экране индикатора. Это позволяет судоводителю уделять основное внимание вопросам наблюдения, оценки ситуации сближения, выбора и выполнения маневра для безопасного расхождения, и контроля его эффективности.

2. Основная часть

Средства автоматической радиолокационной прокладки (САРП) — радиолокационные информационно-вычислительные комплексы, обеспечивающие автоматизацию обработки радиолокационной информации и информации от гирокомпаса и лага [1].

Для САРП существуют различные функциональные возможности, обеспечивающие следующие процедуры, а именно: автоматическое обнаружение эхо-сигналов надводных целей, ручной или автоматический захват целей на сопровождение, проигрывание маневра расхождения со всеми находящимися на автосопровождении целями, звуковая и световая предупредительная сигнализация о появление новой и опасной цели, потеря цели, начало маневра цели [2].

Погрешность вычисления средства автоматической радиолокационной прокладки, вызванная бортовой качкой, может быть рассчитана по формуле

$$e = \frac{180 \cdot h \cdot \sin T \cdot \cos A}{\pi \cdot R},$$

где A — измеренное направление.

Величины h и R должны быть выражены в одних единицах измерения.

Вид экрана средства автоматической радиолокационной прокладки показан на рис. 1.

Алгоритмы обработки информации, реализованные в САРП (см. рис. 1), накладывают дополнительные ограничения, такие как:

— при неустойчивом эхо-сигнале (малые суда, сопровождение в условиях помех) может произойти сброс цели, и информация по ней выдаваться не будет; ни одно из существующих средств автоматической радиолокационной прокладки не обеспечивает гарантированного обнаружения и захвата на автосопровождение всех целей;

— при близком расхождении двух целей возможна потеря одной цели. В этом случае другая цель будет иметь два вектора, один из которых будет ложным; сигналы радиолокационной станции, гирокомпаса и лага поступают в средство автоматической радиолокационной прокладки с погрешностями;



Рис. 1

— при бортовой качке судна, наличии помех, маневрировании и рыскании собственного судна погрешности датчиков увеличиваются при маневрировании собственного судна выдаваемая САРП информация по всем сопровождаемым целям будет ненадежна;

— маневр цели обнаруживается со значительным запозданием, а данные, выдаваемые средством автоматической радиолокационной прокладки по маневрирующей цели, будут ненадежны в течение 3—4 минут после его окончания.

3. Заключение

Средство автоматической радиолокационной прокладки предназначены для охраны человеческой жизни на море, повышения безопасности плавания судов в районах интенсивного судоходства, вблизи берегов, в зонах разделения движения, в узкостях и по фарватерам в любых гидрометеорологических условиях. САРП необходимо судоводителю для правильной оценки ситуации встречи с другими судами и принятия обоснованного решения для успешного расхождения с ними.

4. Список литературы

[1] Дмитриев, В. И. Навигация и лоция / В. И. Дмитриев. — М. : Моркнига, 2009. — С. 115—116.

[2] Никитин, В. А. Справочник капитана / В. А. Никитин. — СПб. : Элмор, 2009. — С. 45—48.

MEANS OF AUTOMATIC RADAR LAYING

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

Abstract — In the paper, the principle and advantages of the automatic radar laying facility are discussed.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕРЕДАТЧИКА ПОМЕХ ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ КАНАЛА УПРАВЛЕНИЯ БПЛА В ДИАПАЗОНАХ ЧАСТОТ 450 И 950 МГц

Паслён В. В., Чурсин С. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Паслён В. В.
Донецкий национальный технический университет, Россия
E-mail: sergey.repulsor@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен конкретный случай проектирования передатчика помех для подавления канала управления БПЛА, работающих в диапазонах частот 450 и 950 МГЦ. Приведены результаты расчета полосового фильтра и моделирования структурной схемы в этих диапазонах.

1. Введение

Устройства, предназначенные для излучения электромагнитных волн с различной модуляцией (белый шум, розовый шум и т.п.) для перекрытия определенного диапазона без возможности повторного его использования называют передатчиками помех.

Актуальность проектирования передатчика конкретно против БПЛА охарактеризована тем, что они используются в военной отрасли в качестве разведки, поддержки штурмовых миссий, в которых принимает участие наша страна. Диапазоны 435—465 и 935—965 МГц выбраны из-за актуальности использования данного радиоэлектронного средства (большинство дронов работают в этом диапазоне).

2. Основная часть

В проектируемом устройстве оптимальным вариантом для применения в качестве источника шума будет полупроводниковый прибор исходя из своих габаритных параметров, а также энергопотреблению и спектральным составляющим. Принцип действия генераторов шума основан на свойствах лавинного пробоя перехода диода. В начальной стадии лавинного пробоя процесс ударной ионизации оказывается неустойчивым: ударная ионизация возникает, срывается, возникает вновь в тех местах перехода, где оказывается в данный момент напряженность электрического поля.

Результатом случайной неравномерности генерации новых носителей заряда при ударной ионизации являются шумы, которые характерны для определенного диапазона токов.

Величина шума в первичных источниках недостаточна для противодействия каналам управления беспилотных летательных аппаратов.

Для увеличения уровня шума, шум с выхода первичного источника случайного сигнала поступает на усилитель, который усиливает его до необходимой величины.

Первичный источник шума работает в очень широком диапазоне. Поэтому для обеспечения противодействия только в заданной полосе частот в схеме применён полосовой фильтр, который обеспечивает подавление шума во всём диапазоне, кроме заданного.

На рис. 1 изображена амплитудно-частотная фильтра. Это характеристика полосового фильтра, от которой зависит S_{21} — коэффициент передачи падающей волны от входа к выходу.

При расчёте полосового фильтра важным является определение обобщённого затухания [1]:

$$\delta = 2df_0 / \Delta f_{\text{ус}},$$

где d — затухание контурных катушек; f_0 — средняя частота пропускания; $f_{\text{ус}}$ — полоса пропускания фильтра.

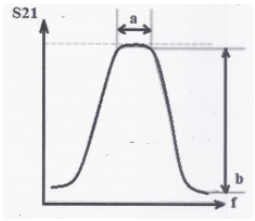


Рис. 1

Принцип работы транзисторного усилителя основан на том, что с помощью небольших изменений напряжения или тока во входной цепи транзистора можно получить значительно большие изменения напряжения или тока в его выходной цепи.

На рис. 2 показаны осциллограммы на выходе генератора шума (а) и схемы передатчика помех (б) для 450 МГц.

а) б)

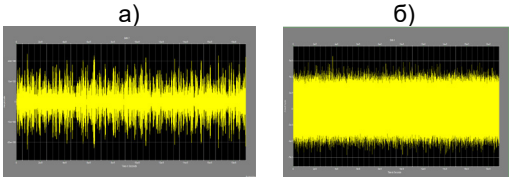


Рис. 2

3. Заключение

В ходе работы произведен анализ угрозы применения БПЛА, их конструктивные особенности и способы применения. Таким образом, разработан оптимальный вариант составляющих и диапазон передатчика помех для подавления канала управления БПЛА.

Произведено моделирование структурной схемы, результаты которого показаны для частоты 450 МГц.

4. Список литературы

[1] Палий, А. И. Радиоэлектронная борьба / А. И. Палий. – М. : Воениздат, 1989. — 350 с.

DESIGN OF INTERFERENCE TRANSMITTER FOR SUPPRESSING THE UAV CONTROL CHANNEL FOR 450, 950 MHz FREQUENCY BAND

Paslen V. V., Chursin S. V.
Scientific adviser: Paslen V. V.
Donetsk National Technical University, Russia

Abstract — A specific case of designing an interference transmitter to suppress the control channel of UAVs operating in the frequency range of 450 and 950 MHz is considered. The results of calculating a bandpass filter and modeling the block diagram are presented.

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО НОСИМОГО УСТРОЙСТВА СПОРТСМЕНА

Ничик М. М., Михайлюк Ю. П.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Михайлюк Ю. П.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: nichik2001@gmail.com

Аннотация — В работе предложены обобщенная структура и алгоритм работы мобильной системы удаленного мониторинга спортсмена в условиях проведения тренировок.

1. Введение

Физиологический резерв (ФР) один из значимых медико-биологических показателей организма человека, отражающий энергетические затраты организма в условиях физических нагрузок (ФН), а также восстановление организма при завершении физической деятельности. Показатель ФР организма целесообразно использовать в спортивной медицине для оценки функционального резерва спортсмена. Этот показатель отражает способность спортсмена успешно решать поставленные перед ним задачи. Роль ФР спортсмена особенно велика в энергетически затратных видах спорта, а также при прогнозировании высоких спортивных достижений. Поэтому проблема формирования комплекса медико-биологических показателей, значимых для оценки ФР, разработки метода и системы для оценки и прогнозирования возможностей спортсмена является актуальной.

2. Основная часть

В структуре мобильной системы оценки ФР спортсмена наибольший интерес представляет мобильное носимое устройство спортсмена (МоУСп). К нему предъявляются требования по обеспечению съема и регистрации биомедицинских сигналов (БМС) в реальных условиях проведения тренировок, что не обеспечивают стационарные системы и комплексы спортивной медицины. МоУСп должно обеспечивать оценку некоторых медико-биологических показателей в условиях физической нагрузки (например, ЧСС, ЧД, АД, уровня ФА) и ряда показателей — в состоянии покоя спортсмена. Устройство должно обладать необходимой автономностью работы при планировании длительного тренировочного процесса, иметь минимальные габариты и вес. На рис. 1 показана структура мобильной системы мониторинга состояния и оценки ФР спортсмена.

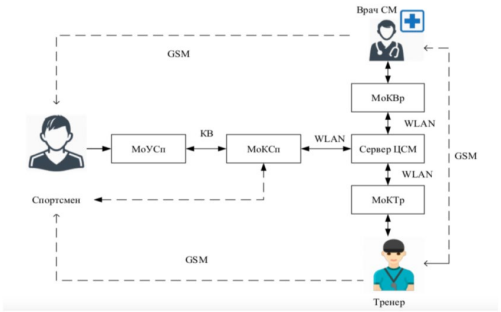


Рис. 1

В течение всего времени тренировочного процесса необходимо осуществлять мониторинг состояния спортсмена, оценку значимых показателей ФР и информирование врача о состоянии здоровья и уровне ФР спортсмена, а тренера — о функциональных резервах спортсмена. Для реализации обработки и анализа БМС предложен алгоритм, выполнения последовательности информационных преобразований. Алгоритм показан на рис. 2.

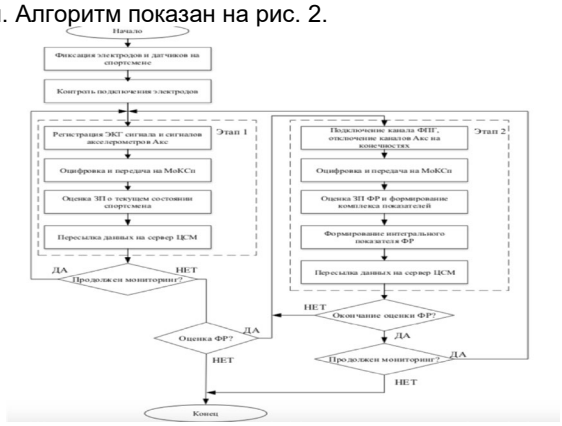


Рис. 2

Аппаратно-программный комплекс (АПК) оценки ФР спортсмена состоит из двух составных частей: аппаратная часть и программная. Аппаратная часть комплекса включает МоУСп, а также технические средства, реализующие программы автоматизации исследовании ФР спортсмена, обработки и анализа медико-биологической информации, оценки частных и интегрального показателей ФР спортсмена. Программная часть комплекса включает совокупность программных средств, реализуемых техническими средствами АПК.

В структуре аппаратной части АПК для оценки ФР спортсмена наибольший интерес предстатвяет МоУСп, так как другие технические средства реализуются на базе носимых компьютеров, имеющих несколько беспроводных каналов передачи информации WiFi и Buetooth. Все регистрируемые данные сохраняются на карте памяти для дальнейшей обработки на компьютере с помощью программного обеспечения.

3. Заключение

Таким образом, представлена структура и алгоритм работы мобильной системы удаленного мониторинга спортсмена, обеспечивающей интеллектуальный мониторинг состояния и его оценку. Описан аппаратно-программный комплекс оценки ФР спортсмена.

DESIGN OF ATHLETE'S MOBILE WEARABLE DEVICE

Nichik M. M., Mickhayluck Y. P.
Scientific adviser: Mickhayluck Y. P.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, a generalized structure and algorithm for the operation of a mobile remote monitoring system of an athlete in training conditions are proposed.

СОЛНЕЧНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ МАЛОМЕРНОГО СУДНА

Бандурин А. Г., Михайлюк Ю. П.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Михайлюк Ю. П.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: antonbands@yandex.ru

Аннотация — Предложена структурная схема и программный алгоритм функционирования солнечной электростанции для маломерного судна.

1. Введение

Для маломерных судов характерен ряд ограничений: масса-габаритные показатели, ограниченные энерго ресурсы. Для увеличения времени плавания необходима замена источников энергии и моторов, использующих химическое топливо на электрические источники энергии, что позволяет увеличить время плавания, а также обеспечивать постоянную радиосвязь с судном, при недостаточной выработке электроэнергии для мотора.

2. Основная часть

Солнечная электростанция является системой, состоящей из совокупности элементов, объединённых по различным критериям, которая позволяет получать, преобразовывать и передавать электроэнергию, в зависимости от режима работы, на судовые аккумуляторы, в бортовую сеть и электромотор, а также обеспечивать себя электроэнергией, в случае отсутствия питания от солнечной панели.

На рис. 1 показана структурная схема солнечной электростанции, которая состоит из шести основных блоков, каждый из которых выполнят следующие задачи:

— источник электроэнергии (солнечная панель);

— преобразователь электроэнергии, контроллер заряда аккумулятора и коммутирующее устройство (контроллер питания);

— подвижный каркас и датчики ориентирования в пространстве (устройство позиционирования СЭС);

— микроконтроллер и устройства ввода и вывода (центральны блок управления);

— судовая метеорологическая и навигационная станция (источники внешней информации);

— аккумуляторная батарея, электрическая бортовая сеть и внешний электромотор (нагрузка).



Рис. 1

Для повышения КПД в этой электростанции применяется возможность изменения угла наклона солнечной панели, что позволит управлять её ориентацией в пространстве с помощью микроконтроллера, использующего данные с датчиков ориентирования.

Для обеспечения управления ориентацией солнечной панели был разработан программный алгоритм для микроконтроллера изображённый на рис. 2.

Заданный параметр высоты начинает свою точку отсчета с 50 см, что соответствует высоте положения панели на всех четырех двигателях в покое. Выполняемый подъем несущего вала домкрата рассчитан на 35 см, в свою очередь программное обеспечение задает работу двигателей, что выполняет подъем или спуск панели на 5 см.

При инициализации логической единицы на одном из четырех датчиков, запускаться два параллельных мотора, что приводят одну из сторон панели в движение, таким образом, меняя её угол наклона в оптимальное состояние. Инициализация датчиков проходит последовательно каждые 15 минут.

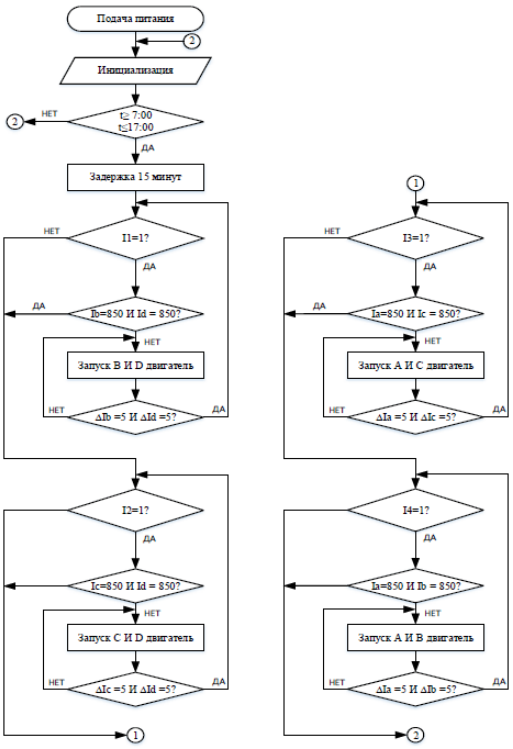


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, разработана структурная схема и программный алгоритм функционирования солнечной электростанции для маломерного судна.

SOLAR POWER PLANT FOR A SMALL VESSELS

Bandurin A. G., Mickhayluck Y. P.
Scientific adviser: Mickhayluck Y. P.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Block diagram and software algorithm for operation of solar power plant for a small are proposed.

АНАЛИЗ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЕЙ МАЛОМЕРНОГО СУДНА

Бандурин А. Г., Михайлюк Ю. П.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Михайлюк Ю. П.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: antonbands@yandex.ru

Аннотация — Проанализирована выработка электроэнергии солнечной электростанцией маломерного судна.

1. Введение

Задачами солнечной электростанции маломерного судна являются полное обеспечение электроэнергией судна, при достаточной выработке электроэнергии и обеспечение навигационного оборудования, при недостаточной.

2. Основная часть

На судне можно выделить следующих потребителей, в порядке убывания приоритета потребления: электромотор, навигационное и метеорологическое оборудование, бортовая сеть (таблица 1). При недостаточной выработке электроэнергии в течении суток, приоритет отдаётся навигационному оборудованию, с ограничением потребления мотора и бортовой сети.

Таблица 1

Потребитель	Потребление, Вт
Электродвигатель	2200
Метеорологическое оборудование	более 300
Навигационное оборудование	менее 100
Бортовая сеть	10..2000

Исходя из перечисленных элементов для обеспечения всех энергетических потребностей судна требуется солнечная панель с номинальной мощностью не менее более 4000 Вт. Но для работы навигационного оборудования, в условиях недостатка электроэнергии, СЭС должна обеспечивать не менее 400 Вт, на основе чего был проведён анализа выработки электроэнергии солнечной электростанцией с использованием программы *Matlab/Simulink*.

На рис. 1 показан модель солнечной электростанции, используемая для анализа выработки электроэнергии.

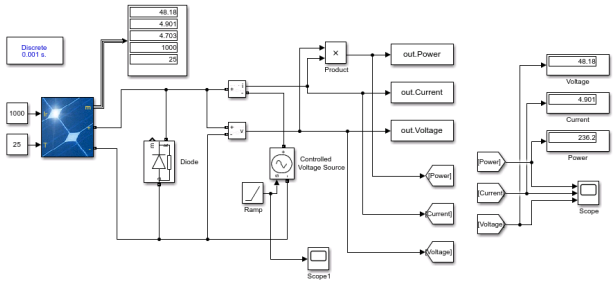
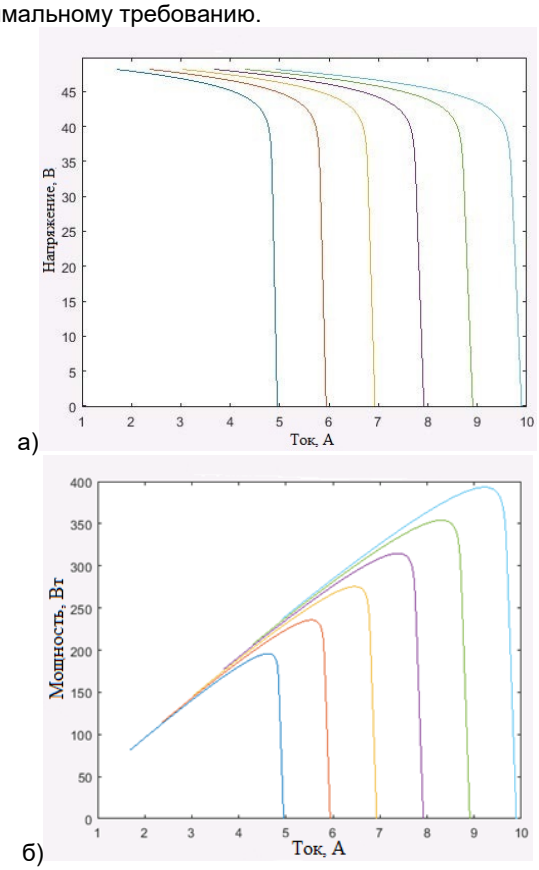


Рис. 1

Результат моделирования работы солнечной электростанции показаны на рис. 2 (а, б) в виде графиков вольт-амперной и мощностной характеристики для различной интенсивности соленного излучения 500, 600, 700, 800, 900 и 1000 Вт/м^2. Для получения указанных характеристик было проведено 6 симуляций при инсоляции от 500 до 1000 Вт/м^2.

Максимальная мощность, достигается при напряжении от 40 до 45 В. В результате симуляции видно, что рабочее напряжение солнечного модуля без нагрузки при симуляции составило 42,6 В, а максимальная мощность около 400 Вт, что отвечает минимальному требованию.



а)

б)

Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, было проанализирована выработка электроэнергии солнечной электростанцией для маломерного судна.

Выявлена возможность питания навигационного оборудования при различной интенсивности солнечного излучения.

ANALYSIS OF POWER GENERATION BY SOLAR POWER PLANT FOR A SMALL VESSEL

Bandurin A. G., Mickhayluck Y. P.
Scientific adviser: Mickhayluck Y. P.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Power generation by solar power plant of a small vessel is analyzed.

СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАДИОИНТЕРФЕРОМЕТРИИ СО СВЕРХДЛИННЫМИ БАЗАМИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

Кудрявченко И. В., Васильев А. В., Камцев Я. А., Калюжный Б. К.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Кудрявченко И. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: IVKudryavchenko@sevsu.ru

Аннотация — Рассмотрены современные возможности метода, используемого в радиоастрономии, который позволяет с высоким угловым разрешением проводить наблюдения за космическими телами.

1. Введение

Радиоинтерферометрия со сверхдлинными базами (РСДБ) — вид интерферометрии, используемый в радиоастрономии, при котором приёмные элементы интерферометра (телескопы) располагаются не ближе, чем на континентальных расстояниях друг от друга. При этом управление элементами РСДБ интерферометра производится независимо, без непосредственной коммутационной линии связи, в отличие от обычного радиоинтерферометра. Запись данных осуществляется на носители информации с последующей корреляционной обработкой на специализированном вычислительном оборудовании.

2. Основная часть

Одиночные радиотелескопы имеют сравнительно небольшое угловое разрешение, определяемое как отношение длины волны λ к диаметру антенны радиотелескопа *d*. Очевидно, что для улучшения разрешения необходимо увеличивать диаметр антенны и уменьшать длину волны.

В радиоинтерферометрии улучшение разрешения достигается за счет увеличения расстояния между антеннами радиотелескопов, которое называется длиной базы. Сигналы от исследуемого радиоисточника принимаются антеннами, передаются по высокочастотному кабелю и суммируются. По мере распространения сигнала по кабелю фаза сигнала изменяется, поэтому два сигнала, двигаясь навстречу друг другу, будут суммироваться то в фазе, то в противофазе.

Чтобы решить проблему со сдвигами фазы, которые вносятся в высокочастотном кабеле, был предложен метод РСДБ [1, 2]. В этом случае принятые антеннами сигналы преобразуются с помощью высокостабильных атомных стандартов частоты до низких частот и регистрируются на информационный носитель в виде отдельных импульсов, положение которых соответствует строго определенному времени. Данные с информационных носителей поступают в вычислительный центр, где соответствующие сигналы синхронно считываются и перемножаются между собой для выделения сигнала от источника.

Антенны при такой методике не связаны кабелем и расстояние между ними может быть сделано сколь угодно большим. Регистрация данных на каждой антенне интерферометра происходит независимо друг от друга, и дальнейшая их обработка происходит на вычислительном оборудовании. Относительное запаздывание сигналов компенсируется введением задержки в считывание соответствующего сигнала. В процессе вычислений задержка устанавливается программным образом. Получаемый в результате обработки сигнал соответствует определенной пространственной гармонике исследуемого объекта.

Применение РСДБ открыло новую страницу астрономии — стали доступны для исследований структуры ядер квазаров, радиогалактик, области образования звезд и планетных систем.

Систематические наблюдения проводятся на глобальной наземной сети РСДБ, включающей радиотелескопы России, Германии, Великобритании, Швеции, США, Австралии и других стран Рекордная длина базы в наземной сети радиотелескопов составляет около 12 тысяч километров, а разрешение на волне с длиной 3 мм достигает значений на три порядка выше, чем у крупных оптических телескопов.

Перспективным направлением развития РСДБ систем является использование не только наземных, но и космических радиотелескопов (КРТ), что позволяет многократно увеличить длину базы. В частности, в российском проекте «РадиоАстрон» использовался КРТ, работавший совместно с глобальной наземной сетью радиотелескопов, что позволило получить разрешение 7 мкс дуги при длине базы 350 тысяч километров в диапазоне длин волн 1,2—1,7 см [3].

3. Заключение

Метод РСДБ позволяет объединять наблюдения, совершаемые несколькими радиотелескопами, имитируя телескоп, размеры которого равны максимальному расстоянию между исходными телескопами. Угловое разрешение РСДБ в десятки тысяч раз превышает разрешающую силу лучших оптических инструментов и может быть значительно улучшено за счет укорочения длин волн и размещения КРТ в точке Лагранжа L_2 Солнце–Земля [4].

4. Список литературы

[1] Матвеенко, Л. И. О радиоинтерферометре с большой базой / Л. И. Матвеенко, Н. С. Кардашев, Г. Б. Шоломицкий // Изв. высших учебных заведений. — 1965— Т.8, № 4. — С. 651.
[2] Матвеенко, Л. И., Радиоастрономия // Итоги науки и техники. Сер. Астрономия. — М., 1977. — Т.13. — С. 102—112.
[3] Ковалев, Ю. Ю. Семь лет «РадиоАстрона» / Ю. Ю. Ковалев // Земля и Вселенная, 2019. — № 5. — С. 5—16.
[4] Рекомендации МСЭ-R RA.1417-1 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://studylib.ru/doc/2536945/rekomendaciya-mse--r-ra.1417-1 (дата обращения: 27.08.2023).

MODERN CAPABILITIES OF RADIO-INTERFEROMETRY WITH AN ULTRA-LONG BASES FOR SPACE SEARCH

Kudryavchenko I. V., Vasiliev A. V., Kamtsev Ya. A., Kalyuzhny B. K.
Scientific adviser: Kudryavchenko I. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The modern capabilities of the method used in radio astronomy, which allows observations of cosmic bodies with high angular resolution, are considered.

Севастопольский «Испытательный центр «Омега» — филиал ФГУП 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

РЕЦЕПТОРЫ И ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ СУДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ РАДИОСВЯЗИ И НАВИГАЦИИ

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

Аннотация — Рассмотрены основные рецепторы и источники помех судовому радиолокационному оборудованию. Показано, что основные источники помех находятся на самом судне. Также рассмотрены источники кондуктивных помех в системах управления силовыми установками.

1. Введение

Диапазоны различных частот активно используются для передачи сообщений, связанных с эксплуатацией судна и безопасностью мореплавания. Необходимо организовать техническую надёжность и безопасность радиооборудования, путём ослабления побочных излучений, уменьшения влияния помех по цепям питания.

Цель исследования заключается в анализе источников помех и устройств рецепторов электромагнитных излучений, установленных на мостике судна, а также в изучении уровня кондуктивных помех в системах управления судовыми энергетическими установками (СЭУ).

2. Основная часть

Мощность излучения судового радиооборудования и допустимые уровни побочного излучения приведены на таблице 1.

Таблица 1

Вид оборудования	Мощность основного излучения, Вт	Мощность побочного излучения
ПВ / КВ радиоустановка	500 Вт	50 мВт
УКВ радиоустановка	25 Вт	2,5 мкВт
РЛС	10 кВт	10 Вт/м² на расст. 2,50 м
Станция системы Inmarsat	100 Вт	10 Вт/м² на расст. 4 м
Устройство AIS	25 Вт	2,5 мкВт

Выяснено, что основные источники помеховых излучений и причины их возможных увеличений находятся на самом судне и электромагнитная совместимость судового оборудования в определенной степени контролируема [1]. Значения чувствительности судового приёмного радиооборудования представлены на таблице 2.

Таблица 2

Вид оборудования	Чувствительность, мкВ
УКВ радиоустановка	2
ПВ / КВ радиоустановка	6
Приёмник NAVTEX	2
Устройство AIS	2

Значения побочного и основного излучений, а также чувствительности устройств получены из руководств пользователя судового радиокоммуникационного оборудования. Так как одним из важнейших показателей качества приема является чувствительность приемника при заданном соотношении сигнал/шум, которая характеризуется способностью принимать слабые сигналы, то любое излучение, находящееся в малой близости от рецепторов способно создавать помехи в рабочей полосе частот и негативно влиять на работу оборудования радиосвязи и навигации. Производитель судового радиооборудования должен соблюдать требования по допустимому уровню излучения [2].

Конструкция систем управления СЭУ в машинном отделении предполагает наличие импульсных преобразователей. Из руководств по использованию данных систем взяты значения уровней кондуктивных помех, представленных на таблице 3.

Таблица 3

Вид оборудования	Уровень амплитуды радиопомех	Относительная величина напряжения кондуктивных помех
Система ДАУ ГД	73 дБмкВ	4,47 мВ
Цифровая система регулирования судовых двигателей	69 дБмкВ	2,82 мВ

Как видно из таблицы 3, системы дистанционного автоматического управления главным двигателем (ДАУ ГД) также создают помехи стабильной работе электрооборудования на судне. Необходимо проводить испытания импульсных преобразователей на ЭМС еще на этапе разработки.

3. Заключение

Проанализированы источники помех, установленные на мостике судна и в машинном отделении, изучены требования к характеристикам излучателей и приёмников.

4. Список литературы

[1] Ефанов, В. И. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем / В. И. Ефанов, А. А. Тихомиров. — 2012. — 227 с.
[2] Зухарь, А. В. Правила по оборудованию морских судов часть IV радиооборудование [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://stt-marine.ru/Правила%IV

RECEPTORS AND SOURCES OF ELECTROMAGNETIC EMISSIONS OF SHIP RADIO COMMUNICATION AND NAVIGATION EQUIPMENT

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

Abstract — The main receptors and sources of interference to shipborne radar equipment are considered. It is shown that the main sources of interference are on the ship itself. Sources of conducted interference in control systems of power plants are also considered.

МЕТОД УВЕЛИЧЕНИЯ РАЗРЯДНОСТИ КОДА DTMF-СТАНДАРТА

Егоров В. В., Гордеева Д. А.
Научный руководитель: Егоров В. В.
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Россия
E-mail: elzagrom@gmail.com

Аннотация — Рассмотрен алгоритм выбора верхних и нижних частот в технологии DTMF, выведены требования, необходимые для получения дополнительных частот, получены численные значения дополнительных частот, введено новое разбиение частот дополненного DTMF-стандарта на группы, увеличена мощность алфавита DTMF с 16 до 384 символов.

1. Введение

Метод формирования сигналов Dual-Tone Multi-Frequency (DTMF) используется для кодирования символов в телефонных сетях. В методе используется четыре нижних (697 Гц, 770 Гц, 852 Гц, 941 Гц) и четыре верхних (1209 Гц, 1336 Гц, 1477 Гц, 1633 Гц) частоты, которыми можно закодировать 16 различных знаков. Частоты подобраны таким образом, чтобы гармоники нижних частот не пересекались с выбранными верхними частотами.

2. Основная часть

Цель работы — уточнение DTMF-стандарта с мощностью алфавита в более чем 256 символов. Также новый стандарт должен удовлетворять условию, при котором гармоники частот из нижних групп должны более чем на 10 Гц отличаться от частот из групп, стоящих выше. Очевидно, что в отличие от оригинального DTMF-стандарта число групп больше, чем две. Для реализации идеи по формуле (1) было вычислено среднее значение отношения каждой последующей частоты к предыдущей при создании оригинального DTMF-стандарта

$$k = \frac{\frac{f_2}{f_1}+\frac{f_3}{f_2}+\frac{f_4}{f_3}}{3}, \quad (1)$$

где $(f_1 \dots f_4)$ — частоты группы. Коэффициент для нижней и верхних групп оказался примерно равным 1,1054013. На основе данного коэффициента отношения была найдена зависимость при выборе DTMF-частот и вычислены дополнительные частоты, которые можно было бы использовать в дополненной версии DTMF, написана программа на Python 3.9.1 (алгоритм показан на рис. 1), проверяющая интервал между гармониками частот из нижних групп и частотами верхних групп, а также составлено дополнение к DTMF-стандарту, включающее в себя суммарно 18 частот, и разбиваемый на 4 группы сигналов (L, ML, MH и H). Им можно закодировать 384 символа. Новое разбиение представлено ниже:

— нижние частоты (L) — 697, 770, 852, 1404 Гц;

— нижние средние частоты (ML) — 1040, 1149, 1270, 941 Гц;

— верхние средние частоты (MH) — 1552, 1209, 1336, 1477 Гц;

— верхние частоты (H) — 1633, 1805, 1995, 2205, 2438, 2695 Гц.



Рис. 1

3. Заключение

Определена зависимость между частотами оригинального DTMF-стандарта, подсчитан коэффициент зависимости, получены численные значения дополнительных частот для DTMF, задано новое разбиение частот на группы, а также написано программное обеспечение для теоретической проверки работоспособности дополненного DTMF-стандарта.

4. Список литературы

[1] Лайонс, Ричард Цифровая обработка сигналов: 2-е изд. / Ричард Лайонс. — М. : ООО «Бином-Пресс», 2006. — 656 с.

[2] Кобернченко, В. Г. Основы цифровой обработки сигналов : учеб. пособие / В. Г. Кобернченко. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2018. — 150 с.

THE METHOD OF INCREASING THE BIT DEPTH OF THE DTMF-STANDARD CODE

Egorov V. V., Gordeeva D. A.
Scientific adviser: Egorov V. V.
Moscow Aviation Institute, Russia

Abstract — The algorithm for selecting the upper and lower frequencies in DTMF was analyzed, the requirements necessary to obtain additional frequencies are derived, numerical values of additional frequencies are obtained, a new division of the frequencies of the augmented DTMF into groups is introduced, the power of the DTMF alphabet is increased from 16 to 384 characters.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ ТИПОВЫХ ФОРМ СТАНДАРТА IEEE 802.15.4

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

Аннотация — Выполнен анализ типовых форм сверхширокополосных сигналов в системах связи, функционирующих в соответствии со стандартом IEEE 802.15.4. при использовании различных форм сигнала, определенных в дополнении IEEE 802.15.4z-2020. Исследовано влияние различных форм сигнала на эффективность статистических алгоритмов обработки.

1. Введение

В настоящее время перспективным направлением развития беспроводных сетей является использование широкополосных и сверхширокополосных (СШП) сигналов, обеспечивающих большую скорость передачи данных, скрытность и электромагнитную совместимость с узкополосными системами. В практических приложениях активно внедряются системы связи, работающие в соответствии со стандартом IEEE 802.15.4-2020 и его дополнением IEEE 802.15.4z-2020 [1]. В связи с этим возникает необходимость повышения эффективности функционирования и помехоустойчивости подобных систем.

2. Основная часть

В существующих системах связи стандарта IEEE 802.15.4 используются СШП импульсные сигналы с шириной полосы более 500 МГц. При этом каждый импульс $p(t)$ должен удовлетворять ряду требований к взаимокорреляционной функции (ВКФ) с опорным сигналом $r(t)$: главный пик ВКФ должен быть не менее 0,8, а побочные – не более 0,3. В качестве опорного сигнала используется сигнал «приподнятый косинус»

$$p(t)=\frac{4b}{\pi\sqrt{T}}\ \frac{\cos\left((1+b)\pi t/T\right)+\dfrac{\sin\left((1-b)\pi t/T\right)}{4bt/T}}{1-\left(4bt/T\right)^2}, \qquad (1)$$

где $b=0{,}5$ — коэффициент сглаживания. В стандарте [1] определены три опциональные формы импульса:

1) импульсы с частотной модуляцией

$$p_1(t)=\begin{cases} p(t)\exp\left(-j\dfrac{\pi\beta t^2}{2}\right), & -\dfrac{T}{2}\le t\le\dfrac{T}{2}, \\ 0, & t<-\dfrac{T}{2}, t>\dfrac{T}{2}, \end{cases} \qquad (2)$$

где $\beta=B/T$ — скорость изменения частоты, B — занимаемая полоса частот, T — длительность импульса;

2) импульсы, пропущенные через фазовый фильтр с заданной групповой задержкой

$$p_2(t)=\int P(f)\exp\left[-j2\pi f\left(t-(\tau\times f)\right)\right]df, \qquad (3)$$

где τ – групповая задержка фильтра, $P(f)$ — преобразование Фурье от импульса базовой формы $p(t)$.

3) линейная комбинация нескольких импульсов с различными амплитудами и задержками

$$p_3(t)=\sum_{i=1}^{N}a_i p(t-\tau_i), \qquad (4)$$

где a_i и τ_i — амплитуда и задержка i-го импульса.

В интересах анализа эффективности алгоритмов обработки СШП сигналов в зависимости от его формы выполнено аналитическое моделирование алгоритмов обработки, рассмотренных в работе [2]. Помимо используемой в работе [2] модели СШП квазирадиосигнала прямоугольной и экспоненциальной форм в настоящей работе были дополнительно рассмотрены три формы сигналов, регламентированные стандартом [1], выполнен их анализ и оценено изменение эффективности устройств обработки.

Проведенный анализ показал, что в зависимости от степени априорной неопределенности и способа ее преодоления выбор формы модулирующей функции может приводить как к улучшению, так и к снижению эффективности обработки СШП сигналов. Так, например, в квазиправдоподобном алгоритме обнаружения СШП сигнала с неизвестной длительностью [2] оптимальным выбором модулирующей функции можно добиться снижения вероятности пропуска сигнала на 20 % при отношении сигнал/шум, равном 8.

3. Заключение

Проведенный сравнительный анализ показывает, что выбор оптимальной формы модулирующей функции позволяет повысить эффективность обработки СШП сигналов в зависимости от степени априорной неопределенности и структуры алгоритма.

4. Благодарности

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

5. Список литературы

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

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

COMPARATIVE ANALYSIS OF ULTRA-WIDEBAND SIGNAL DETECTION EFFICIENCY FOR IEEE 802.15.4 OPTIONAL PULSE SHAPES

Korchagin Yu. E., Titov K. D., Petrov Yu. G., Lazovoy D. R.
Scientific adviser: Korchagin Yu. E.
Voronezh State University, Russia

Abstract —The analysis of ultra-wideband signals for different pulse shapes used in IEEE 802.15.4 standard radio communication systems considering amendment IEEE 802.15.4z-2020 is performed. The influence of different pulse shapes on efficiency of statistical processing algorithms has been studied.

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ДОСТУПА К СЕТИ ИНТЕРНЕТ В ОБЩЕСТВЕННЫХ WI-FI СЕТЯХ

Бодриков С. Ю., Лукьянчиков А. В., Иванченко Д. С., Закурдаева Е. Я.
Научный руководитель: канд. техн. наук Лукьянчиков А. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: brain75@mail.ru

Аннотация — Для организации свободного доступа в интернет разработано устройство, реализующее функции Captive Portal. Предложено два сценария использования устройства: первый, когда устройство является интерфейсом для отправки СМС сообщений; второй, когда устройство реализует все функции Captive Portal.

1. Введение

В России в 2017 году Президентом Российской Федерации В. В. Путиным введено понятие «цифровой переход» [1]. В своем обращении на заседание Совета по стратегическому развитию и приоритетным проектам, Президент отметил необходимость развития цифровой экономики и использования цифровых технологий для повышения эффективности государственного управления, образования, здравоохранения и других сфер жизни.

Цифровой переход имеет огромный потенциал для улучшения качества жизни людей, повышения эффективности бизнеса, развития экономики и обеспечения социального прогресса.

Одним из аспектов «цифрового перехода» является доступность и инклюзивность как стремление обеспечить доступность цифровых технологий и услуг для всех слоев населения. Это включает в себя развитие широкополосного интернета, создание общественных цифровых точек доступа и обучение населения основам работы с цифровыми технологиями. Поэтому организация свободного доступа к сети интернет в общественных сетях Wi-Fi является актуальной задачей.

2. Основная часть

В большинстве общественных мест предоставляют бесплатный доступ в интернет через Wi-Fi-сеть. Однако, для обеспечения безопасности посетителей и соблюдения законодательства Российской Федерации, наличие *Wi-Fi*-сети в общественном месте должно быть организовано с использованием специального механизма — captive portal.

Captive portal — механизм, который используется для авторизации пользователей перед доступом к интернету через Wi-Fi-сеть. Он требует от пользователя ввода его однозначной идентификации, прежде чем он получит доступ к интернету. Это позволяет контролировать доступ к сети и защищать ее от несанкционированного использования.

Одной из главных причин, по которой необходимо наличие captive portal в общественной Wi-Fi-сети, является соблюдение законодательства Российской Федерации. Согласно Федеральному закону «О персональных данных» [2], который устанавливает правила обработки и защиты персональных данных граждан. Законодательство требует, чтобы операторы сетей предоставляли доступ к информационным ресурсам только тем пользователям, которые предоставили достоверные персональные данные. Это помогает предотвратить незаконный доступ к сети и предоставлять возможность отслеживания пользователей в случае нарушений или преступных действий. Структурная схема разработанного устройства реализующего функции Captive portal приведена на рис. 1.

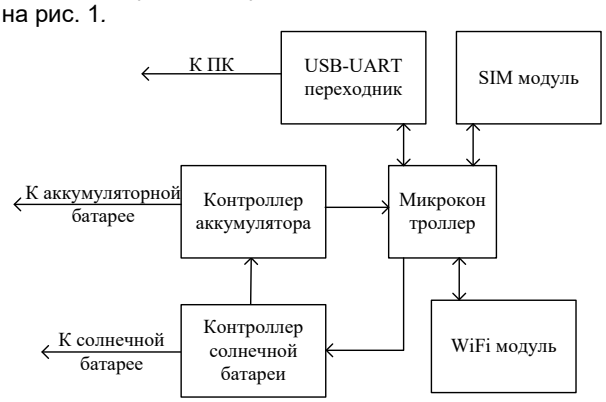


Рис. 1

Устройство состоит из микроконтроллера, который осуществляет управление схемой в целом. Также в устройство входит SIM модуль, с помощью которого осуществляется прием и отправка СМС. Связь с персональным компьютером осуществляется через переходник USB-UART.

3. Заключение

Таким образом, обоснована необходимость реализации функционала Captive Portal, в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Разработано устройство, реализующее функции Captive Portal. Предложено два сценария использования этого устройства: первый, когда устройство является интерфейсом для отправки СМС сообщений; второй, когда устройство почти полностью реализует все функции Captive Portal.

4. Список литературы

[1] Заседание Совета по стратегическому развитию и приоритетным проектам [Электронный ресурс] // Президент России. Официальный сайт. — 2017, 07 июля. — Режим доступа: http://kremlin.ru/events/president/transcripts/54983/print (дата обращения: 25.07.2023).

[2] О персональных данных: федеральный закон от 27.07.2006 № 152-ФЗ // Собрание законодательства РФ. — 2006. — № 31 от 31 июля 2006г. (Части I — II). — Ст. 3451.

FEATURES OF ACCESS ORGANIZATION TO PUBLIC WI-FI NETWORKS

Bodrikov S. Yu., Lukyanchikov A. V., Ivanchenko D. S., Zakurdaeva E. Ya.
Scientific adviser: Lukyanchikov A. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — An device has been design to enable free internet access, implementing Captive Portal functions. Two usage scenarios have been proposed for the device: the first one is when the device serves as an interface for sending SMS messages, and the second one is when the device fully implements all Captive Portal functions.

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ПРОТОКОЛА СВЯЗИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ СБОРА ДАННЫХ

Добчинская Е. В., Лукьянчиков А. В., Токарев Д. Е., Филюхин А. П., Нестеренко А. И.
Научный руководитель: канд. техн. наук Лукьянчиков А. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: brain75@mail.ru

Аннотация — В работе предложено использовать DSV протокол при построении распределенной системы сбора данных, что позволит создать системы, в которых могут функционировать терминальные устройства с разными версиями программного обеспечения и/или разным набором датчиков при этом сервер будет способен взаимодействовать с ними.

1. Введение

Тенденции развития современного общества направлены на осуществление «цифрового перехода» и, благодаря этому, улучшению качества жизни каждого человека. Одним из компонентов «цифрового перехода» является применение распределенных систем сбора данных, которые позволяют осуществлять мониторинг окружающей среды и результатов аналитики. В таких системах присутствует большое количество терминальных устройств (например, метеостанции), оснащенных набором датчиков. Эти датчики регулярно передают на сервер данные. Протокол, который при этом используется, влияет на энергоэффективность терминальных устройств, безопасность системы и, самое главное, на стоимость обслуживания системы в разрезе масштабируемости системы. Поэтому целью этой работы является анализ особенностей выбора этого протокола.

2. Основная часть

Для обоснованного выбора протокола удаленных терминалов можно рассмотреть системы мониторинга окружающей среды и в частности акватории Черного моря [1]. На рис. 1 изображена структурная схема распределенной системы сбора данных. Система состоит из N удаленных терминалов (буев), которые размещены в прибрежной акватории Черного моря. Каждый терминал имеет выход в интернет за счет используемого GSM-модема.



Рис. 1

Также в систему входит сервер сбора и накопления данных, к которому периодически с интервалом в один час подключаются терминалы с целью сохранения информации, полученной от произвольного набора датчиков каждого терминального устройства.

Полученная информация должна храниться на сервере в привязке к удаленному терминалу. Клиенты (в общем случае их может быть M), заинтересованные в данных, предоставляемых интеллектуальной системой мониторинга, подключаются через интернет к серверу визуализации данных, используя обычный веб-браузер.

«Узким» местом такой системы, является участок от терминального устройства до сервера накопления и обработки данных. В этом случае возникает задача выбора и обоснования протокола прикладного уровня. Здесь возникает вопрос, как хранить полезные данные и как их передавать на сервер. В [2] предлагается данные внутри программного обеспечения терминального устройства хранить в виде бинарных структур, а передавать в текстовом формате. Хотя передача текстовых сообщений требует больше байт по сравнению с бинарными сообщениями, но зато это позволяет сделать систему масштабируемой. В частности, если используется бинарный протокол, то очень сложно обеспечить «обратную» совместимость при развитии ПО терминальных устройств, в связи с появлением в системе двух версий протокола, где используется разные карты бинарного поля, из-за отсутствия в бинарном протоколе метаданных, описывающих эту структуру. От этого недостатка свободен текстовый протокол с разделителями DSV (Delimiter-Separated Values) [2]. С одной стороны, он включает в себя метаданные, позволяющие описать каждое поле и его тип (например, t:2:22,5 — поле t, тип float, значение 22,5). Таким образом, если сервер встречает поле, которое еще не описано в базе данных, то он может его проигнорировать. Если отсутствует некоторое поле, допустим по причине отсутствия измерительной информации, сервер просто не включит это поле в запрос.

3. Заключение

Таким образом, использование DSV протокола позволит создать распределенную систему сбора данных, где могут функционировать разные терминальные устройства и сервер сможет с ними взаимодействовать.

4. Список литературы

[1] Bezgin, A. A. Distributed system for measuring and collecting parameters of coastal water area and reservoir / A. A. Bezgin, , A. V. Lukyanchikov, , E. A. Redkina // Proc. of 2020 7th All-Russian Microwave Conference, RMC 2020, 9312303. — P. 320—323.

[2] Реймонд Э. С. Искусство программирования для Unix / Э. С. Реймонд. — М. : Издат. дом «Вильямс», 2005. — 544 с.

FEATURES OF CHOOSING A COMMUNICATION PROTOCOL FOR DISTRIBUTED DATA COLLECTION SYSTEM

Dobchinskaya E. V., Lukyanchikov A. V., Tokarev D. E., Filyuhin A. P., Nesterenko A. I.
Scientific adviser: Lukyanchikov A. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The use of the DSV protocol is proposed in the development of a distributed data collection system, which will enable the creation of systems where different terminal devices can operate and the server can interact with them.

УСТРОЙСТВО ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ

Бондаренко В. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Редькина Е. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: vamprokiller@gmail.com

Аннотация — Проведен анализ существующих вариантов идентификации в системах контроля и управления доступом. Разработана структурная и функциональная схемы, а также программа для обработки и отображения данных от модуля считывания QR кодов. Выбраны требуемые считыватели, а также вариант микроконтроллера. Представлен результат работы сегментов системы, а также тока потребления датчиков.

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 разработать устройство, позволяющее отсканировать *QR*-код., а также работать с метками *RFID*.

2. Основная часть

При разработке устройства идентификации следует определить компоненты, из которых оно будет состоять. Устройство должно работать с картами *RFID*, а также с *QR*-кодами. Выберем соответствующие модули.

В качестве модуля для распознания карт *RFID* выберем модуль *RC*522 [1]. Данный модуль предназначен для работы с метками RFID работающими на частоте 13,56 МГц стандарта *MIFARE*. Управляет процессами модуля микросхема *MFRC*522. Модуль использует интерфейс *SPI*.

В качестве сканера QR-кодов воспользуемся сканером *Barcode Scanner Module* [2] от *WAVESHARE*. Данный модуль способен считывать 1*D*/2*D* коды используя интеллектуальный алгоритм для распознавания изображений который позволяет декодировать данные что находятся в *QR*–коде. Подключение к модулю возможно осуществить по интерфейсам *micro–USB* или *UART*.

Для связи между устройствами выберем микроконтроллер, который позволит общаться со сканерами по интерфейсам *UART* и *SPI* одновременно.

Исходя из характеристик микроконтроллеров для связи между сканнерами выберем микроконтроллер *ATmega* 328*P* [3] в составе отладочной платы *Arduino Nano*.

Для реализации программного обеспечения, которое будет обрабатывать данные, поступающие от устройства идентификации, и которое будет взаимодействовать с базой данных (БД), был выбран язык *Python* ввиду его популярности и большого числа разработанных библиотек.

Для обеспечения сравнения входных данных и хранения данных пользователей требуется использовать БД. Для создания БД будем использовать ПО *MySQL Workbench.*

Для создания программы устройства идентификации воспользуемся интегрируемой средой разработки *Arduino IDE*.

Питание устройства будет обеспечиваться с помощью интерфейса *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 создан корпус для упрощения эксплуатации. Корпус устройства показан на рис. 1.

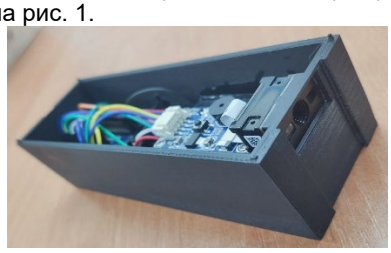


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом при выполнении работы разработано устройство идентификации, позволяющее работать одновременно с *QR*-кодами и *RFID* метками. Для устройства были определены его потенциальные возможности.

4. Список литературы

[1] Техническая документация модуля MFRC522 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://arduino-kid.ru/sites/default/files/arduino/RFID_RC522.pdf.

[2] Техническая документация модуля Waveshare Barcode Scanner Module [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.waveshare.com/w/upload/d/dd/Barcode_Scanner_Module_Setting_Manual_EN.pdf.

[3] Характеристики микроконтроллеров семейства megaAVR [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://microkontroller.ru/mikrokontrolleryi-avr-atmega-attiny/mikrokontrolleryi-avr-atmega.

USER IDENTIFICATION DEVICE OF ACCESS CONTROL AND MANAGEMENT SYSTEM

Bondarenko V. A.
Scientific adviser: Redkina E. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The analysis of existing identification options in access control and management systems was carried out. Structural and functional schemes have been developed, as well as a program for processing and displaying data from the QR code reader module. The required readers are selected, as well as the microcontroller board. The result of the work of the segments of the system, as well as the current consumption of the sensors, is presented.

РАЗРАБОТКА БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ MESH WI-FI

Еськов А. А., Агеев Д. С., Полубоярцев В. О., Табакаев Д. И.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Редькина Е. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: i@aeskov.ru

Аннотация — В работе представлены результаты разработки беспроводной локальной сети предприятия. Проанализирован требуемый функционал сети, разработан вариант модернизации беспроводной сети Mesh Wi-Fi.

1. Введение

На данном этапе развития сетевых технологий, технология беспроводных сетей Wi-Fi является наиболее удобной в условиях, требующих мобильность, простоту установки и использования. При этом, для организации Wi-Fi сети для большого количества клиентов и на большой площади одного предприятия требуется использовать самое современное сетевое оборудование и протоколы, с целью организации и объединения всех беспроводных точек в одну Mesh Wi-Fi-систему. Таким образом, в работе проведена разработка и модернизация существующей локальной сети предприятия с использованием актуальной технологии Mesh Wi-Fi.

2. Основная часть

Часто при расширении предприятия увеличивается количество сотрудников и их устройств в рамках одного территориального подразделения, так что модернизация сети предприятия должна производиться без существенных топологических изменений и инвестиций. Решением такой проблемы может быть внедрение в существующую топологию сети элементов беспроводной сети. При этом необходимо обеспечивать полное бесшовное покрытие зоны обслуживания беспроводной сети предприятия с обеспечением требуемой безопасности в локальной сети (включая аутентификацию пользователя), а также требуемой скорости передачи информации и бесперебойной передачи данных.

Для реализации требуемого функционала беспроводной сети можно использовать современную технологию Mesh Wi-Fi. Данная технология имеет ряд преимуществ по сравнению с развертыванием стандартных технологий сети. Перечислим основные требуемые преимущества технологии Mesh Wi-Fi (802.11ac/ax) для производимой модернизации сети при обеспечении неразрывного интеллектуального переключения беспроводных клиентов при их перемещении в зону покрытия главного роутера или другого репитера. Mesh Wi-Fi-система включает в себя бесшовный роуминг, при помощи которого переключение клиентов между всеми узлами происходит с минимальной задержкой и без потери данных. Это справедливо для всех Wi-Fi-сетей/сегментов. Применение меш-сети позволит оптимизировать реализацию транспортной сети (так называемого «backhaul»-канала). Простые ретрансляторы расширяют частотные диапазоны по отдельности, создавая соединение с роутером в каждом из них и тем самым нерационально занимая радиоэфир. В беспроводной Mesh-системе из двухдиапазонных беспроводных коммутаторов, которые работают одновременно на двух диапазонах, используется одно транзитное соединение только на частоте 5 ГГц. Это не перегружает диапазон 2,4 ГГц еще одной сетью и сохраняет эфирное время для клиентских устройств.

В работе произведен также выбор оборудования (фирмы Keenetic) и его настройка и симуляция работы сети. Так, на рис. 1 показан общий вид журнала переходов клиентов внутри Mesh Wi-Fi-системе в KeeneticOS.

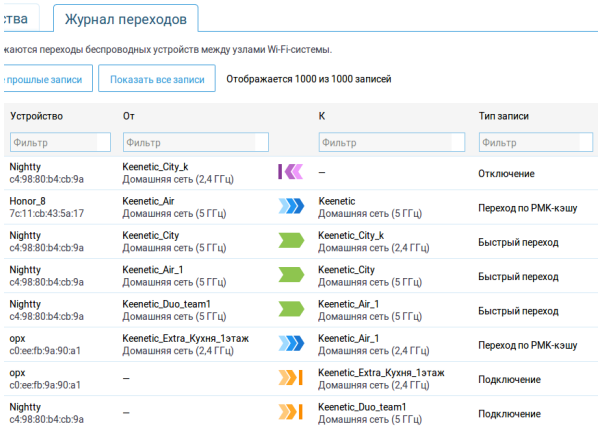


Рис. 1

Реализованная Mesh Wi-Fi-система использует современные протоколы 802.11r/k/v для автоматического перехода клиентов между всеми ретрансляторами, при этом следует не забывать, что в реальности качество работы бесшовного роуминга Wi-Fi напрямую зависит от конечного оборудования клиента и наличия поддержки данных протоколов. Устройства, которые не поддерживают протокол быстрого роуминга 802.11r могут использовать переход по PMK-cash.

3. Заключение

Таким образом, технология Mesh Wi-Fi актуальна и востребована в любых возможных вариантах применения локальной сети, от использования в домашних условиях, до применения на больших предприятиях, где потребуется быстрое, стабильное беспроводное соединение большого количества устройств.

4. Список литературы

[1] Mesh Wi-Fi [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://help.keenetic.com/hc/ru/articles/360007279039-Mesh-Wi-Fi (дата обращения 15.05.2023).
[2] Руководство пользователя KeeneticOS [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://help.keenetic.com/hc/ru/categories/360000117100 (дата обращения 15.05.2023).

DESIGN OF WIRELESS NETWORK USING MESH WI-FI

Eskov A. A., Ageev D. S., Poluboiartsev V. O., Tabakaev D. I.
Scientific adviser: Redkina E. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of the design of a wireless local network for an enterprise are presented. The required network functionality was analyzed, and a variant for modernization with Mesh Wi-Fi wireless network was designed.

КОНЦЕПЦИЯ СИСТЕМЫ УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА ЗДОРОВЬЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ 5G

Петрушин С. А., Редькина Е. А., Велюллаев Э. У., Янкин Д. Е.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Редькина Е. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: PetrushinSevSA@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрены тенденции применения телемедицины в концепции разработки системы мониторинга показателей здоровья пациентов клиники с применением технологии сети 5G.

1. Введение

Данная статья является развитием проекта системы мониторинга показателей здоровья пациентов клиники [1]. Ввиду невозможности подключения большого количества пациентов к сети 3G, а также с учетом современных тенденций к развитию телемедицины, было принято решение использовать для передачи данных мониторинга здоровья пациентов сети 5G. В данной статье пойдет речь о тенденциях применения телемедицины, в концепции, структура которой представлена на рис. 1.

2. Основная часть

Концепция телемедицины базируется на основе беспроводных систем, использующих информационные и современные коммуникационные технологии [2]. В этих системах удаленные больницы могут рассматриваться как передающая часть, а одна из специализированных больниц — как принимающая. При этом эффективность здравоохранения может быть увеличена с помощью современных беспроводных и сетевых технологий, в том числе технологии 5G.

В данных системах жизненно важные показатели пациента определяются с помощью различных датчиков, которые затем обрабатываются с помощью современных технологий цифровой обработки сигналов. Затем информация передается по каналу связи 5G и поступает в крупные специализированные больницы, которые выступают в качестве приемной части.

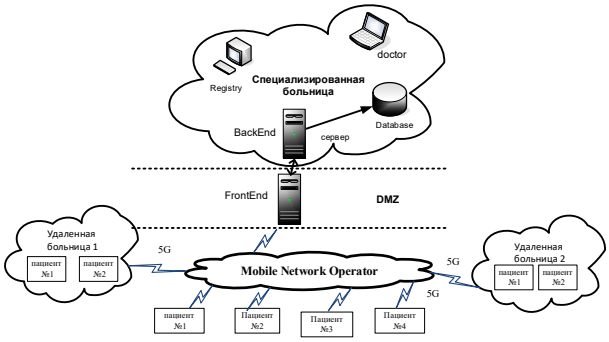


Рис. 1

На рис. 2 показаны результаты работы системы связи 5G [2], в которой предложены модель передатчика с FBMC (filter bank multicarrier), на графике это красный сигнал, и приемника (синий сигнал). Согласно результатам моделирования линии связи с присутствием шумов, сделан вывод, что по сравнению с существующей технологией OFDM система с FBMC имеет меньший уровень помех, и это доказывает, что наиболее эффективной многоканальной технологией для связи 5G является FBMC.



Рис. 2

Технология 5G открывает новые возможности в здравоохранении, включая визуализацию, диагностику, анализ данных и лечение [3]. Удаленный доступ к изображениям и возможность быстрой передачи информации через географические границы — два преимущества цифровой медицины, которые помогают сжимать время и расстояние.

3. Заключение

Таким образом, при реализации системы мониторинга здоровья в концепции современной телемедицины необходимо обеспечить три сценария работы. Во-первых, обеспечить работу врача с большим количеством пациентов (сбор данных от большого количества устройств по технологии massive Internet of Things). Во-вторых, обеспечить передачу качественного видеоизображения для дистанционной диагностики и взаимодействия с пациентом (по технологии enhanced Mobile Broadband)). Также перспективным сценарием телемедицины является дистанционное управление медицинским оборудованием с применением технологии Ultra-Reliable Low Latency Communication. Для чего идеально подходит технология связи 5G.

4. Список литературы

[1] Petrushin, S. A. The health monitoring system for clinic's patients // Recent Achievements and Prospects of Innovations and Technologies, 2022. — P. 93 — 101.
[2] Lalit Chettri, Rabindranath Bera, «Design and Analysis of 5G Telemedicine Systems» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/360204532 _Design_and_Analysis_of_5G_Telemedicine_Systems.
[3] Ахмед, С. Таоф Телемедицина и интеллектуальное здравоохранение — роль искусственного интеллекта, 5G, облачных сервисов и других благоприятных технологий [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=123871.

CONCEPT OF REMOTE HEALTH MONITORING SYSTEM USING 5G TECHNOLOGY

Petrushin S. A., Redkina E. A., Velullaev E. U., Yankin D. E.
Scientific adviser: Redkina E. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The trends of telemedicine application in the concept of design of system for monitoring the health indicators of clinic patients using 5G network technology are considered.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТЕНДОВ С ИНФРАКРАСНЫМИ ИЗЛУЧАТЕЛЯМИ В ИЗУЧЕНИИ БЕСПРОВОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Лапицкая М. Р., Муренький А. Ю., Сметанина Т. И.
Научный руководитель: Сметанина Т. И.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: murenky@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрены два вида стендов с инфракрасными приёмопередатчиками и их принцип работы. Оценена возможность их использования в изучении технологий беспроводной связи.

1. Введение

Значимость технологий беспроводной связи в передаче данных значительно возросла благодаря приемлемой пропускной способности, удобству использования и низким затратам. Однако, по мере увеличения числа различных протоколов связи, понимание основных принципов их работы сокращается из-за возрастающей сложности этих протоколов. В докладе приводится оценка возможностей использования стендов ОВКС (оптомеханической визуализации кодирования сигналов) и УНКС (узконаправленных низкоэнергетических каналов связи) в изучении физических явлений и алгоритмов обработки информации в основе технологий беспроводной связи.

2. Основная часть

Стенд ОВКС представляет собой оптомеханический формирователь сигнала на основе системы шестерёнок, находящихся в зацеплении и вращаемых шаговым двигателем. На шестерёнки наносится рисунок, пропускающий при определённых углах поворота шестерёнки инфракрасное излучение от светодиода к фотодиоду [1]. Стенд моделирует кодирование сигнала и воспроизводит физические особенности его передачи.

На рис. 1 показано соответствие между рисунком, нанесённым на шестерню и выходными данными инфракрасного датчика.

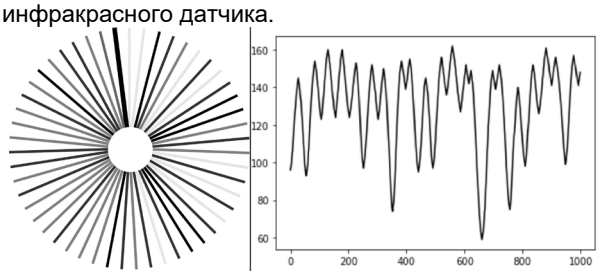


Рис. 1

При помощи стенда ОВКС изучаются алгоритмы преобразования физического сигнала в информацию, фильтрации шумов и способы кодирования информации для наиболее успешной передачи. Кодирование сигнала на стенде ОВКС может осуществляться разными способами для получения разных графиков на выходе инфракрасного датчика.

Стенд УНКС состоит из подвижного приёмника «спутника» и стационарного вращаемого инфракрасного передатчика. Стенд моделирует процессы оптического слежения за космическими объектами. Также стенд можно по необходимости оснастить преградами, блокирующими передачу сигнала на определённых позициях для симуляции передачи сигнала в условиях помех, а также добавить шумы в передаваемое сообщение.

Подвижный приемник «спутник» может двигаться равномерно по прямой или по траектории, представляющей собой сумму двух синусоид.

На рис. 2 показаны две возможные траектории движения «спутника».

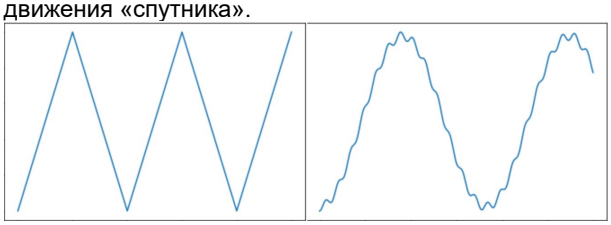


Рис. 2

Стенд УНКС может применяться как в изучении алгоритмов отслеживания космических объектов, так и в изучении помехоустойчивого кодирования. В зависимости от настроек стенда УНКС для успешной передачи сообщения на нём может потребоваться как шумоустойчивое кодирование информации, так и алгоритмы многократной передачи информации с индексированием пакетов.

Стенд УНКС может быть использован в демонстративных и образовательных целях, таких как изучение теории связи, использования кодов, алгоритмов выделения сигнала на фоне шума принципов работы систем слежения за спутниками, передачи информации по гидроакустическим и спутниковым каналам, экспериментального установления размера передаваемых пакетов в системах беспроводной связи [2]. При изучении технологий беспроводной связи с помощью стенда УНКС пользователь имеет возможность писать алгоритмы кодирования сообщения, декодирования и слежения за спутником.

3. Заключение

Стенды ОВКС и УНКС имеют большой потенциал для использования в изучении технологий беспроводной связи благодаря способности моделировать и визуализировать кодирование и передачу сигналов. С развитием технологий беспроводной связи использование таких стендов в обучении может способствовать подготовке высококвалифицированных специалистов в области беспроводной связи.

4. Список литературы

[1] БТС-ОВКС [Электронный ресурс] / ИнСитиЛаб. — Режим доступа: http://insitulab.pro/files/БТС-ОВКС.pdf
[2] БТС-УНКС [Электронный ресурс] / ИнСитиЛаб. — Режим доступа: http://insitulab.pro/files/БТС-УНКС.pdf

OPPORTUNITIES OF USAGE OF STANDS WITH INFRARED TRANSCEIVERS IN STUDY OF WIRELESS TECHNOLOGY

Lapitskaya M. R., Murenkiy A. Y., Smetanina T. I.
Scientific adviser: Smetanina T. I.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Two kinds of stands with infrared transceivers and their inner workings are considered. Their possible uses in study of wireless technology are estimated.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА АГРЕГИРОВАННОГО ТРАФИКА

Маркелова М. А., Тымченко Н.
Научный руководитель: канд. техн. наук Маркелов О. А.
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ», Россия
E-mail: ntymchenko@etu.ru

Аннотация — Представлены результаты моделирования системы массового обслуживания с последующей статистической обработкой агрегированного трафика на центральном узле такой системы и показана зависимость качества обслуживания от входных параметров.

1. Введение

Для лучшего понимания динамики трафика и повышения качества обслуживания за счет предсказания поведения сети моделируют задержки и потери, возникающие в ней. Одним из математических методов исследования сложных стохастических систем, к которым относятся инфокоммуникационные сети, является теория массового обслуживания, занимающаяся анализом эффективности функционирования систем массового обслуживания (СМО). Глубокое понимание структуры трафика и его статистических параметров способствует повышению безопасности сети, качества сервиса, а также помогает оценить состав необходимого коммуникационного оборудования.

2. Основная часть

Для анализа агрегированного трафика была выбрана СМО M/M/n, у которой на входе пуассоновский поток заявок, время обслуживание имеет экспоненциальное распределение, n каналов обслуживания (КО), неограниченная длина очереди, и она работает без отказов. Для имитационного моделирования использовалась библиотека SimEvents SIMULINK, а для статистической обработки — MATLAB.

СМО является динамической системой, поэтому ей свойственны переходные процессы. С учетом этого эмпирически было выбрано время записи дампа $\mathrm{T} = 15$ мин, т.е. такое время, за которое система переходит в установившийся режим. Моделировалась ситуация, когда к одному серверу параллельно подключены $\mathrm{N} = 10$ статистически независимых пользователей (источников заявок). Интенсивность потока заявок от каждого пользователя была выбрана одинаковой $\lambda = \{0{,}05;\ 0{,}1;\ \ldots;\ 0{,}6\}$. Все заявки поступали на коммутатор, который равновероятно переключался между пользователями, тем самым реализуя одинаковый приоритет обслуживания. Сервер представлял собой $\mathrm{n} = \{1,\ 5,\ 10\}$ параллельно подключенных КО, благодаря чему на приемник поступал агрегированный трафик. Интенсивность потока обслуживания для каждого КО также выбрана одинаковой и равной 1. Для статистической обработки копились выборки из 100 записей дампов, такой объем позволяет отследить пульсирующую структуру трафика, которую видно на рис. 1.

На рис. 1 показана зависимость среднего количества поступивших, обслуженных и необслуженных заявок в зависимости от приведенной интенсивности входного потока заявок ρ (далее интенсивности) и ёмкости сервера. Из рис. 1 видно, что оптимальная интенсивность, определенная по формуле, совпадает с результатами эксперимента

$$\rho_{\text{опт}} = 0{,}5 * \frac{\mathrm{n}}{\mathrm{N}} \ ,$$

где 0,5 — оптимальная интенсивность для M/M/1 с одним источником заявок.

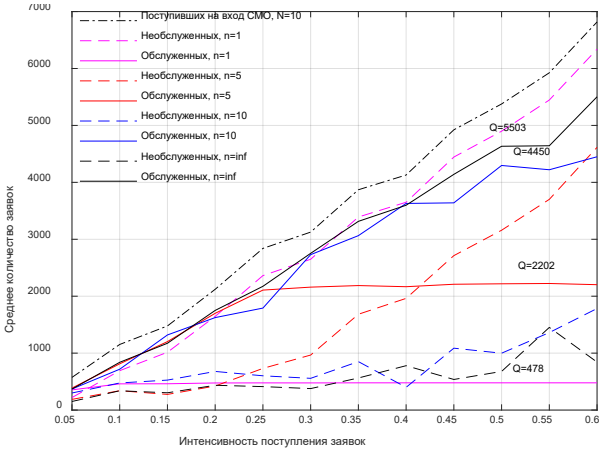


Рис. 1

Система справляется с потоком заявок, если выполняется условие

$$\rho_{\Sigma} = \frac{\lambda}{\mu} * \frac{N}{n} < 1 \ \ .$$

Также из рис. 1 видно, что даже при бесконечной емкости сервера невозможно избежать потерь при использовании равновероятного коммутатора, т.к. система не успевает обработать последние заявки от 9 из 10 пользователей. Пропускная способность сервера равна

$$\mathrm{Q}_{\Sigma} = (1 - \mathrm{a}) * \mathrm{n} * \mathrm{Q} \ ,$$

где $\mathrm{a} \in (0, 1)$ — коэффициент потерь, Q — пропускная способность одного КО.

3. Заключение

Проведено моделирование многоканальной СМО и произведена статистическая обработка агрегированного трафика на центральном узле такой системы.

Полученная модель способна охватывать пульсирующую структуру современного Интернет-трафика, что является хорошим показателем. Установлено, что для работы в реальном времени использование равновероятного коммутатора нежелательно, т.к. он неизбежно вносит потери. Необходимо поддерживать баланс между качеством обслуживания и затратами на работу сервера (количеством подключенных КО).

MODELING OF QUEUING SYSTEMS FOR AGGREGATED TRAFFIC ANALYSIS

Markelova M. A., Tymchenko N.
Scientific adviser: Markelov O. A.
Saint Petersburg Electrotechnical University “LETI”, Russia

Abstract — The results of modeling a queuing system with subsequent statistical processing of aggregated traffic at the central node of such a system are presented, and the dependence of service quality on input parameters is shown.

СЕРВЕР СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ДОМ» НА МИКРОКОМПЬЮТЕРЕ RASPBERRY PI

Громоздин В. В., Тополов К. М.
Научный руководитель: канд. техн. наук Громоздин В. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: kostya.topolov@gmail.com

Аннотация — Проведен анализ видов взаимодействия и структурирования устройств в системе «умный дом». Проведён обзор существующих решений на международном рынке. Разработана функциональная схема, произведена установка ОС, а также её начальная настройка для дальнейшей работы. Написан Telegram бот для взаимодействия пользователя с сервисами «умного дома».

1. Введение

В наше время технологии «умного дома» становятся все более востребованными и доступными для пользователей. «Умный дом» представляет собой систему автоматизации устройств в доме, которая позволяет контролировать и управлять ими с помощью различных устройств и приложений.

Одним из главных преимуществ «умного дома» является возможность значительной экономии на энергозатратах, повышения безопасности и комфорта жизни.

Очевидно, что современная система «умного дома» должна помогать человеку в повседневных задачах, сохраняя при этом простоту использования.

Целью работы является разработка и настройка сервера умного дома на микрокомпьютере Raspberry Pi с взаимодействием пользователя через бот Telegram, который запущен на сервере Home Assistant.

2. Основная часть

Выполнено исследование существующих решений и продуктов из существующих систем «умный дом», а также изучена классификация данных систем по методу подключения и формату связи с целью выбрать подходящий для наших задач.

При выполнении работы использована система с закрытым протоколом Home Assistant так как она имеет ряд преимуществ: гибкость настройки, поддержка различных протоколов, безопасность системы, а также активное сообщество, поддерживающее работоспособность и развивающее преимущества Home Assistant.

Разработана функциональная схема устройства. Макет состоит из нескольких устройств. В качестве главного управляющего устройства и сервера используется микрокомпьютер Raspberry Pi 4 по Wi-Fi подключена IP-камера Tapo *C*100. А также к микрокомпьютеру по пинам GPIO подключён термодатчик DS18B20.

Выполнена установка системы на микрокомпьютер Raspberry Pi.

Обновлены пакеты репозитория и настроен статический IP-адрес, установлено беспроводное подключение к IP камере

С целью улучшения работы устройства произведём разгон тактовой частоты процессора Raspberry Pi до 2147 МГц и выполнена установка дополнительного охлаждения. Макет представлен на рис. 1.

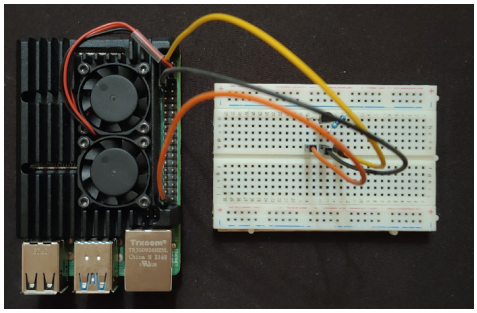


Рис. 1

На языке Python при помощи библиотеки Aiogram разработан Telegram бот для управления базой данных, с помощью данного бота возможен просмотр состояния устройства: температура с датчика DS18B20, возможно запросить фотографию с IP-камеры передаваемого при помощи RTSP протокола, а также может быть выполнено сохранение и просмотр данных пользователей Telegram бота.

3. Заключение

При выполнении работы был проведен анализ применяемых технологии связи «умный дом». Рассмотрены различные варианты систем «умного дома». Были рассмотрены некоторые готовые решения от разных компаний.

Разработана функциональная схема. Установлена система на Raspberry Pi Выполнены сетевые и внутренние настройки микрокомпьютера и датчиков. Выполнен оверклокинг и улучшение системы охлаждения.

Был разработан *Telegram* бот, его интерфейс и база данных умного дома. Протестирована работа системы.

Данная разработка может использоваться в системах «умный дом» для решения практических задач.

4. Список литературы

[1] Настройка и даташин по *Raspberry Pi* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://github.com/diy365/pi-projects.

[2] Методы создания умного дома на *Raspberry Pi* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.packtpub.com/product/building-smart-homes-with-raspberry-pi-zero/9781786466952.

SMART HOME SYSTEM SERVER ON A RASPBERRY PI MICROCOMPUTER

Gromozdin V. V., Topolov K. M.
Scientific adviser: Gromozdin V. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — An analysis of the types of interaction and structuring of devices in the “smart home” system was carried out. A review of existing solutions on the international market was carried out. A functional diagram was developed, the OS was installed, as well as its initial configuration for further work. A Telegram bot was written for user interaction with smart home services.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ХРАНЕНИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ. ВОПРОСЫ ОБРАБОТКИ И ОТОБРАЖЕНИЯ ДАННЫХ

Редькина Е. А., Травкина М. Д., Маленко В. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Редькина Е. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: earedkina@sevsu.ru

Аннотация — Рассмотрены существующие варианты систем хранения. Представлен вариант работы системы с базой данных, с получением данных по последовательному порту и отображение параметров в программе.

1. Введение

Предприятия общественного питания — древнейшая отрасль народного хозяйства, призванная обеспечить население готовыми продуктами питания или полуфабрикатами. В качестве ключевых услуг такие предприятия включают услуги по организации потребления и обслуживания, организации досуга и что немаловажно, услуги по изготовлению кулинарной продукции и кондитерских изделий. Качество продукции напрямую зависит от правильного хранения и наличия требуемых свежих ингредиентов, поэтому, разработка систем автоматизированного хранения продуктов питания на предприятиях общественного питания является актуальной [1].

2. Основная часть

Таким образом, доклад посвящен разработке алгоритма работы программы системы автоматизированного хранения и его дальнейшая программная реализация.

На рис. 1 представлена блок-схема алгоритма общей программы.

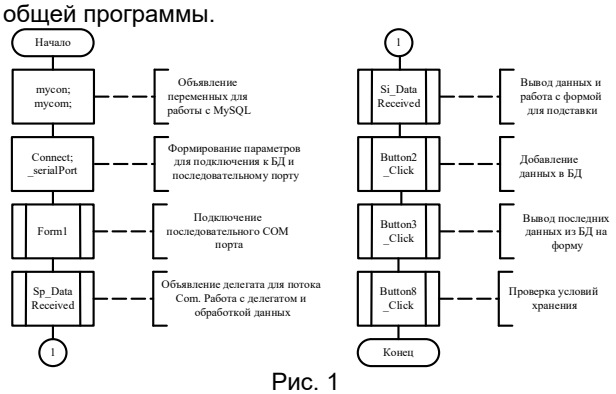


Рис. 1

Как видно из рисунка, алгоритм состоит из формирования параметров для подключения к БД MySQL и последовательного порта, их дальнейшее подключение, ввод данных в базу данных, а также их вывод на экран и проверка условий хранения.

На рис. 2 представлена таблица базы данных MySQL для одной из подставок, выполненная в программе phpMyAdmin [2].

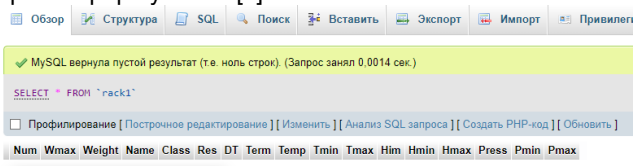


Рис. 2

В представленной на рисунке таблице созданы поля, которые дают полную информацию о характеристиках хранящегося на подставке продукта.

На рис. 3 приведён внешний вид интерфейсного окна программы обеспечения.

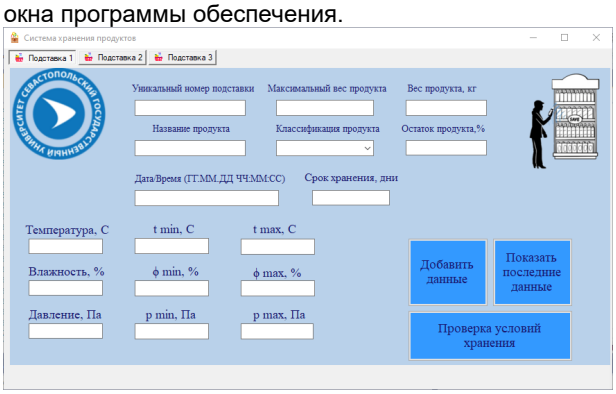


Рис. 3

Все данные поступающие с подставки, отображаются в соответствующих полях и заносятся в базу данных. Также предусмотрено ручное заполнение и добавление данных. Кнопка «проверка условий хранений» служит для подсвечивания ячеек. Текущие значения параметров хранения продукта сравниваются с заданными минимальными и максимальными значениям, исходя из результата ячейка подсвечивается красным или зеленым цветом. Также отслеживается остаток продукта и срок хранения.

3. Заключение

Описана общая концепция программы. Выполнено поэтапное создание базы данных для хранения данных и её прикрепление к программе, также подключение последовательного порта с последующим выводом данным на экран программ, а также представлен результат разработки всего требуемого функционала программы.

4. Список литературы

[1] Интерактивный режим работы в системе хранения продуктов в организациях общественного питания/ А.Н. Хохуда [и др.] // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций: 16-я Юбилейная Междунар. Молодежная научно-техническая конф. (РТ-2020). — Севастополь, 12—16 октября 2020, г.— С. 102.

[2] Что такое *MySQL* — Журнал «Код» [Электронный ресурс]. — Режим работы: https://thecode.medialmysql (дата обращения: 10.09.2023).

FOOD STORAGE AUTOMATION SYSTEM AT PUBLIC CATERING ENTERPRISES. DATA PROCESSING AND DISPLAY

Redkina E. A., Travkina M. D., Malenko V. A.
Scientific adviser: Redkina E. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The existing variants of storage systems are considered. The creation of databases for the serial port and their interaction with the software is presented.

ДВУХДИАПАЗОННЫЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ *EDFA* УСИЛИТЕЛЬ

Парамонов В. В., Головин В. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Головин В. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: wufwuf@inbox.ru, v_golovin@mail.ru.

Аннотация — Разработана модель двухдиапазонного волоконно-оптического *EDFA* усилителя с *C*- и *L*-диапазоном. Получено равномерное усиление групповых спектров двух диапазонов с коэффициентом усиления более 20 дБ.

1. Введение

Построение широкополосного волоконного усилителя для организации усиления максимально большого возможного количества оптических каналов является важной практической задачей. Технология спектрального уплотнения (*DWDM*) позволяет в пределах окон прозрачности оптоволокна организовать множество независимых оптических каналов, на каждом из которых может передаваться поток данных со скоростями 10 — 100 Гбит/с. Модель двухдиапазонного волоконно-оптического *EDFA* усилителя, представленная в данной статье, разработана для усиления группы оптических несущих в двух диапазонах *C* (1530 — 1560 нм) и *L* (1575 — 1600 нм).

2. Основная часть

Благодаря двум *EDFA* блокам, возможно реализовать усиление группы оптических несущих подаваемых на вход в двух диапазонах *C*- и *L*- и последующего их сглаживания на выходе схемы усилителя.

В среде САПР *«OptySystem»* разработана модель двухдиапазонного волоконно-оптического *EDFA* усилителя (рис. 1). В ходе моделирования получен входной и выходной спектр оптических сигналов.



Рис.1

На рис. 2 показан спектр входных оптических сигналов. (а) – *C*-диапазон, (б) – *L*-диапазон

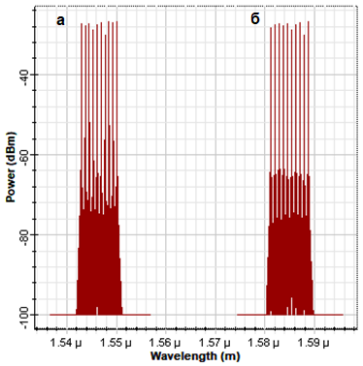


Рис. 2

На рис. 3 показан сглаженных спектр оптических сигналов на выходе усилителя. (а) – *C*-диапазон, (б) – *L*-диапазон

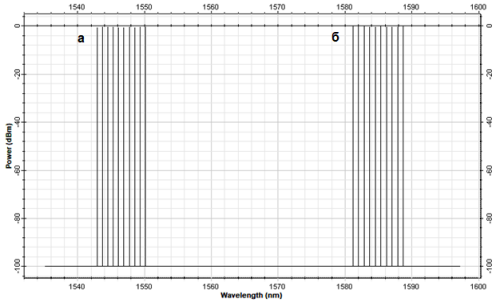


Рис. 3

В таблице 1 приведены характеристики оптических сигналов на выходе схемы усилителя.

Таблица 1

Длина волны, нм	Уровень мощности сигнала, дБ	Уровень мощность шума, дБ	Отношение сигнал-шум, дБ
1588,72	-0,28766263	-28,434844	28,147181
1587,87	-0,46301537	-28,434844	27,971828
1587,03	-0,43585124	-28,399894	27,964043
1586,19	-0,41708912	-28,21081	27,793721
1585,35	-0,11807881	-28,45904	28,340961
1584,52	-0,4071725	-28,335211	27,928038
1583,68	-0,46357809	-28,228244	27,764666
1582,84	-0,32462774	-28,085951	27,761324
1582,01	-0,491358	-28,085951	27,594593
1581,17	-0,31551242	-27,979845	27,664333
1550,12	-0,58715144	-28,281766	27,694614
1549,31	-0,52706987	-28,223413	27,696343
1548,51	-0,7208988	-28,181137	27,460238
1547,71	-0,38796003	-28,157763	27,769803

3. Заключение

Разработан и смоделирован двухдиапазонный волоконно-оптический *EDFA* усилитель, благодаря настройке сглаживающего фильтра на выходе был получен сглаженный спектр оптических сигналов.

4. Список литературы

[1] 1,28 Tbit/s – 70 km OTDM transmission with a phase thirb and fourth – order si-multaneously dispersion compensation with a phase modulator Yamamoto T., Tamura K.R. Electronics Letters. — 2000. — Vol 36, No 24. — P. 2027 — 2028.

DUAL-BAND FIBER-OPTIC EDFA AMPLIFIER

Paramonov V. V., Golovin V. V.
Scientific adviser: Golovin V. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A model of a dual-band fiber-optic EDFA amplifier with C- and L-band has been developed. Uniform amplification of the group spectra of two ranges with a gain of more than 20 dB has been developed.

СИСТЕМА КОНЦЕРТНОГО АКУСТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Иськив В. М., Мединский А. А.
Научный руководитель: Иськив В. М.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: Medinsky.ya.cool@yandex.ru

Аннотация — Представлен проект акустической системы мониторинга для концертов, который способствует качеству и удобству во время проведения. Рассмотрена структурная схема и техническая часть.

1. Введение

Одно из главных условий для проведения качественного по исполнению концерта заключается в способности музыканта слышать своё исполнение среди шумной обстановки. Так были придуманы системы мониторинга, начиная от дополнительных колонок, повёрнутых в сторону сцены и заканчивая беспроводной системой, где мониторы расположены в ушах. Вариант разрабатываемой системы будет описан ниже.

2. Основная часть

Сама система максимально проста по структуре и достаточно сложна при принципиальном подходе.

Проект начинается с модифицированного микрофона, в который встроен радиомодуль. Когда идёт сигнал на микшер, он дублируется на передатчик и посылает сигнал на приёмник наушников.



Рис. 1

Главная особенность систем мониторинга в том, что она не должна иметь задержек выше 20-25 мс. По этой причине система будет аналоговой, т.к. Цифровые беспроводные способы передачи не могут достичь этого условия. Структурная схема передатчика изображена на рис. 1. Для синтеза требуемой частоты был выбран широкополосный синтезатор частоты ADF4250, изображённый на рис. 2.

ADF4250 — это ФАПЧ система со встроенным ГУН. Используется для осуществления частотной модуляции сигнала и имеет следующие характеристики:

— диапазон выходных частот: от 137,5 МГц до 4400 МГц;

— синтезатор дробных чисел N и синтезатор целых чисел N;

— низкий уровень фазового шума VCO;

— программируемое деление на-1/-2/-4/-8/-16 выход;

— типичное среднеквадратичное дрожание: <0,4 пс среднеквадратичное значение;

— источник питания: от 3 В до 3,6 В;

— логическая совместимость: 1,8 В;

— программируемый уровень выходной мощности;

— трёхпроводный последовательный интерфейс.

Обнаружение аналоговой и цифровой блокировки.



Рис. 2

Диапазон частот выбран 2,4 ГГц, так как габариты антенны должны быть максимально малы. Для этого была выбрана CENXIFJUDZ (рис. 3).



Рис. 3

3. Заключение

Таким образом, представлен проект системы акустического мониторинга.

Был выбран диапазон рабочих частот, вариант синтезатора частоты и антенна.

4. Список литературы

[1] Wideband Synthesizer with integrated VCO [Электронный ресурс] / Analog devices — Режим доступа: https://vhfdesign.com/data/pdf/ADF4350.pdf (дата обращения 02.10.2023).

ACOUSTIC MONITORING SYSTEM

Iskiv V. M., Medinskiy A. A.
Scientific adviser: Iskiv V. M.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The project of acoustic monitoring system for concerts, which contributes to the quality and convenience during the event, is presented. The block diagram and the technical part are considered.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ STATIC API ДЛЯ ОТСЛЕЖИВАНИЯ БЕСПИЛОТНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО СУДНА

Лысенко Н. М., Литовко Е. В., Тыщук Ю. Н.
Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: y.tyschuk@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены два варианта Static API сервиса отечественных картографических служб. Проведён сравнительный анализ, показано, что для решаемых в работе задач наиболее подходящим является сервис 2GIS Static API.

1. Введение

В настоящее время посредством Java Script можно запрограммировать карты на отображение объектов и выполнения различных задач.

Однако, этот процесс занимает значительное время. Для уменьшения затрат времени можно использовать Static API, который позволяет формировать изображение карт в соответствии со значениями параметров, передаваемых в URL, без использования JavaScript.

2. Основная часть

Исходя из необходимости локализации объекта исследования (беспилотное исследовательское судно) через программу управления плавучей автономной станцией (рис. 1) было принято решение рассмотреть два сервиса онлайн-карт: Яндекс и 2GIS с функцией Static API.

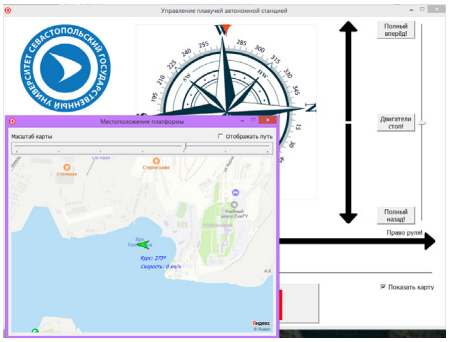


Рис. 1

Рассмотрим и сравним представленные сервисы.

Сервис Яндекс Карты позволяют получить изображение с нужным фрагментом карты, для его дальнейшего размещения в приложении. Подобное изображение легко загружается даже при плохой сети. Static API возвращает изображение в ответ на HTTPS-запрос.

Добавляя в URL разные параметры и задавая их значения, можно определить центр карты, её размер и область показа, отметить нужные объекты.

Данные будут обновляться при каждом новом обращении, поэтому карта всегда будет актуальной.

Максимально допустимый размер изображения карты составляет 650x450 пикселов. Уровень масштабирования (1—18).

У Яндекса имеется два вида API: бесплатная, в которой изображение карты обязательно должно быть размещено на общедоступном сайте или приложении, и в котором должно быть соблюдено условие бесплатного использование API и коммерческая версия с полным доступом ко всем продуктам API Яндекс Карт (10 продуктов).

В 2GIS Static API позволяет показывать статическую карту в приложениях. В параметрах URL задаются размеры карты, её центр, масштаб и дополнительные объекты: маркеры, линии и многоугольники. Интеграция сервиса занимает считанные минуты и не зависит от платформы.

Сервис 2GIS позволяет установить нужные нам маркеры или произвольные изображения, добавить ломаные линии с заданным цветом и толщиной. Также можно выделить тот или иной объект в многоугольники, цветом заливки. Уровень масштабирования карты (1—18). Ограничения: от 100×100 до 1280×1280 пикселей.

Также, 2GIS позволяет использовать ни только протокол HTTPS, но и HTTP. В Яндекс Картах этого не предусмотрено.

Сервис 2GIS в отличии от Яндекс Карт имеет возможность кастомизации маркера (URL), что позволит нам не писать код, отображающий нужные объекты поверх карты, а сразу же включить его на сервер доступным по URL в виде PNG изображения.

Помимо этого, 2GIS не требует ключей для работы и разблокировки рабочих функций. Также, в 2GIS возможен режим HD, в котором карта и все её объекты, кроме кастомных, будут увеличены вдвое, что повысит чёткость изображения при том же визуальном размере.

В данный момент, наша платформа для управления судном содержит в себе статическую API карту на базе Яндекс Карт (рис. 1), с использованием метки, показывающей положение судна.

3. Заключение

Исходя из поставленных задач, для визуализации отслеживаемого объекта на статической карте выбрана функция Static API, поставляемая различными сервисами картографии.

Проанализированы достоинства и недостатки двух отечественных картографических сервисов: Яндекс.Карты и 2GIS.

Более подходящими картами для платформы управления судном будут Static API 2GIS.

Использование карт 2GIS не требует получение ключей для разблокировки рабочих функций.

Для образовательных и исследовательских целей 2GIS предоставляет доступ бесплатно, но с ограничениями.

Помимо этого, карты 2GIS имеют большее разрешение.

4. Список литературы

[1] Static API [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://yandex.ru/dev/staticapi/doc/ru.
[2] 2ГИС [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://docs.2gis.com/ru.

USING THE STATIC API TO TRACK AN UNMANNED RESEARCH VESSEL

Lysenko N. M., Litovko E. V., Tyschuk Y. N.
Scientific adviser: Tyschuk Y. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Two Static API services of domestic cartographic services are considered. A comparative analysis is carried out; it is shown that the 2GIS Static API service is the most suitable for the tasks being solved in the work.

ОЦЕНКА УРОВНЯ МЕЖСИМВОЛЬНОЙ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ В СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ МЕТОДОМ АМПЛИТУДНО-ИМПУЛЬСНОЙ МАНИПУЛЯЦИИ

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

Аннотация — Рассмотрена зависимость *E*-критерия оценки уровня межсимвольной интерференции от порядка формирующего фильтра и длительности тактового интервала в системе передачи информации методом многопозиционной амплитудно-импульсной манипуляции.

1. Введение

Основу сигналов цифровой модуляции составляют сигналы многопозиционной амплитудно-импульсной манипуляции (АИМ-М). Структурная схема системы передачи информации (СПИ) методом АИМ-М показана на рис. 1.

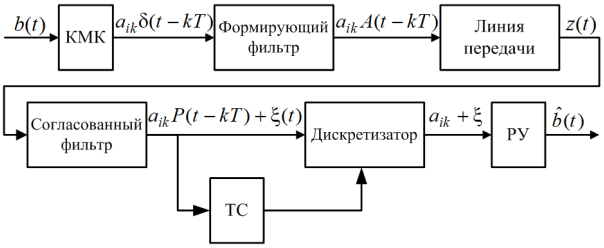


Рис. 1

В зависимости от первичного сигнала $b(t)$ кодер модуляционного кода (КМК) на k-м тактовом интервале вырабатывает число a_{ik}, определяющее уровень бесконечно короткого импульса $\delta(t)$. Канальный символ на выходе формирующего фильтра на k-м тактовом интервале, равен $s_{ik}(t) = a_{ik}A(t-kT)$, ($A(t)$ — импульсная характеристика формирующего фильтра, T — период сигнала тактовой частоты). Сигнал тактовой частоты вырабатывается устройством тактовой синхронизации (ТС). На входе фильтра (СФ), согласованного с $s_{ik}(t)$, сигнал равен $z(t) = s_{ik}(t) + n(t)$, ($n(t)$ — белый шум). На выходе СФ имеем фильтрованный канальный символ $a_{ik}P(t-kT)$ и фильтрованную помеху $\xi(t)$. По окончании k-ого тактового интервала дискретизатор берет отсчет выходного сигнала СФ $\hat{a}_{ik} = a_{ik} + \xi$, где ξ — значение $\xi(t)$ в момент взятия отсчета. Решающее устройство (РУ) выносит решение о переданном числе a_{ik}. Для исключения МСИ $P(t-kT)$ должны удовлетворять условию отсчетности

$$P_k(t) = P(t-kT) = \begin{cases} P(0) \neq 0, t = kT, k = 0,\pm1,\pm2,..., \\ 0, t = nT, n = 0,\pm1,\pm2,..., n \neq k. \end{cases}$$

Уровень МСИ оценивается E-критерием

$$E = \frac{1}{P(0)}\sqrt{\sum_{\substack{n=-\infty \\ n\neq 0}}^{\infty} |P(nT)|^2}\ .$$

Цель работы — определить зависимость E-критерия от величины тактового интервала и порядка формирующего фильтра.

2. Основная часть

Формирующий фильтр имеет вид нормированного фильтра нижних частот (ФНЧ) Баттерворта. Зависимость E-критерия от длительности тактового интервала показана на рис. 2. Кривая 1 соответствует E-критерию, если ФНЧ имеет 4-й порядок; кривая 2 — ФНЧ 2-го порядка; кривая 3 — идеальный ФНЧ.

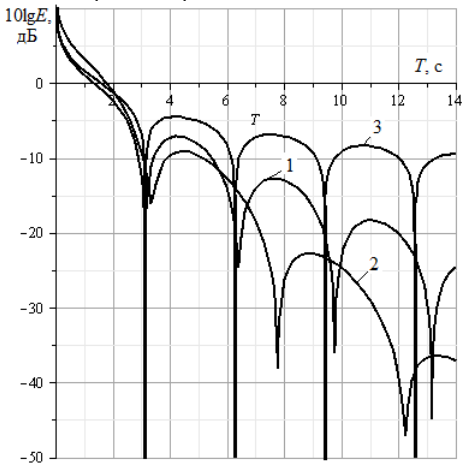


Рис. 2

3. Заключение

Если формирующий фильтр является идеальным ФНЧ, то E-критерий равен нулю, когда $T=\pi n$ (n=1,2,..). $P(t)$ удовлетворяет условию отсчетности.

Если ФНЧ не идеальный, то минимумы E-критериев возникают, когда величина тактового интервала примерно кратна π. Так, если ФНЧ имеет 2-й порядок, то минимум E-критерия равен 0,02475, при T=3,356 с; если ФНЧ 4-го порядка, то минимум E-критерия равен 0,01681, при T=3,141 с. Отклонение величины тактового интервала от оптимального значения, приводит к резкому росту МСИ. С ростом порядка фильтра уровень МСИ растет. Увеличение длительности тактового интервала приводит к снижению уровня МСИ.

ESTIMATION OF THE LEVEL OF INTER-SYMBOL INTERFERENCE IN INFORMATION TRANSMISSION SYSTEMS BY METHOD AMPLITUDE-PULSE MANIPULATION

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

Abstract — The dependence of the E-criterion for estimation the level of inter-symbol interference on the order of the shaping filter and the duration of the clock interval in an information transmission system using the method of multi-position pulse-amplitude keying is considered.

ПОДАВЛЕНИЕ МЕЖСИМВОЛЬНОЙ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ В СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ МЕТОДОМ АМПЛИТУДНО-ИМПУЛЬСНОЙ МАНИПУЛЯЦИИ

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

Аннотация — Для подавления межсимвольной интерференции в системе передачи информации методом многопозиционной амплитудно-импульсной манипуляции предлагается ортогонализовать канальные символы. Для предлагаемого случая рассмотрена зависимость *E*-критерия от порядка формирующего фильтра и длительности тактового интервала.

1. Введение

Структурная схема системы передачи информации (СПИ) методом многопозиционной амплитудно-импульсной манипуляции (АИМ-М) дана на рис. 1, где: КМК — кодер модуляционного кода, ТС — устройство тактовой синхронизации, РУ — решающее устройство, $b(t)$ — первичный сигнал, a_{ik} — уровень δ-импульса, T — период сигнала тактовой частоты, $A(t)$ — импульсная характеристика формирующего фильтра, $a_{ik}P(t-kT)$ — фильтрованный канальный символ, $z(t)=s_{ik}(t)+n(t)$, $n(t)$ — белый шум, $s_{ik}(t)$ — канальный символ, $\xi(t)$ — фильтрованная помеха, $\hat{a}_{ik}=a_{ik}+\xi$ — отсчет выходного сигнала, ξ — значение $\xi(t)$ в момент взятия отсчета. Для исключения межсимвольной интерференции (МСИ) $P(t-kT)$ должны быть ортогональны. Цель работы — разработать метод подавления МСИ в СПИ с АИМ-М.

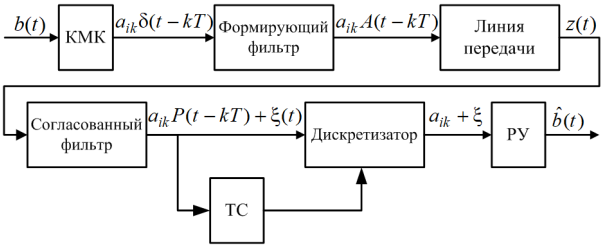


Рис. 1

2. Основная часть

Предлагается ортогонализовать $A(t-kT)$. Структурная схема предлагаемой СПИ показана на рис. 2. На рис. 2 $\rho_s(t)$ — вес ортогональности $A(t-kT)$ [1].

Условие ортогональности имеет вид

$$B_{A\rho}(nT)=\int_0^{\infty}A(t)A(t+nT)\rho_s(t)\mathrm{d}t=\begin{cases}1, n=0,\\ 0, n\neq 0.\end{cases}$$

E-критерий имеет вид

$$E=\frac{1}{B_{A\rho}(0)}\sqrt{\sum_{\substack{n=-\infty\\ n\neq 0}}^{\infty}\left|B_{A\rho}(nT)\right|^2}\ .$$

На рис. 3 показаны *E*-критерии, которые обеспечивает предлагаемая система: кривая 1 построена при условии, что формирующий фильтр выполнен в виде нормированного фильтра нижних частот Баттерворта (НФНЧБ) 4-го порядка, кривая 2 — НФНЧБ 2-го порядка. Для сравнения на рис. 3 показаны *E*-критерии для классической системы (рис. 1), кривая 3 — НФБЧ 2-го порядка, кривая 4 — НФНЧБ 4-го порядка, кривая 5 — идеальный НФНЧБ.

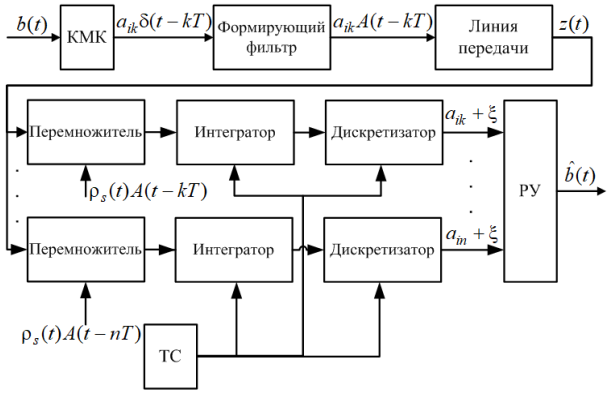


Рис. 2

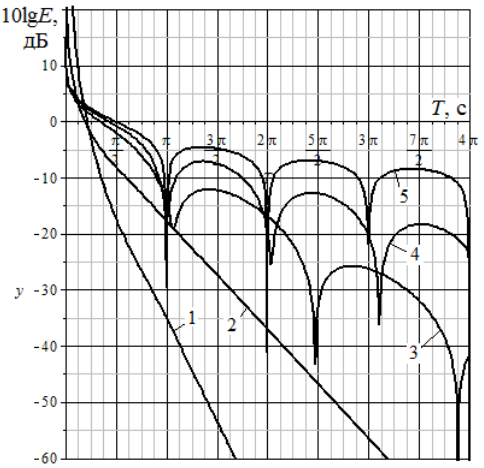


Рис. 3

3. Заключение

С ростом порядка формирующего фильтра и длительности тактового интервала уровень МСИ падает.

SUPPRESSION OF INTER-SYMBOL INTERFERENCE IN INFORMATION TRANSMISSION SYSTEMS BY AMPLITUDE-PULSE MANIPULATION METHOD

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

Abstract — To suppress inter-symbol interference in an information transmission system using the method of multi-position amplitude-pulse keying, it is proposed to orthogonalize channel symbols. For the proposed case, the dependence of the E-criterion on the order of the shaping filter and the duration of the clock interval is considered.

КОНЦЕПЦИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ШИФРОВАНИЯ «КУЗНЕЧИК» В ЦЕЛЯХ РЕАЛИЗАЦИИ ЗАЩИТЫ СЕТЕЙ ИНФОКОММУНИКАЦИИ

Велюллаев Э. У., Редькина Е. А., Петрушин С. А., Янкин Д. Е.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Редькина Е. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: Ideoms@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрена концепция блочного шифрования «Кузнечик» в задаче шифрования уникального идентификатора пользователя системы мобильной связи 5G.

1. Введение

В настоящее время известно, что технический комитет «Криптографическая защита информации» разработал проекты стандартов использования российских криптографических алгоритмов для защиты информации в интернете. Эти стандарты предполагают шифрование трафика алгоритмами «Магма» и «Кузнечик», разработанными в Российской Федерации [1]. Таким образом, исследования в области практического использования шифра «Кузнечик» в целях реализации защиты сетей инфокоммуникаций является актуальной задачей.

2. Основная часть

Блочный шифр «Кузнечик» — симметричный алгоритм блочного шифрования с размером блока 128 бит и длиной ключа 256 бит, для генерации которого используется сеть Фейсталя [2].

Данный шифр утверждён в качестве стандарта в ГОСТ Р 34.12-2015 «Информационная технология. Криптографическая защита информации. Блочные шифры» приказом от 19 июня 2015 года № 749-ст. Стандарт вступил в действие с 1 января 2016 года. Шифр разработан Центром защиты информации и специальной связи ФСБ России с участием АО «Информационные технологии и коммуникационные системы» (ОАО «ИнфоТеКС»). Внесён Техническим комитетом по стандартизации ТК 26 «Криптографическая защита информации».

Особенностями шифра «Кузнечик» являются:

— генерация «раундовых» ключей из мастер-ключа основана на сети Фейсталя, где в качестве функции шифрования использовано раундовое преобразование исходного алгоритма;

— линейное преобразование может быть реализовано сдвиговым регистром.

В алгоритме используется циклически повторяемое раундовое шифрование. Каждый раунд состоит из трех операций: преобразование в подстановочном блоке, линейное преобразование и сложение с соответствующим раундовым ключом. Генерация раундовых ключей начинается с разбиения мастер-ключа пополам, таким образом получается первая пара раундовых подключей. Для генерации каждой последующей пары раундовых подключей применяется 8 итераций сети Фейстеля, в каждой итерации используется константа, которая вычисляется путем применения линейного преобразования алгоритма к значению номера итерации. Далее на рис. 1 представлена схема шифрования/дешифрования одного блока входных данных, причем дешифрование реализуется путем обращения базовых преобразований и применением их в обратном порядке.

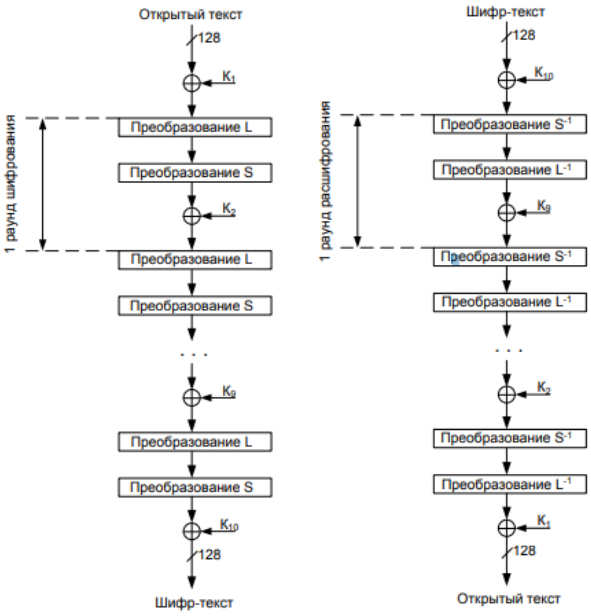


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, применение шифра «Кузнечик» достаточно перспективно. Существующие алгоритмы, описанные в технических документах, дают возможность однозначно применить их в задаче шифрования уникального идентификатора пользователя системы мобильной связи 5G. Работа в данном направлении продолжается.

4. Список литературы

[1] «Кузнечик» поможет шифровать российский трафик [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.ferra.ru/news/techlife/kuznechik-pomozhet-shifrovat-rossiiskii-trafik-24-06-2019.htm (дата обращения 15.05.2023).

[2] Ищукова, Е. А. Разработка и реализация высокоскоростного шифрования данных с использованием алгоритма кузнечик / Р. А.Кошуцкий, Л. К.Бабенко // Auditorium: электронный научный журнал Курского гос. ун-тета. — 2015. — Вып. 4 (08). — С. 1 — 9.

CONCEPT OF “GRASSHOPPER” ENCRYPTION USAGE FOR REALIZATION OF PROTECTION OF INFOCOMMUNICATION NETWORK

Velullaev E. U., Redkina E. A., Petrushin S. A.
Yankin D. E.
Scientific adviser: Redkina E. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The concept of Grasshopper block code in the problem of encrypting the unique user ID of a 5G mobile communication system is considered.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ МОРСКОЙ ВОДЫ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Редькина Е. А., Велюллаев Э. У., Янкин Д. Е., Петрушин С. А., Овчаров П. П.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Редькина Е. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: danyrini@mail.ru

Аннотация — Представлены результаты исследования влияния морской воды на канал связи на основе магнитного поля относительно низкой частоты для разработки нового способа формирования канала передачи информации в водной среде.

1. Введение

В настоящее время проводятся различные исследования для реализации подводных каналов связи в рамках морского IoT. Для реализации канала передачи информации под водой на основе принципа применения магнитно-индукционной связи, необходимо изучить возможное влияние, которое окажет проводящая среда на распространение магнитного поля. Также следует провести анализ подобных систем и разработать способ передачи информации, который бы сочетал наилучшие свойства существующих способов применения магнитного поля в морской среде.

2. Основная часть

Влияния морской воды на свойства канала связи основан на принципе применения магнитного поля. На рис. 1 указаны линии силовых линий напряженности магнитного поля от передающей магнитной антенны в виде катушки индуктивности. Данная стандартная модель позволяет определить на какой дальности можно обеспечить передачу информации при заданной чувствительности приемной катушки.

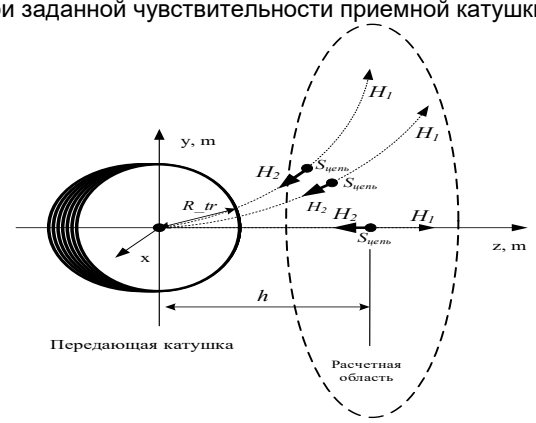


Рис. 1

Можно предположить, что в каждой точке пространства в модели канала связи располагается некий гипотетический резонансный контур, в котором, под воздействием распространяющегося магнитного поля от передающей катушки, формируется ток индукции, соответствующий реальным макроскопическим вихревым токам. Размер и положение этой катушки будет определяться параметрами среды и направлением магнитного поля от передающей катушки. Подобные предположения о применение эквивалентных схем для оценки влияния воды на распространение радиоволн уже делались в [1].

В ходе исследования дальность канала связи в морской воде была оценена исходя из законов распространения магнитного поля в однородном пространстве, в каждой точке которого имеет место «виртуальный» контур, создающий магнитное поле обратной направленности [2]. Частотная характеристика затухания сигнала в морской воде представляется в виде характеристики RC-цепи с резонансной частотой порядка единицы и десятки ГГц. Добавляя в эквивалентный контур индуктивность и вычисляя ее параметры можно сформировать математическую модель влияния морской воды на распространение магнитного поля. Результаты расчета амплитуды напряженности магнитного поля без влияния среды (первичное поле) и с влиянием проводящей среды (результирующее поле) представлены на рис. 2.

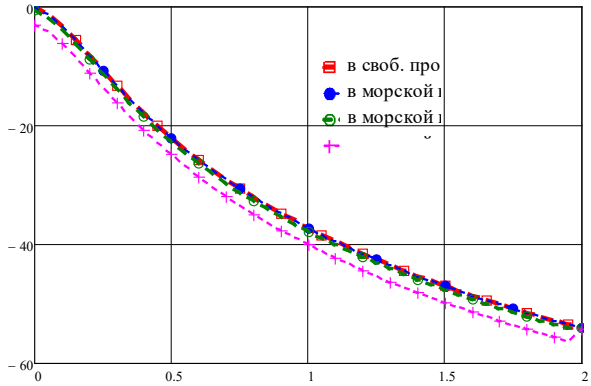


Рис. 2

3. Заключение

В результате расчета была определена амплитуда напряженности магнитного поля, формируемого передающей антенны вдоль ее оси в свободном пространстве и в морской воде. Из рис. 2 видно, что влияние морской среды на распространение магнитного поля на частоте 3 МГц достаточно мало.

4. Список литературы

[1] Хиппель, А. Р. Диэлектрики и волны / А. Р. Хиппель. — М. : Ред. литературы по вопросам техники, 1960. — 439 с.
[2] Показеев, К. В. Океанология. Оптика океана: учеб. пособ. для вузов / К. В. Показеев, Т. О. Чаплина. — М. : Изд-во Юрайт, 2022. — 270 с.

A MATHEMATICAL MODEL FOR STUDY THE SEAWATER EFFECT ON PROPAGATION OF MAGNETIC FIELD

Redkina E. A., Yankin D. E., Velullaev E. U., Petrushin S. A., Ovcharov P. P.
Scientific adviser: Redkina E. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The study of the influence of seawater on the communication channel based on a magnetic field for the relatively low frequency to design of a new method of creation of the information transmission channel under water.

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПРОВОДНОЙ WI-FI MESH-СЕТИ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ ХРАНЕНИЯ

Маленко В. А., Редькина Е. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук., доц. Редькина Е. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: wither_17@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен процесс формирования беспроводной Wi-Fi MESH-сети для организации передачи данных в системе хранения.

1. Введение

В современном мире обеспечение надежной беспроводной связи среди растущего числа устройств и объема передаваемых данных становится критически важным. Беспроводные Wi-Fi Mesh-сети представляют собой перспективный способ решения этой проблемы, поскольку представляют собой распределенные сети, автоматически настраивающиеся и оптимизирующие передачу данных. Это обещает улучшить производительность и надежность сетей. Таким образом исследование актуальности и перспектив применения беспроводных Wi-Fi Mesh-сетей для передачи данных, включая их преимущества и ограничения, а также исследования, является актуальными.

2. Основная часть

MESH-сеть — это распределенная, одноранговая, ячеистая сеть. Каждый узел в такой сети обладает такими же полномочиями, как и все остальные, выступающий в роле как отправителя, так и маршрутизатором для данных, передаваемых по сети. Такие сети могут быть как самоорганизующимися, так и настраиваемыми. В разрабатываемом проекте используется алгоритм самоорганизующийся сети.

Модельного эксперимент по организации беспроводной Wi-Fi Mesh-сети проводился для разрабатываемой системы хранения продуктов, в которой имеются модули, подставляющие собой подставки, собирающие и передающие данные на сервер обработки данных. Один из модулей являлся базовым модулем, который подключался непосредственно через USB кабель к серверу, при этом связь между всеми модулями-подставками осуществлялась по беспроводному каналу связи. Данный тип выбора сети обусловлен тем фактом, что система сбора данных и формирования mesh-сети может масштабироваться и подстраиваться по место ее размещения, например, склад, кладовка, кухонные помещения, где размещены хранимые продукты.

Работа системы предполагала, что полученные значения от модулей подставок отправляются на базовый модуль, который осуществляет сбор всех данных и передаёт их на сервер. Система состоит из N-ого количества модулей-подставок.

Для реализации связи между подставками, микроконтроллером в которых является ESP8266, размещенная на отладочной плате, используем Wi-Fi сеть. Связь между модулями будет осуществляться при помощи беспроводной Wi-Fi MESH-сети.

В качестве моделирования работы MESH-сети был проведен эксперимент с тремя прототипами подставок, расположенными в разных помещениях, на удалении 29 и 25 метров друг от друга. План помещения представлен на рис. 1.

При включении модулей, они организовали единую MESH-сеть с возможностью передачи данных. В одном случае был выбран 11-й канал для передачи данных с шириной 20 МГц, во втором, сеть работала в автоматическом режиме. Потери скорости и ухудшения качества сигнала замечено не было, данные передавались корректно. При отключении модуля, служащего в роле «моста», сеть разрывалась. После его включения, сеть вновь восстанавливалась и данные передавались корректно.

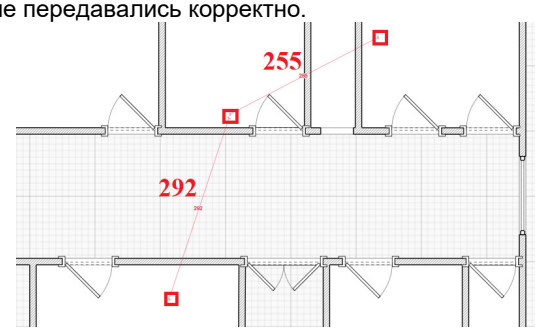


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, применение беспроводных Wi-Fi Mesh-сетей представляет собой перспективное решение для обеспечения надежной беспроводной связи в современном мире с растущим числом устройств и объемом передаваемых данных. Они обладают возможностью автоматической настройки и оптимизации сети, что обеспечивает надежность передачи данных. Этот проект рассматривает использование беспроводных Wi-Fi Mesh-сетей в модельном эксперименте с подставками, и его результаты свидетельствуют о успешной работе такой сети на практике. Модель показала стабильность и надежность передачи данных даже при изменении условий среды и добавлении новых устройств. Таким образом, использование беспроводных Wi-Fi Mesh-сетей обещает значительные преимущества в различных областях, где надежная беспроводная связь критически важна.

4. Список литературы

[1] Akyildiz, I. F. Wireless mesh networks: a survey. Computer networks / I. F. Akyildiz, X. Wang, W. Wang. — 47(4), — P. 445—487.

[2] Wi-Fi Range Extender vs. Mesh Network: What's the Difference? [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.pcmag.com/how-to/wi-fi-range-extender-vs-mesh-network-whats-the-difference — (дата обращения 22.05.2023).

WIRELESS WI-FI MESH NETWORKS FOR DATA TRANSMISSION IN STORAGE SYSTEM

Malenko V. A, Redkina E. A.
Scientific adviser: Redkina E. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The process of design and study the wireless Wi-Fi MESH network for data transmission organization in storage system is considered.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ХРАНЕНИЯ ПРОДУКТОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

Маленко В. А., Травкина М. Д., Гаспарян Р. Р.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Редькина Е. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: wither_17@mail.ru

Аннотация — Разработка интеллектуальной системы хранения продуктов на предприятиях общественного питания.

1. Введение

Предприятия общественного питания — старинная отрасль народного хозяйства, призванная обеспечить население готовыми продуктами питания или полуфабрикатами. Это небольшие лавки и кофейни, бары, пиццерии, пельменные и рестораны, кондитерские разного масштаба и многие другие предприятия. В качестве ключевых услуг такие предприятия включают услуги по организации потребления и обслуживания, организации досуга и что немаловажно, услуги по изготовлению кулинарной продукции и кондитерских изделий. Качество продукции напрямую зависит от правильного хранения и наличия требуемых свежих ингредиентов, поэтому, разработка систем автоматизированного хранения продуктов питания на предприятиях общественного питания является актуальной.

2. Основная часть

Система представляет собой набор модулей в виде подставок под контейнер с продуктом. Подставки оснащены набором датчиков для измерения веса продукта, температуры, влажности и давлении окружающей сред. Измерение веса продукта позволяет оценивать его остаток. Модули подставок могут работать с контейнерами вместимостью от 1 до 20 кг. Подставки передают информацию либо по локальной беспроводной Wi-Fi MESH-сети, либо по USB кабелю. Собранные данные передаются на базовый модуль, который осуществляет сбор всех данных и их последующую передачу на сервер. Для передачи данных на сервер в первичной версии системы применен USB кабель. Структура модулей показана на рис. 1.



Рис. 1

Основное отличие базового модуля в реализации питания, а именно питание осуществляется по кабелю передачи информации от сервера через стабилизатор напряжения на 3,3 В, напряжение поступает на все элементы схемы, включая микроконтроллер, модуль Wi-Fi, микросхему АЦП, на которую поступает сигнал от тензодатчика, пассивный пьезодатчик. Управление осуществляется микроконтроллером. Также напряжение питание 3,3 В подается на внешний датчик температуры, влажности и атмосферного давления, размещаемый на корпусе подставки или внутри контейнера. Модуль подставки в свою очередь обеспечивает такой же сбор данных, оснащен такими же датчиками, микроконтроллером с модулем Wi-Fi и возможностью передачи информации по USB кабелю. В обычном режиме модуль подставка передает данные по беспроводной Wi-Fi MESH-сети так что информация может передаться на базовый блок через промежуточные подставки. Питание модуля подставки осуществляется от аккумулятора через схему заряда и защиты. С учетом потребления всех частей схемы, время автономной работы, составит 70 дней.

Для моделирования режима работы системы был проведен эксперимент с тремя подставками. Первая подставка расположена в аудитории, на расстоянии 55 метров от третьей и в 25 метрах от второй подставки. Вторая подставка являлась «мостом» между первой и третьей подставкой. Данные транслировались как с подставки «3», так и с поставок «1» и «2». При экранировании второй подставки, играющей роль «моста» между первой и третьей, наблюдалось отсутствие соединения между оставшимися модулями.

3. Заключение

Таким образом, применение беспроводных Wi-Fi Mesh-сетей представляет собой перспективное решение для обеспечения надежной беспроводной связи в современном мире с растущим числом устройств и объемом передаваемых данных. Они обладают возможностью автоматической настройки и оптимизации сети, что обеспечивает надежность передачи данных. Этот проект рассматривает использование беспроводных Wi-Fi Mesh-сетей в модельном эксперименте с подставками, и его результаты свидетельствуют о успешной работе такой сети на практике. Модель показала стабильность и надежность передачи данных даже при изменении условий среды и добавлении новых устройств. Таким образом, использование беспроводных Wi-Fi Mesh-сетей обещает значительные преимущества в различных областях, где надежная беспроводная связь критически важна.

4. Список литературы

[1] SPECIFICATION QUARTZ-1 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://static.chipdip.ru/lib/065/DOC006065419.pdf (дата обращения 03.06.2023).
[2] Интерактивный режим работы в системе хранения продуктов в организациях общепита / В.А. Маленко [и др.] // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций: матер. 16-й междунар. молодежной науч.-техн. конф., Севастополь, 12 — 16 октября 2020 г. — Севастополь : Изд-во СевГУ, 2020. — № 4. — С. 102.

AUTOMATED FOOD STORAGE SYSTEM FOR CATERING ENTERPRISES

Malenko V. A., Travkina M. D., Gasparian R. R.
Scientific adviser: Redkina E. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The design of an intelligent food storage system for catering enterprises is considered.

АКТУАЛЬНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПРОВОДНЫХ WI-FI MESH-СЕТЕЙ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Маленко В. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Редькина Е. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: wither_17@mail.ru

Аннотация — Статья рассматривает применение беспроводных Wi-Fi Mesh-сетей для передачи данных и их потенциал в различных областях. Автоматическая настройка, надежность и гибкость делают эту технологию многообещающей, но требуются дополнительные исследования и разработки для максимальной эффективности.

1. Введение

Современный мир стал свидетелем взрывного роста количества подключенных устройств и объема передаваемых данных. В этом контексте, обеспечение надежной беспроводной связи становится одной из наиболее важных задач. Решение этой проблемы может быть найдено в беспроводных Wi-Fi Mesh-сетях. Эти сети позволяют создавать распределенные сетевые структуры, которые автоматически настраиваются и оптимизируют передачу данных. В данной статье мы рассмотрим актуальность и перспективы применения беспроводных Wi-Fi Mesh-сетей для передачи данных, а также рассмотрим их преимущества и ограничения.

2. Основная часть

Беспроводные Wi-Fi Mesh-сети обладают целым рядом значительных преимуществ. Одним из наиболее заметных достоинств является автоматическая настройка и самоорганизация сети. Каждое устройство в такой сети является потенциальным узлом, способным маршрутизировать данные, и они работают сообща для обеспечения оптимальных путей передачи информации. Это устраняет необходимость ручной настройки каждого устройства и снижает нагрузку на сетевых администраторов.

Еще одним важным преимуществом является надежность передачи данных. Wi-Fi Mesh-сети способны создавать много путей передачи данных между устройствами. В случае выхода из строя или отключения одного из узлов, данные автоматически перенаправляются через другие доступные узлы, что обеспечивает непрерывную связь. Это особенно важно в сферах, где надежность критически важна, таких как медицинские учреждения и производственные предприятия.

Однако, как и любая технология, беспроводные Wi-Fi Mesh-сети также имеют свои ограничения. Одним из главных ограничений является ограниченная пропускная способность. В многих сетях, где требуется высокая пропускная способность, такая как в корпоративных сетях или провайдерских сетях, пропускная способность беспроводных каналов может быть недостаточной.

Однако это ограничение можно преодолеть с помощью применения более высокочастотных Wi-Fi стандартов и улучшенных антенных систем, что позволяет достичь более высоких скоростей передачи данных. Кроме того, беспроводные сети подвержены интерференции и помехам, что может влиять на их производительность. Это также является актуальной проблемой, которая требует дополнительных исследований и разработок в области методов борьбы с интерференцией.

Применение беспроводных Wi-Fi Mesh-сетей обладает огромным потенциалом в различных сферах. В домашних сетях они могут обеспечить широкополосный доступ в Интернет в каждом уголке дома, что особенно актуально в условиях увеличения числа подключенных устройств. В бизнес-сфере, беспроводные Mesh-сети могут быть использованы для создания надежных и гибких корпоративных сетей, а также для обеспечения связи на больших производственных площадках.

В умных городах беспроводные Mesh-сети могут стать ключевой инфраструктурой для связи умных устройств, обеспечивая сбор данных и передачу команд для оптимизации инфраструктуры, и повышения комфорта жизни горожан. В промышленных секторах, таких как производство и логистика, беспроводные Mesh-сети могут использоваться для управления процессами и мониторинга оборудования.

3. Заключение

Использование беспроводных Wi-Fi Mesh-сетей для передачи данных представляет собой многообещающую технологию, которая может решить современные проблемы связи. Однако для полной реализации их потенциала необходимо продолжать исследования и разработки, чтобы обеспечить максимальную производительность, надежность и безопасность этой технологии.

4. Список литературы

[1] Akyildiz, I. F. Wireless mesh networks: a survey. Computer networks / I. F. Akyildiz, X. Wang, W. Wang. — 47(4), — P. 445—487.

[2] Wi-Fi Range Extender vs. Mesh Network: What's the Difference? [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.pcmag.com/how-to/wi-fi-range-extender-vs-mesh-network-whats-the-difference — (дата обращения 22.05.2023).

RELEVANCE AND PROSPECTS OF APPLYING WIRELESS WI-FI MESH NETWORKS FOR DATA TRANSMISSION

Malenko V. A.
Scientific adviser: Redkina E. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The application of wireless Wi-Fi Mesh networks for data transmission and their potential in various fields is discussed. Automation configuration, reliability, and flexibility make this technology promising, but further research and development are needed for maximum efficiency.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВМЕСТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕТЕЙ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ 2G/GSM И 4G/LTE

Гаспарян Р. Р., Савочкин А. А., Ночовный А. Д.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Савочкин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: rrgasparyan@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрено проектирование сетей мобильной связи различных поколений с использованием программного обеспечения с открытым исходным кодом — Osmocom для развёртывания GSM-сети, а также srsRAN 4G — для LTE-сети. Приведены функциональных характеристик программных комплексов, состав программных компонентов, охарактеризованы функции модулей мобильной сети.

1. Введение

Исследование совместного проектирования сетей мобильной связи GSM и LTE позволяет учесть особенности функционирования поколений мобильной связи, оптимизировать их взаимодействие и добиться максимальной эффективности при их совместном использовании. Это, в свою очередь, способствует улучшению качества предоставляемых услуг, увеличению пропускной способности сети и снижению затрат на ее эксплуатацию. Ключевые вопросы — определение оптимальных параметров совместного проектирования, таких как распределение частот, выбор оборудования и методов управления трафиком. Также важным аспектом является анализ влияния совместного проектирования на качество связи и эффективность использования ресурсов.

2. Основная часть

В состав проекта Osmocom входят программное обеспечение и инструменты, реализующие различные стандарты мобильной связи, включая Global System for Mobile Communications (GSM) [1].

Касательно программной реализации мобильной сети 2G, в Osmocom Project включены компоненты для классической GSM с коммутацией каналов:

— OsmoBTS (Base Transceiver Station) реализует базовую приемопередающую станцию GSM (возможно совместно с OsmoTRX (Transceiver) для реализации физического уровня GSM на программно определяемом радиотракте). Функционально OsmoBTS — это программная реализация GSM BTS. OsmoBTS основывается на работе, проделанной ранее для OpenBSC (например, RSL, OML, RTP) и OsmocomBB (например, LAPDm). Разбивка протоколов Abis/IP основана на ip.access A-bis/IP, иногда называемом мультиплексом IPA;

— OsmoBSC (Base Station Controller) реализует контроллер базовой станции GSM на базе IP с интерфейсом Abis/IP и 3GPP AoIP. OsmoBSC является реализацией GSM BSC (контроллера базовой станции). OsmoBSC на данный момент представляет собой полнофункциональный контроллер базовой станции с поддержкой;

— OsmoMSC (Mobile Switching Center) реализует центр мобильной коммутации GSM и UMTS на базе IP с интерфейсом AoIP 3GPP и Iu-CS;

— OsmoHLR (Home Location Register) реализует минималистичный HLR, совместимый только с OsmoMSC;

— OsmoSTP (Signal Transfer Point) реализует минималистичную точку передачи сигнала для M3UA, SUA и SCCPlite.

На базе программного комплекса от Osmocom возможно развёртывание сети мобильной связи 2G, что позволит осуществлять моделирования сценариев эксплуатации телекоммуникационной инфраструктуры, обеспечивая абонентским терминалами вызовами, сервисами коротких сообщений, а также USSD-запросами.

Программный комплекс software radio system Long Term Evolution является также общим проектом, касательно развёртывания, исследования и эксплуатации мобильной сети четвёртого поколения [2]. В состав программного обеспечения srsRAN 4G входят следующие основные элементы:

— srsUE — приложение «Пользовательское оборудование» — User Equipment (UE) с полным стеком 4G с функциями прототипа сети 5G;

— srsENB — полный стек 4G базовой станции eNodeB;

— srsEPC — реализация ядра мобильной сети 4G EPC с контрольным узлом Mobility Management Entity (MME), домашним сервером базы данных пользователя — Home Subscriber Server (HSS), шлюзом обслуживания S-GW и шлюзом выхода на пакетные сети P-GW.

На базе программных комплексов Osmocom и srsRAN 4G возможно развёртывание двух отдельных сетей мобильной связи 2G и 4G, с использованием для каждой из них своей базовой станции либо объединение программных комплексов в единую опорную сеть мобильной связи. Также существует возможность интеграции с другими программными комплексами, такими как MATLAB, Python, Octave и другими, для проведения более сложных исследований и анализа данных.

3. Заключение

Таким образом, при выполнении исследования были рассмотрены особенности организации совместного проектирования мобильной связи 2G/GSM и 4G/LTE.

4. Список литературы

[1] Overview – Cellular Network Infrastructure — Open Source Mobile Communications [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.osmocom.org/projects/cellular-infrastructure

[2] srsRAN 4G 22.10 Documentation [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://docs.srsran.com/projects/4g/en/latest.

STUDY OF CO-DESIGN OF GSM AND LTE MOBILE NETWORKS

Gasparyan R. R., Savochkin A. A., Nochovniy A. D.
Scientific adviser: Savochkin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The study of joint design of mobile communication networks using open source software — Osmocom for GSM-network deployment and srsRAN 4G for LTE-network is considered. The study of functional characteristics of software complexes, and composition of software components, which realize functions of real modules of mobile network, is presented.

РАДИОПЛАНИРОВАНИЕ МОБИЛЬНОЙ СЕТИ СВЯЗИ 4G/LTE

Гаспарян Р. Р., Савочкин А. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Савочкин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: rrgasparyan@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрены вопросы радиопланирования пилотной зоны мобильной сети связи LTE, используя программное обеспечение с открытым исходным кодом — srsRAN 4G для развёртывания LTE-сети, а также технические требования к оборудованию. Приведена схема радиочастотного охвата пилотной зоны мобильной сети в условиях учебного корпуса образовательной организации.

1. Введение

Радиопланирование мобильной сети связи 4G/LTE характеризует процесс построения и работы радиооборудования для обеспечения качественного и бесперебойного доступа к услугам мобильной связи стандарта 4G. Важными задачами являются обеспечение эффективной работы радиоинтерфейса, минимизация помех и оптимизация использования радиоспектра. Радиопланирование также учитывает особенности архитектуры и нормативов LTE, включая многочастотный множественный доступ, что позволяет увеличить пропускную способность и улучшить качество услуг. Включает в себя разработку радиочастотных планов, размещение радиооборудования, определение параметров радиоканалов и оценку качества услуг.

2. Основная часть

При радиопланировании мобильной сети 4G/LTE необходимо учитывать множество факторов, таких как местоположение, количество, тип устройств, использующих сеть и других систем беспроводной связи [1].

Для достижения задач оптимального радиопланирования необходимо следовать нескольким основным принципам:

— определение требований к покрытию, на основе анализа характеристик трафика, географических особенностей и потребностей возможных пользователей определяется требуемая зона покрытия сети, необходимая для обеспечения качественной связи.

— выбор аппаратной части, для обеспечения цифровой обработки сигналов предполагается использование Software Defined Radio (SDR) радиомодуля. В качестве первичного варианта оборудования можно рассматривать LimeSDR от вендора Lime Microsystems [2].

— мощность передатчиков и тип используемых антенн, определение мощности передатчиков, типа и схемы размещения антенн для обеспечения оптимального покрытия при минимальном уровне помех.

— ширина полосы частот и частотный диапазон, выбор оптимальной ширины полосы и частотного диапазона для обеспечения высокой пропускной способности и устойчивости к помехам.

— размещение базовых станций, определение оптимального размещения базовых станций с учетом покрытия, мощности передатчиков и высот установки антенн.

— выбор программной части системы связи, в качестве выполнения функций базовой станции и опорной сети, возможно использовать программный комплекс с открытым исходным кодом, например — srsRAN 4G [3].

Для обеспечения оптимального радиопланирования мобильной связи следует использовать различные методы и инструменты, такие как:

— географическое моделирование: использование геоинформационных систем (GIS) для создания цифровых моделей местности и анализа влияния географических особенностей на качество радиосвязи.

— моделирование радиопокрытия: применение специализированных программных средств для моделирования радиопокрытия и определения оптимальных параметров радиосети, возможно использование отечественного программного продукта Oneplan.

— оценка и оптимизация параметров радиосвязи: выполнение измерений и анализ качества радиосвязи для определения оптимальных настроек передатчиков, антенн и других параметров сети мобильной связи.

Радиопланирование в мобильных сети 4G/LTE является сложным и важным процессом, требующим учета множества факторов и применения различных методов и инструментов. Следуя основным принципам радиопланирования и используя современные технологии и программное обеспечение, можно обеспечить оптимальное радиопланирование, качественное покрытие и надежную работу мобильной сети для требуемой группы пользователей.

3. Заключение

Таким образом были рассмотрены особенности радиопланирования мобильной сети связи 4G/LTE при решении задачи проектирования пилотной зоны в условиях образовательной организации.

4. Список литературы

[1] Гепко, И. А. Современные беспроводные сети: состояние и перспективы развития / И. А. Гепко, В. Ф. Олейник, Ю. Д. Чайка, А. В. Бондаренко. — Киев : «ЕКМО», 2009. — 672 с.

[2] Gasparyan, R. Implementation of the LimeSDR-based LTE mobile base station radio path / R. Gasparyan, A. Nefedov, S. Petrushin, A. Savochkin // Recent Achievements and Prospects of Innovations and Technologies. — 2023. — No 2(2). — P. 57 — 62.

[3] srsRAN 4G 22.10 Documentation [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://docs.srsran.com/projects/4g/en/latest.

RADIO PLANNING OF 4G/LTE MOBILE COMMUNICATION NETWORK

Gasparyan R. R., Savochkin A. A.
Scientific adviser: Savochkin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Radio planning of LTE mobile network pilot zone using special open source software srsRAN 4G for LTE network deployment, as well as technical requirements to the equipment, are considered. The scheme of radio-frequency coverage of the pilot zone of the mobile network in the conditions of the educational building is given.

СИСТЕМА БЕЗОПАСНОСТИ УМНОГО ДОМА

Королев А. В., Дурманов М. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук Дурманов М. А.,
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: artemkarolev@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена разработка интеллектуальной системы безопасности «умного дома». Разработана структурная схема предложенной системы. Выбраны устройства для основных узлов схемы.

1. Введение

Сегодня сложно представить современный мир без автоматизации. Жилой дом — не исключение. В обычной жизни в загородном доме или квартире выполняется огромное число действий, которые могли бы выполняться без участия человека. Можно автоматизировать все, от включения света до управления микроклиматом в комнате. Данная возможность появилась благодаря системе «Умный дом» [1].

Таким образом, существует необходимость оптимизировать процессы управления и обслуживания помещений, как единой целостной системы. На основании сформулированной задачи предложена разработка интеллектуальной системы безопасности «умного дома».

2. Основная часть

На рис. 1 показана структурная схема разрабатываемой системы. На схеме управляющим устройством проектируемой системы является микроконтроллер. Блок индикации содержит в себе устройства для оповещения пользователя. Охранно-пожарная сигнализация обнаруживает проникновение посторонних лиц, а также возникновение очага возгорания. Система защиты от протечек воды состоит из соответствующего датчика протечки воды, а также исполнительного механизма. Система защиты от утечек газа состоит из соответствующего датчика утечки газа и исполнительного механизма. Система контроля и управления доступом состоит из устройства идентификации пользователя и электромагнитного замка. Возможность дистанционного управления системой осуществляется с помощью соответствующего модуля, работающего по одной из беспроводных технологий.

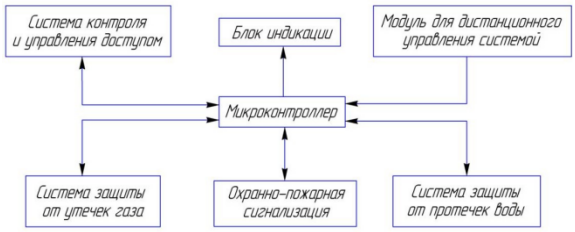


Рис. 1

В качестве аппаратно-программной платформы проектируемой системы была выбрана Arduino UNO. Она основана на чипе ATmega328, имеет 2 Кб SRAM и 1 Кбайт EEPROM памяти [2]. Для вывода различной информации необходим дисплей. Для этой задачи был выбран жидкокристаллический дисплей LCD-1602 HD44780. Для фиксации возникновения очага возгорания необходим датчик огня, был выбран датчик KY-026. Данный датчик реагирует на электромагнитные волны, лежащие в области инфракрасного излучения, благодаря чему он может обнаруживать открытый огонь. Для системы защиты от утечек газа выбран модуль MQ-2 на основе полупроводникового газоанализатора. В своей конструкции газоанализатор имеет трубку из керамики, покрытую чувствительным слоем из диоксида олова. Для системы защиты от протечек воды выбрали модуль FC-37. Контактная поверхность датчика состоит из двух не связанных друг с другом токопроводящих дорожек, при попадании воды одновременно на обе дорожки происходит замыкание, вызывая срабатывание датчика. Для фиксации открытия входной двери выбран датчик KY-025. Данный модуль содержит геркон в своей конструкции. При отсутствии магнитного поля геркон нормально открыт, а при появлении, контакты геркона замыкаются. Для контроля доступа был выбран модуль RFID RC522. Технология RFID является надежной и экономичной технологией, созданной с целью автоматического распознавания объектов с использованием электромагнитных полей. Для подключения к плате Arduino UNO различных исполнительных механизмов необходимы коммутирующие устройства. Был выбран модуль четырехканального реле. Для возможности дистанционного управления платой Arduino UNO выбрали Bluetooth - модуль HC-05. К важным преимуществам протокола Bluetooth следует отнести низкое энергопотребление, хорошую защищенность передаваемых данных, локализованный радиус действия.

3. Заключение

Таким образом, предложена структурная схема интеллектуальной системы безопасности умного дома, обеспечивает автономный контроль и обслуживание помещений. Система включает в себя набор датчиков для измерения параметров, набора исполняющих устройств и микроконтроллера. Взаимодействие оператора и системы предлагается с помощью веб интерфейса.

4. Список литературы

[1] Росляков, А. В. Интернет вещей: учеб. пособие / А. В. Росляков, С. В. Ваняшин, А. Ю. Гребешков. — Самара : ПГУТИ, 2015. — 200 с.
[2] Петин, В. А. Arduino и Raspberry Pi в проектах Internet of Things / В. А. Петин. — СПб. : БХВ - Петербург, 2016. — 320 с.

SMART HOME SECURITY SYSTEM

Korolev A. V., Durmanov M. A.
Scientific adviser: Durmanov M. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The design of an intelligent control system of a smart home is considered. A block diagram of the proposed system has been presented. The devices for the main nodes of the circuit are selected.

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; целевая 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

РАСЧЕТ ВОЛЬТ-АМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ НА ОСНОВЕ ДВУХСЛОЙНОГО ГРАФЕНА

Абрамов И. И., Коломейцева Н. В., Щербакова И. Ю., Ермак В. О., Поляков И. С.
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 с помощью разработанных алгоритма и программы, реализующих квантовую диффузионно-дрейфовую модель полевого транзистора (ПТ) на двухслойном графене, проведены расчеты передаточных вольт-амперных характеристик (ВАХ) исследуемого прибора.

1. Введение

Насыщение тока в полевом графеновом транзисторе необходимо для получения оптимальной максимальной частоты осцилляций [1]. Насыщение тока наблюдается на выходных характеристиках приборов. Как показывают известные экспериментальные данные, лучшие показатели по достижению тока насыщения наблюдаются в ПТ на двухслойном графене. Поэтому разработка моделей исследуемых приборных структур является актуальной задачей.

В данной работе предложены алгоритм и программа, реализующие модель ПТ на двухслойном графене, служащие для расчета передаточных характеристик данных структур. На примере моделирования одного из ПТ на двухслойном графене с известными экспериментальными данными для выходных характеристик показаны возможности разработанной модели.

2. Основная часть

Модель основана на уравнениях квантовой диффузионно-дрейфовой модели и рассмотрена детально в [2, 3]. Так же, как и в модели полевых ПТ на однослойном графене, предложенной в [4], в разработанной комбинированной модели ПТ на основе двухслойного графена для расчета передаточных характеристик был использован метод дихотомии. В случае, когда сопротивления на стоке и истоке не учитываются, расчет данных характеристик значительно упрощается. В противном случае осуществляется перерасчет токов стока, что существенно сказывается на времени расчётов получаемых ВАХ, особенно когда для получения уточненного самосогласованного потенциала требуется более 9 итераций.

Для исследования выбран двухзатворный ПТ на основе двухслойного графена [5]. На рис. 1 показаны рассчитанные передаточные характеристики с учетом сопротивлений стока и истока R_c=200 Ом при фиксированном напряжении на стоке V_d, равном 3 В.

3. Заключение

В статье рассмотрены алгоритм и программа, реализующие предложенную квантовую диффузионно-дрейфовую модель полевых ПТ на двухслойном графене, предназначенные для расчета передаточных характеристик приборной структуры. Приведены результаты моделирования передаточных характеристик ПТ на двухслойном графене с учетом сопротивлений на стоке и истоке. Полученные результаты согласуются с известными экспериментальными данными.

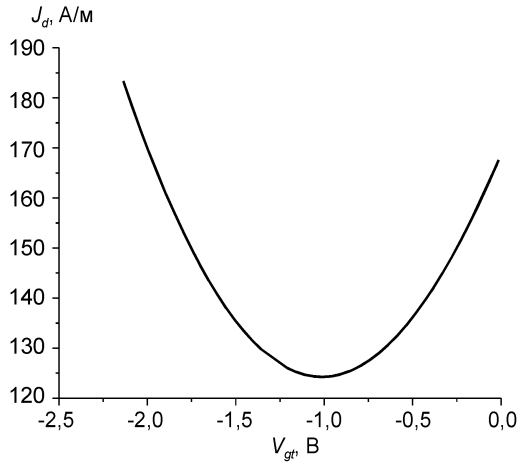


Рис. 1

4. Список литературы

[1] Does carrier velocity saturation help to enhance f_{max} in graphene field-effect transistors? / P.C. Feijooo [et al] // Nanoscale Adv. — 2020. — Vol 2. — P. 4179 — 4186.
[2] Quantum drift-diffusion models for dual- gate field-effect transistors based on mono- and bilayer graphene / I.I. Abramov [et al] // Proc. of SPIE. — 2022. — Vol 12157. — P. 121570X-1-6.
[3] Моделирование приборных структур на основе двухслойного графена и других 2D-материалов с помощью системы NANODEV / И. И. Абрамов // X Междунар. науч. конф. «Материалы и структуры современной электроники» 12-14 октября 2022, Минск, БГУ. — 2022. — С. 330 — 334.
[4] Влияние диэлектриков затворов полевых графеновых транзисторов на вольт-амперные характеристики / И. И. Абрамов // Микроэлектроника. — 2021. — Т.50, № 2. — С. 127—134.
[5] Current saturation and voltage gain in bilayer graphene field effect transisrors / B. N. Szafranek // Nano Lett. — 2012. — Vol 12, No 3. — P. 1324—1328.

CALCULATION OF IV-CHARACTERISTICS OF FIELD-EFFECT TRANSISTORS BASED ON BILAYER GRAPHENE

Abramov I. I., Kalameitsava N. V., Shcherbakova I. Y., Ermak V. O., Polykov I. S.
Scientific adviser: Abramov I. I.
Belarusian State University Of Informatics And Radioelectronics, Belarus

Abstract — In the paper, with the use of developed algorithm and program realizing quantum drift-diffusion model of field-effect transistor based on bilayer graphene calculations of transfer IV-characteristics of investigated device were carried out.

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ WI-FI ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Азаров А. А., Ходаковский А. А.
Научный руководитель: Азаров А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: alexanderkhodakovkiy@gmail.com

Аннотация — Дроны, важная составляющая современной действительности, активно применяются в разнообразных сферах. Для их управления посредством Wi-Fi в данной статье рассматривается использование микроконтроллера ESP32. Обсуждается применение данного микроконтроллера для управления дроном с использованием протокола MAVLink и контроллера полета Ardupilot.

1. Введение

Для управления дроном используются различные устройства и методы, такие как пульты дистанционного управления или радиоприемники. Однако, не все из них удобны и доступны. В некоторых случаях использование радиочастотной связи невозможно или нецелесообразно, например, в ограниченных помещениях или городских районах с высокой плотностью населения, они также могут усложнить использование и повысить стоимость системы управления.

Поэтому возникает необходимость найти более удобный и доступный способ управления дроном, который бы избегал ограничений радиочастотной связи и позволял бы использовать существующие устройства, такие как смартфоны и планшеты.

2. Основная часть

Передача сигналов управления дроном с использованием радиопередатчиков и Wi-Fi обладает значительными особенностями.

Радиопередатчики используются для передачи сигналов на большие расстояния, обладают высокой устойчивостью к помехам и меньшей задержкой передачи сигнала, в то время как Wi-Fi имеет ограниченную дальность и может подвергаться воздействию помех от других Wi-Fi сетей или электронных устройств.

Однако, использование Wi-Fi для управления дроном обладает рядом преимуществ. Во-первых, Wi-Fi практически доступен повсюду, где есть доступ к Интернету, в то время как радиопередатчики требуют свободных радиочастот и соответствующих разрешений для их использования. Кроме того, использование Wi-Fi более дёшево по сравнению с радиопередатчиками.

Стоит также отметить, что передача сигналов управления дроном через Wi-Fi обеспечивает более высокую скорость передачи данных при передаче больших пакетов данных.

Модуль Wi-Fi ESP32 может быть использован для передачи команд через протокол MAVLink на контроллер полета Ardupilot. Для этого ESP32 должен быть подключен к контроллеру полета через UART-порт. Затем на ESP32 устанавливается библиотека для работы с протоколом MAVLink, которая позволяет создавать пакеты данных и передавать их контроллеру полета.

Протокол MAVLink представляет собой протокол обмена сообщениями для беспилотных летательных аппаратов [2]. Он позволяет передавать различные данные о состоянии дрона, а также команды для управления полетом. Для передачи команд через протокол MAVLink на ESP32 используется модуль Wi-Fi, обеспечивающий беспроводную связь с наземной станцией.

Принцип передачи команд через протокол MAVLink предполагает создание пакетов данных с определенной структурой. Каждый пакет содержит заголовок и полезную нагрузку в виде последовательности байтов, которая может содержать различные типы сообщений, рис. 1.

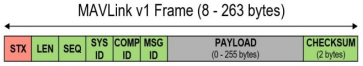


Рис. 1

После формирования пакета данных он отправляется через Wi-Fi на контроллер полета Ardupilot. В ответ на каждый пакет контроллер отправляет подтверждение получения команды.

Таким образом, принцип передачи команд с использованием Wi-Fi через протокол MAVLink на микроконтроллер ESP32, который подключен и передает команды контроллеру полета Ardupilot, заключается в создании пакетов данных с определенной структурой и их передаче через модуль Wi-Fi на контроллер полета.

3. Заключение

Использование модуля Wi-Fi ESP32 для передачи команд через протокол MAVLink на контроллер полета Ardupilot представляет собой удобный и эффективный способ управления беспилотными летательными аппаратами без необходимости в специализированных устройствах дистанционного управления.

Кроме того, протокол MAVLink является широко используемым протоколом обмена сообщениями для управления беспилотными летательными аппаратами, что делает его использование на микроконтроллере ESP32 более удобным и эффективным.

Таким образом, использование модуля Wi-Fi ESP32 для передачи команд через протокол MAVLink на контроллер полета Ardupilot представляет собой удобный и экономичный метод управления беспилотными летательными аппаратами.

4. Список литературы

[1] ESP8266 wifi telemetry — Copter documentation [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://ardupilot.org/copter/docs/common-esp8266-telemetry.html.

[3] MAVLink Routing in ArduPilot — Dev documentation [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https:://ardupilot.org/dev/docs/mavlink-routing-in-ardupilot.html.

DESIGN OF A WI-FI MODULE FOR UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV) MANAGEMENT

Azarov A. A., Khodakovskiy A. A.
Scientific adviser: Azarov A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Drones, a significant component of modern reality, are extensively employed across diverse domains. For their control via Wi-Fi, in the work, the usage of the ESP32 microcontroller is considered. The application of this microcontroller for drone control, employing the MAVLink protocol and the Ardupilot flight controller, is discussed.

АЛГОРИТМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕСЩЕТОЧНЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Азаров А. А., Ходаковский А. А., Верещагин Т. А.
Научный руководитель: Азаров А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: alexanderkhodakovkiy@gmail.com

Аннотация — В данной статье рассмотрены алгоритм и схема бессенсорного контроллера для бесщеточных двигателей с использованием микроконтроллера. Подробно описан каждый этап алгоритма и такие важные аспекты, как получение данных о двигателе без использования датчиков, принципы измерения обратной электродвижущей силы (ЭДС), определение положения ротора, расчет погрешности и регулирование скорости.

1. Введение

В настоящее время бесщеточные двигатели широко используются в различных устройствах, таких как электроинструменты, дроны, роботы, электромобили и многие другие. Эти двигатели обладают многими преимуществами по сравнению с традиционными двигателями с щеткой, включая более высокую эффективность, меньший вес и более высокую выходную мощность. Однако, для обеспечения эффективной работы устройств, использующих бесщеточные двигатели, необходимо иметь точный и надежный регулятор скорости и направления [1—3].

2. Основная часть

Сенсорные и бессенсорные контроллеры представляют собой два главных подхода к управлению бесколлекторными (бесщеточными) электродвигателями, основанные на различных механизмах обнаружения положения ротора. Сенсорные контроллеры реализуются с использованием физических датчиков, таких как энкодеры или датчики Холла, предназначенных для измерения и регистрации моментальных значений положения и скорости вращения ротора.

Методика сенсорных контроллеров обеспечивает высокий уровень точности и стабильности в управлении, особенно в условиях изменяющейся нагрузки или скорости двигателя. Впрочем, следует отметить, что реализация данного метода требует интеграции комплексных электрических схем и аппаратных средств, включая датчики, что может отразиться на стоимостных параметрах системы.

С другой стороны, бессенсорные контроллеры работают без использования физических датчиков для определения положения и скорости ротора. Вместо этого бессенсорные контроллеры опираются на сложные алгоритмы ориентации векторного поля, что требует хорошей разработки алгоритмической и программной базы.

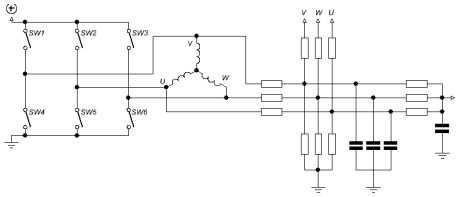


Рис. 1

Методика бессенсорных контроллеров предъявляет повышенные требования к алгоритмам и электрическим схемам для точного определения положения и скорости ротора в условиях отсутствия физических датчиков. Одним из эффективных методов реализации данного подхода является использование алгоритмов обратной ЭДС, основанных на измерении изменения напряжения на фазах двигателя, обусловленного его движением.

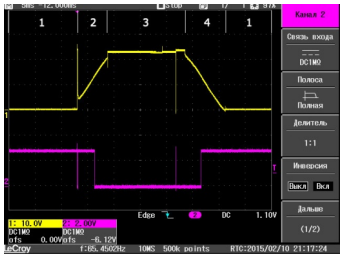


Рис. 2

Метод алгоритма обратной ЭДС позволяет с высокой точностью определить скорость и положение ротора, используя электрические характеристики двигателя без необходимости прямого взаимодействия с датчиками. Этот метод особенно важен в условиях, где требуется достичь высокой точности управления без дополнительных издержек на датчики и их обслуживание.

3. Заключение

Рассмотрен бессенсорный контроллер для управления бесщеточными двигателями с использованием алгоритма ориентации векторного поля. Этот метод обладает преимуществами по сравнению с контроллерами на основе датчиков, так как он обходится более простой схемой и меньшим количеством датчиков, что снижает стоимость производства. Предложенная электрическая схема и описанный алгоритм подтверждают его эффективность. Проанализированы различные типы контроллеров для бесщеточных двигателей, выявлены их плюсы и минусы, описаны принципы работы и настройки. Таким образом, бессенсорные контроллеры представляют перспективное направление в области электроники и мехатроники.

4. Список литературы

[1] Новотный, Д. В. Векторное управление и динамика переменных токов приводов переменного тока / Д. В. Новотный, Т. А. Липо. — Нью-Йорк : Оксфордский университетский пресс, 2014. — 332 с.
[2] Регулятор оборотов для бесколлекторных моторов схема [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://remnabor.net/regulyator-oborotov-dlya-beskollektornyh-motorov-shema\
[3] Акшей, М. Обзор методов бессенсорного управления для БЛПМ-двигателей / В. Акшей, М. Рагхувир, М. Бала Мурали Кришна // Междунар. журнал инженерии и технологий. — 2013. — Т. 5, № 3. — С. 2279—2283.

OPERATIONAL PROCEDURE FOR THE CONTROL SYSTEM OF BRUSHLESS MOTORS IN UAV

Azarov A. A., Khodakovskiy A. A., Vereshagin T. A.
Scientific adviser: Azarov A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the algorithm and schematic of a sensorless controller for brushless motors using a microcontroller are examined. Each stage of the algorithm is described in details, along with significant aspects such as obtaining motor data without sensors, principles of back electromotive force (EMF) measurement, rotor position determination, error calculation, and speed regulation.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Преображенский А. П., Грюкалов В. П.
Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Преображенский А. П.
Воронежский институт высоких технологий, Россия
E-mail: komkovvivt@yandex.ru

Аннотация — В работе осуществлен процесс моделирования производства интегральных микросхем с применением адаптивного управления. Приведены результаты оптимизации для разных моделей.

1. Введение

В ходе анализа характеристик производства интегральных микросхем исследователями показано, что по точностным и стабильным свойствам технологических процессов предъявляются достаточно большие требования, важность решения задач повышения качества изготавливаемых микросхем обуславливает необходимость в решении сложных проблем управления технологическими процессами. Рост, например, процента создания годных микросхем базируется на том, что целенаправленным образом совершенствуется автоматизированное управление технологическими процессами производства и стабильности работы технологических операций.

2. Основная часть

Мы анализируем моделирование технологических процессов производства интегральных микросхем с привлечением алгоритма адаптивного управления при подстройке модели.

Осуществлено рассмотрение технологических процессов по таким моделям

$$Y = A + BX\,,\quad Y = AX^2 + BX + C\,.$$

Мы исходили из того, что регулярная составляющая неконтролируемых параметров аддитивным образом оказывала влияние на выходные параметры интегральных микросхем в частности для линейного случая

$$Y = A + BX + J\,.$$

Расчеты по влиянию неконтролируемых параметров (постоянная составляющая) при данном моделировании по времени были выполнены на основе формулы

$$J = K \times \sin T + c\,.$$

Оценка случайной составляющей (которая аддитивным образом будет влиять на выходные параметры интегральных микросхем) проводились на базе датчика случайных чисел для нормального закона распределения следующих параметрах распределения: среднее арифметическое Y=0, среднее квадратичное отклонение ξ=R×Y*, где R было принято равным 0,04 (R — коэффициент разброса, зависящий от предполагаемой точности измерения, соответствующей выходной переменной).

По весовым значениям видовых критериев качества по обобщенному критерию качества производства интегральных микросхем реализуется вычисление и нормировка

$$N = \frac{Y^*}{Y}\,.$$

(единица соответствует полному совпадению значений с идеальными (безошибочными) данными и значениям данных, при наличии погрешности).

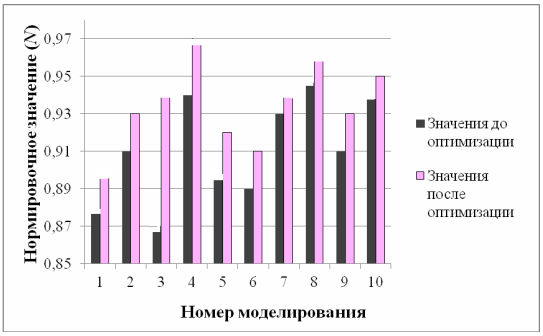


Рис. 1

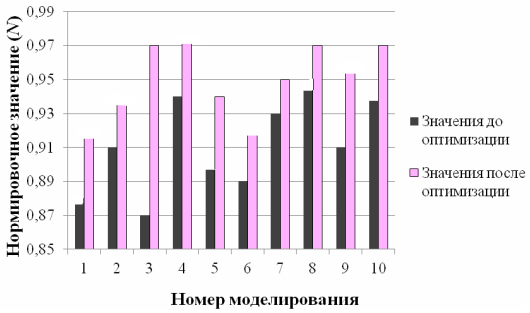


Рис. 2

3. Заключение

На основе результатов компьютерного моделирования было показано, что применение разработанного алгоритма оптимизации технологического процесса производства интегральных микросхем с подстройкой параметров модели предоставляет возможности для уменьшения влияния неконтролируемых параметров (случайных и постоянной составляющей) на характеристики производимой интегральной микросхемы.

4. Список литературы

[1] Семенкин, Е. С. Оптимизация технических систем: учеб. пособие / Е. С. Семенкин, О. Э.Семенкина, С. П. Коробейников. — Красноярск : СИБУП, 1996. — 284 с.

[2] Чулков, В. П. Системы машинного проектирования технологических процессов производства БИС : учеб. пособие / В. П. Чулков. — М. : МИЭМ, 1990. — 77 с.

THE SIMULATION OF PRODUCTION OF INTEGRATED CIRCUITS BASED ON ADAPTIVE CONTROL

Preobrazhenskiy A. P., Gryukalov V. P.
Scientific adviser: Preobrazhenskiy A. P.
Voronezh Institute of High Technologies, Russia

Abstract — In the paper, the simulation of production of integrated circuits on the basis of adaptive management is carried out. The results of optimization for different models are given.

АВАРИЙНО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА

Боровский М. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук Мурзин Д. Г.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: vol3110m@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрены этапы создания и режим эксплуатации аварийно-предупредительной сигнализации (АПС). В ходе исследования обоснована возможность применения спроектированной системы управления.

1. Введение

Аварийно-предупредительная сигнализация главного дизель-генератора имеет важное значение для обеспечения безопасной и надежной работы генератора. Несвоевременное оповещение об аварийной ситуации может привести к серьезным последствиям, таким как повреждение оборудования, аварийное отключение электроснабжения или даже угроза жизни персонала.

2. Основная часть

Основная функция аварийно-предупредительной сигнализации — отслеживание параметров работы дизель-генератора и оповещение экипажа судна о любых нештатных или аварийных ситуациях, в частности таких, как перегрев охлаждающей жидкости двигателя, перегрев масла двигателя, низкое давление смазочного масла, аварийное превышение частоты вращения (разнос), низкий уровень охлаждающей жидкости, неправильный заряд батареи и другие параметры в зависимости от типа и назначения дизель-генератора и класса автоматизации судна.

Кроме того, аварийно-предупредительная сигнализация может иметь функцию автоматической остановки дизель-генератора в случае аварийной ситуации, которая может привести к угрозе жизни экипажа или повреждению оборудования [1].

Питание схем АПС осуществляется в подавляющем большинстве случаев напряжением 24 В или двухполярным напряжением ±15 В. (±30 В). Это питание подается от блока питания системы АПС с предусмотренным резервированием от аккумуляторов в случае выхода из строя основного блока питания. Напряжение блока питания нормируется по отклонению от номинального значения для конкретной системы. В общем случае это отклонение не должно превышать 1—2% [2].

Основные контролируемые и управляемые параметры представлены в таблице 1.

Таблица 1

Тип сигнала	Параметр
Давление масла	Контролируемый
Температура масла	Контролируемый
Температура охлаждающей жидкости	Контролируемый
Эл. магн. клапана остановки ДГ на регуляторе частоты вращения	Управляемый
Эл. магн. клапана пускового воздуха на ДГ	Управляемый
Эл. магн. клапана пускового воздуха возле баллонов	Управляемый

Система состоит из щита управления, измерения и сигнализации, датчика давления масла (тип ПД100), датчика температуры охлаждающей жидкости (ТСМ 50М), датчика температуры масла (ТСМ 50М), электромагнитного клапана пускового воздуха возле баллонов, электромагнитного. клапана пускового воздуха на ДГ, электромагнитного клапана остановки ДГ на регуляторе частоты вращения. В систему входят цифровые измерительные приборы давления масла, температуры охлаждающей жидкости, температуры масла (тип 2ТРМ1), а также цифровой восьмиканальный измеритель УКТ38 Щ4ТП для измерения температуры выхлопных газов главного ДГ.

3. Заключение

Таким образом, в ходе исследования проведен аналитический обзор аварийно-предупредительной сигнализации на судне.

Были представлены основные технические решения по автоматизации. Описаны функциональные возможности проектируемой системы, разработана схема внешних соединений, принципиальная электрическая схема и монтажная схема щита АПС. Это позволило создать полноценное техническое решение для автоматизации системы аварийно-предупредительной сигнализации.

4. Список литературы

[1] Кузнецов, Е. В. Системы автоматизации главных судовых дизелей : учеб.-метод. Пособие / Е. В. Кузнецов. — Новороссийск, 2006. — 61 с.

[2] Цели и задачи автоматизации технологических процессов и производств [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://lektsia.com/8x2ef8.html (дата обращения 03.05.2023).

EMERGENCY WARNING ALARM OF THE DIESEL GENERATOR

Borovsky M. A.
Scientific adviser: Murzin D. G.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The stages of creation and operation of an emergency warning system (EWS) are considered. In the course of the study, the possibility of using the designed control system is substantiated.

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ КРИТИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Кваша Д. И., Ходаков С. А., Рукосуев Е. Р.
Научный руководитель: канд. техн. наук Мурзин Д. Г.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: kvashadanya@mail.ru

Аннотация — Разработано устройство для предотвращения появления критических для жизни человека ситуаций во время работы на предприятиях, представлена идея реализации проекта, разработана модель устройства.

1. Введение

Для обеспечения безопасности сотрудников, а также для контроля посещения опасных помещений на фабриках нами было разработано устройство, отслеживающее местоположение работников на предприятии. Оно способствует снижению количества несчастных случаев на потенциально опасных для жизни человека объектах. За сотрудниками непрерывно ведётся наблюдение, осуществляемое Smart-датчиками, которые передают сигнал на созданный сервер и в последствии осуществляется отображение местоположения на экране устройства.

2. Основная часть

Данная система состоит из двух частей: брелока и анкера. Брелок — это устройство, которое находится у человека. Анкер — это устройство, установленное в определённом месте и не изменяющее своё положение.

Для правильного определения местоположения брелока требуется минимум три анкера. Например, если у нас будет два анкера, то брелок может находиться в двух положениях (рис. 1).

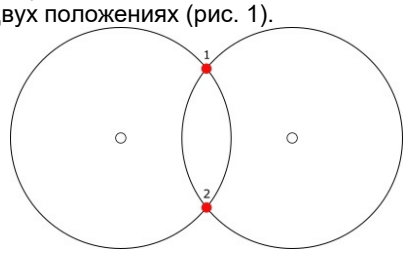


Рис. 1

Поэтому необходимо минимум три анкера. Из-за того, что данное оборудование будет использоваться на производстве, желательным является установка анкеров в каждое большое помещение.

Рассмотрим принцип определения расстояния с помощью радиосигнала. Для измерения расстояний данным методом между объектами А и Б, объект А посылает объекту Б пакет, содержащий запрос на измерение, и фиксирует время отправки. Объект Б, получив пакет от А, отсылает объекту А пакет, подтверждающий получение. Объект А, получив ACK-пакет, фиксирует время его получения. Метод RTT использует аппаратную генерацию ACK-пакета, где время обработки пакетов считается одинаковым для обоих объектов. Фиксация времени отправки пакета, содержащего запрос на измерение и приём ACK-пакета, происходит также аппаратно. Это позволяет заранее предсказать время обработки пакетов и вычислить время распространения сигнала t_p по формуле

$$t_p = \left(T_{RTT} - T_{reply}\right)/2, \qquad (1)$$

где T_{RTT} — время, измеренное объектом А с момента отправки пакета объекту Б до получения ACK-пакета от объекта Б; T_{reply} — время, измеренное объектом Б с момента получения пакета от объекта А до отправки ACK-пакета. Считая скорость распространения сигнала в среде известной и постоянной величиной, легко вычислить расстояние между объектами.

Брелок содержит источник энергии, который питает микропроцессор, с которого мы управляем ключом и тем самым подаём сигнал на передатчик. Анкер, это тот же самый брелок, только его функция состоит в том, чтобы связаться с двумя другими анкерами и вычислить местоположение брелока (рис. 2).

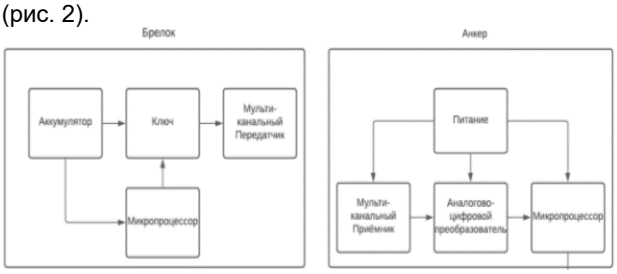


Рис. 2

Вместе с местоположением можно передавать другие данные, такие как температура, давление, пульс, радиоизлучение. Для того, чтобы измерять данные параметры, необходимо их встроить в одежду и подключить к микропроцессору брелка.

3. Заключение

Таким образом, для обеспечения безопасной жизнедеятельности работников на фабриках, заводах или иных предприятиях, был разработан комплекс устройств, способствующий уменьшению рисков появления опасных для жизни человека ситуаций. Благодаря достаточно простой структуре, датчики, прикрепленные к сотрудникам, не будут создавать дискомфорт или мешать их работе.

4. Список литературы

[1] Беспроводные технологии [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://wireless-e.ru/rtls/receive-signal-strength-indication.

DESIGN OF DEVICE TO PREVENT CRITICAL SITUATIONS AT THE ENTERPRISE

Kvasha D. I., Khodakov S. A., Rukosuev E. R.
Scientific supervisor: Murzin D. G.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The device has been developed to prevent the occurrence of situations critical to human life while working in enterprises, the idea of implementing the project is presented, and a model of the device is also proposed.

JTAG ПРОГРАММАТОР И ОТЛАДЧИК МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ НА МИКРОСХЕМЕ FT2232H

Рукосуев Е. Р., Начаров Д. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук Начаров Д. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: firstdrz@gmail.com

Аннотация — Рассмотрен интерфейс JTAG, а также схема JTAG программатора и отладчика на микросхеме FT2232H.

1. Введение

Для преодоления проблем тестирования микросхем в составе радиоаппаратуры в 1990 году был создан стандарт IEEE 1149.1 — Standard TAP and BSA и соответствующий ему интерфейс JTAG, обеспечивающий доступ к внутренним регистрам граничного сканирования микросхем. Основной функцией JTAG является возможность устанавливать и считывать значения на контактах микросхемы, не имея к ним физического доступа. Благодаря этому также существует возможность программирования и отладки микроконтроллеров через JTAG интерфейс.

2. Основная часть

JTAG представляет собой последовательного интерфейс с сигналами TDI, TDO, TMS TCK. Для обеспечения работы интерфейса JTAG в микросхеме реализованы регистры: регистр инструкций IR (Instruction Register), регистры данных DR (Data Register): Регистр граничного сканирования BSR (Boundary Scan Register), BYPASS, IDCODES Register и другие. Контакты микросхемы снабжаются ячейками памяти, соединёнными по схеме сдвигового регистра и образующими BSR (рис. 1).

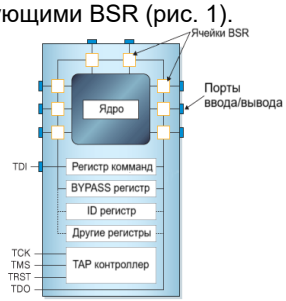


Рис. 1

Управление чтением и записью регистра BSR осуществляется встроенным в микросхему TAP (Test Access Port) контроллером. TAP контроллер представляет собой конечный автомат, управляемый сигналом TMS согласно схеме состояний, показанной на рис. 2.

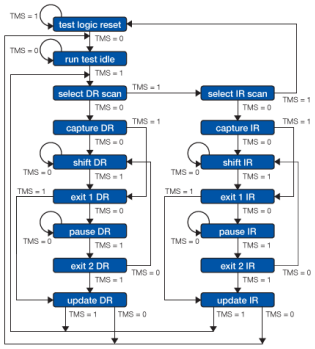


Рис. 2

При разработке JTAG программатора и отладчика микроконтроллеров необходимо обеспечить стабильную связь с микроконтроллером через интерфейсы, поддерживаемые компьютером. Поэтому в качестве основы программатора и отладчика предлагается использовать микросхему FT2232H, включённую по схеме на рис. 3.

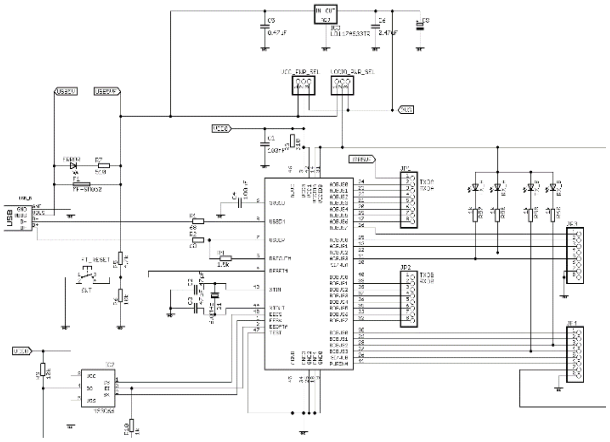


Рис. 3

В данной микросхеме реализована аппаратная технология MPSSE (Multi-Protocol Synchronous Serial Engine), что предоставляет собой гибкое средство сопряжения синхронных последовательных интерфейсов, таких как SPI, I2C, JTAG, и отдельных GPIO пинов с портом USB. Применение микросхемы FT2232H дает разработчику простой способ реализации высокоскоростного моста между USB и различными типами доступных интерфейсов, через который можно передавать и принимать данные.

3. Заключение

Таким образом, рассмотрен принцип работы интерфейса JTAG и схема JTAG программатора и отладчика, реализованная на микросхеме FT2232H.

4. Список литературы

[1] FT2232H Dual High Speed USB to Multipurpose UART/FIFO IC. Datasheet Version 2.6.
[2] Интерфейс JTAG : Михаил Гук [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://programming-lang.com/ru/comp_hard/guk/0/j376.html.

JTAG PROGRAMMER AND DEBUGGER FOR MICROCONTROLLERS ON THE FT2232H CHIP

Rukosuyev E. R., Nacharov D. V
Scientific adviser: Nacharov D. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The JTAG interface is considered, as well as the JTAG programmer and debugger circuit on the FT2232H chip.

РАЗРАБОТКА РЕГУЛЯТОРА ОСВЕЩЕННОСТИ

Васин Е. Е., Щекатурина Д. А., Щекатурин А. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Щекатурин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: pulson2011@gmail.com

Аннотация — Разработан программируемый регулятор освещенности. Разработано программное обеспечение исследуемого микроконтроллерного устройства на языке высокого уровня.

1. Введение

Разработка регулятора освещенности имеет высокую актуальность в настоящее время. В современном мире люди проводят больше времени в закрытых помещениях, освещенных искусственным светом, что может оказывать негативное влияние на их здоровье и благополучие.

Освещение является важным фактором, который может влиять на настроение, энергичность и производительность людей.

Кроме того, регулятор освещенности может быть полезен для экономии энергии. Он позволяет контролировать и адаптировать уровень освещенности в соответствии с потребностями и активностью пользователя. Например, в период дневного света можно снизить уровень искусственного освещения, чтобы сэкономить электричество.

В работе разрабатывается микроконтроллерный регулятор освещенности и программное обеспечение для его работы.

2. Основная часть

В качестве устройства обработки информации использован микроконтроллер (МК) Atmega640, который производится компанией Atmel. Для индикации уровня освещённости использованы пять светодиодов LED-green.

Структурная схема устройства показана на рис. 1.

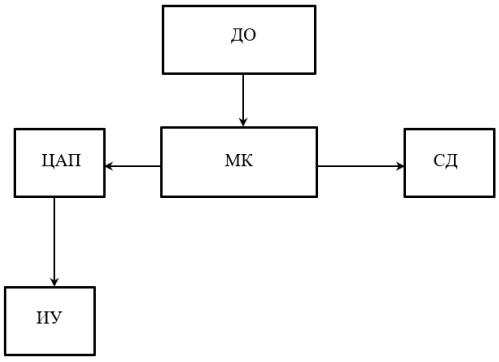


Рис. 1

На рис. 1 использованы следующие обозначения: ДО — датчик освещенности, МК — микроконтроллер, ЦАП — цифро-аналоговый преобразователь, СД — светодиоды, ИУ — исполнительное устройство.

Для формирования аналогово сигнала соответствующий цифровой код подается на выводы порта PB0-PB2.

Принципиальная схема проектируемого устройства, созданная в программе Proteus, показана на рис. 2.

Моделирование работы разработанного устройства проводилось средствами программы Proteus.

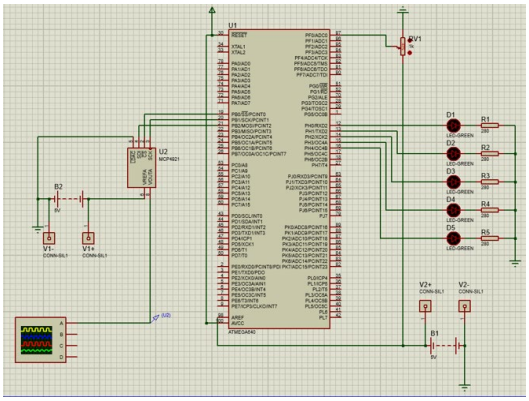


Рис. 2

На рис. 3 показано размещение элементов на печатной плате.

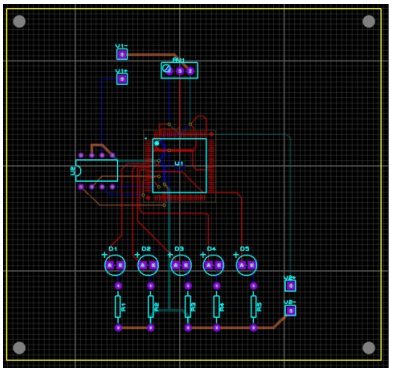


Рис. 3

Разработанное устройство показано на рис. 4.

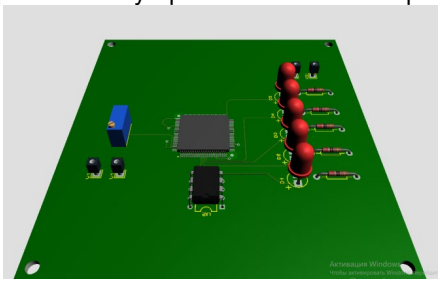


Рис. 4

3. Заключение

Таким образом, разработано устройство управления освещенностью.

DESIGN OF A LIGHT CONTROLLER

Vasin E. E., Shchekaturina D. A., Schekaturin A. A.
Scientific adviser: Schekaturin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A programmable dimmer has been designed. Software for the microcontroller device under study has been designed in a high-level language.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОГО РЕГУЛЯТОРА ОСВЕЩЕННОСТИ

Миронов В. М., Пузырев А. В., Щекатурина Д. А., Щекатурин А. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Щекатурин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: pulson2011@gmail.com

Аннотация — Разработано программное обеспечение микроконтроллерного регулятора освещенности на языке высокого уровня.

1. Введение

Разработка программного обеспечения регулятора освещенности на микроконтроллере AVR включает в себя несколько этапов:

— анализ требований (определение основных функций регулятора освещенности, а также требуемых характеристик, таких как диапазон регулирования, точность, время отклика и другие);

— проектирование алгоритма регуляции (определение необходимого метода регулирования освещенности и разработка алгоритма для его реализации);

— программирование микроконтроллера (разработка и отладка кода на языке C для микроконтроллера AVR. Код должен включать реализацию алгоритма регулирования освещенности, а также обработку сигналов от датчиков и управление световыми приборами);

— тестирование (проведение тестов и отладка программного обеспечения); тестирование должно включать проверку корректности работы алгоритма регулирования освещенности, а также проверку всех функций и характеристик регулятора).

При разработке программного обеспечения для микроконтроллера AVR использовалась среда разработки программы Proteus.

2. Основная часть

В устройстве используется встроенный АЦП микроконтроллера ATmega640, [1]. Поскольку используется внешний источник питания, регистр ADMUX устанавливается в 0, а ADCSRA|=(1 << ADEN)|(1 << ADPS1) | (0 << ADPS2)|(1 << ADPS0), ADEN – бит, отвечающий за включение АЦП, ADPS0…ADPS2 – биты отвечающие за выбор режима работы предделителя тактовой частоты.

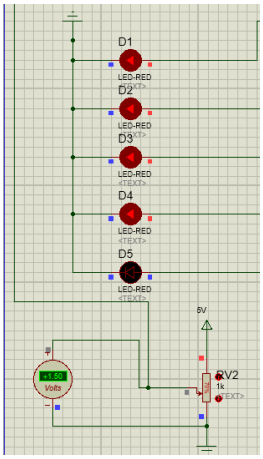


Рис. 1

Следующий шаг — выполнение сравнения значения переменной data с заданными значениями напряжения и вывод логической единицы на необходимый пин.

В теле цикла в регистре ADCRA переводится бит ADSC в 1 для начала преобразования. Значения напряжения в АЦП преобразуются в числа.

Результат эмулирования работы устройства показан на рис. 1.

Блок-схемы алгоритма работы программы представлена на рис. 2.

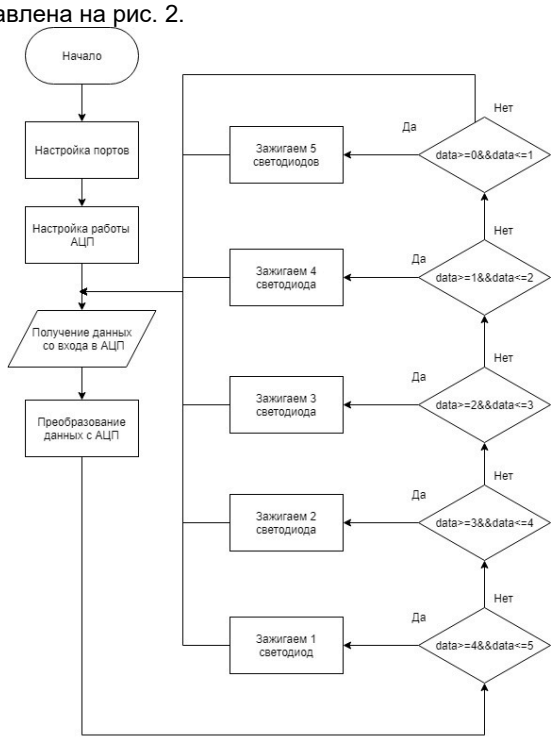


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, разработано программное обеспечения устройства управления освещенностью.

4. Список литературы

[1] 8-bit Atmel Microcontroller with 16/32/64KB In-System Programmable Flash [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://static.chipdip.ru/lib/436/DOC005436726.pdf (дата обращения 10.09.23).

DESIGN OF SOFTWARE FOR MICROCONTROLLER LIGHT REGULATOR

Mironov V. M., Puzyrev A. V., Shchekaturina D. A., Schekaturin A. A.
Scientific adviser: Schekaturin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Software for a microcontroller dimmer has been designed in a high-level language.

РАЗРАБОТКА СВЕТОДИОДНОГО СВЕТИЛЬНИКА

Алексеева Е. Е., Панитевский А. В.
Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: alekceeva2004@mail.ru

Аннотация — разработана концепция разноцветного светильника. Изготовлен корпус светильника с четырьмя адресными светодиодными лентами. Планируется внедрение платы Arduino с сенсорными кнопками регулирования насыщенности и направления света и Bluetooth модулем.

1. Введение

В повседневной жизни необходимы различные источники света. Иногда бывают полезны дистанционно управляемые светильники.

Преимуществом светильника является возможность автономной работы, что позволяет использовать его в любом месте.

2. Основная часть

Прототипом изделия послужила разработка блогера с YouTube-канала AlexGyver [1]

В работе использовались 4 адресные светодиодные ленты WS2812B 60 led, количеством 19 светодиодов на каждую ленту, со следующими характеристиками: используемое напряжение 5 вольт, мощность 14,4 Вт/м, тип светодиода 5050, доступные цвета-*RGB*, плотность светодиодов 60 штук на метр, яркость 1100 люмен на метр.

Питание 4 адресных светодиодных лент подключено параллельно, а контакт DIN подключен последовательно. Питание происходит напряжением 5 В [2].

Рассеиватель света был взят с большого телевизора и порезан на 4 стенки, в качестве углов был взят угловой алюминиевый профиль для светодиодной ленты, который склеили со стенками по кругу. В качестве дна светильника, была взята фанера (кусок квадратной доски), вырезанная из старой техники, корпус которой сделан из дерева, а на алюминиевый профиль была наклеены адресная светодиодная лента. Для питания выведено гнездо для подключения штекера 2.10×5.50мм.

Недостатком светильника на данный момент является невозможность управления светодиодами дистанционно.

Планируется встроить плату Arduino, к которой встраивается модуль Bluetooth для управления светодиодами дистанционно, с помощью специально разработанного приложения. Дополнительно будет встроен Touchpad для регулировки насыщенности и направленности света и сенсорная кнопка для включения светильника.

Схема подключения представлена на рисунке 1:

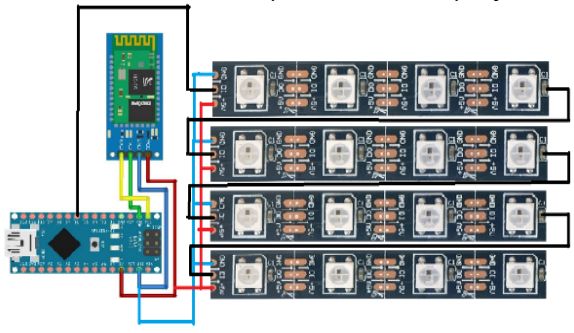


Рис. 1

Сенсорная кнопка изображена на рис. 2



Рис. 2

Результат на сегодняшний день изображен на рисунке 3.

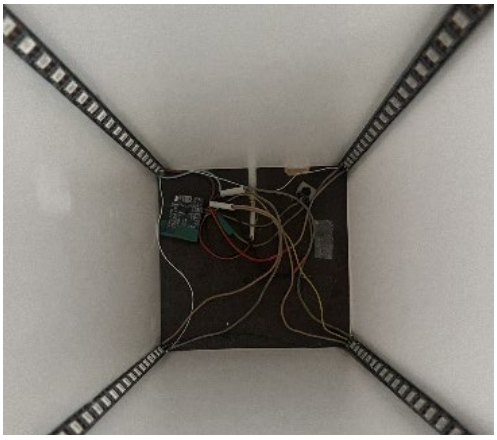


Рис. 3

3. Заключение

Таким образом, был изготовлен светильник у которого на сегодняшний день следующие характеристики:

— 4 полоски адресных лент;
— яркость светильника 1300 люмен на метр;
— питание 5 Вольт.

Планируется:

— внедрение платы Arduino;
— встраивание сенсорных кнопок регулирования насыщенности и направления света.

4. Список литературы

[1] AlexGyver [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.youtube.com/@AlexGyverShow.
[2] Гайд по адресной светодиодной ленте [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://alexgyver.ru/ws2812_guide.

DESIGN OF LED LAMP

Tyschuk Y. N., Alekseeva E. E., Panitevsky A. V.
Scientific adviser: Tyschuk Y. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The concept of a multi-colored lamp has been designed. The luminaire housing is made with four addressable LED strips. It is planned to introduce an Arduino board with touch buttons for adjusting the saturation and direction of light and a Bluetooth module.

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

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК АНТЕНН В МЕТРОВОМ И ДЕЦИМЕТРОВОМ ДИАПАЗОНАХ ДЛИН ВОЛН

Кондратьев Д. П., Нескородов С. Е.
Акционерное общество «Концерн «Созвездие», Россия
E-mail: kondratyev777@gmail.com

Аннотация — В работе рассматриваются методики измерения характеристик антенн ОВЧ и УВЧ диапазонов на открытых полигонах. Приведены рекомендации по проведению измерений одиночных уединённых излучателей, объектов с установленными на нём антеннами.

1. Введение

Методики измерения характеристик антенн широко описаны как в отечественной, так и в зарубежной литературе [1, 2], однако это преимущественно относится к метровым и более коротким волнам. При измерениях в более низких частотных диапазонах возникают особенности определения необходимого расстояния между измеряемой и вспомогательной антеннами, и другие нюансы организации размещения антенн. В докладе рассматриваются основные методы измерений, даются практические советы по организации измерительного полигона.

2. Основная часть

Широко распространённые методы идентичных антенн и трёх антенн требуют знать электрические характеристики полигона, при этом некоторые величины, такие как проводимость и диэлектрическая проницаемость среды, в большинстве случаев априорно неизвестны. Вследствие чего точно определить затухания между антеннами невозможно без дополнительных исследований. Метод замещения выглядит более универсальным — сначала с помощью антенны с известными параметрами «калибруется» радиотрасса, а затем уже производят измерения КУ испытуемой антенны.

Следует отметить, что измерения в ближней зоне требуют расчёта коэффициентов для каждого азимутального угла, что делает процесс расчёта поправок крайне трудоёмким.

Следовательно, метод замещения при измерениях в дальней зоне остаётся самым универсальным в ОВЧ и УВЧ диапазонах.

Следующий момент требующий пояснения, это необходимое расстояние между антеннами (L). Это расстояние должно превышать зону интерференции, и, дополнительно, быть больше границы дальней зоны излучателя

$$L > \max\left(\frac{3D^2}{\lambda}, \frac{4h_1h_2}{\lambda}\right),$$

где D — апертура излучателя, λ — длина волны, h_1 и h_2 — высоты подвеса антенн.

Для определения D следует учитывать способ закрепления измеряемой антенны и её внутреннюю структуру. Например, логопериодические антенны обычно крепятся со стороны самых длинных вибраторов, и при измерении диаграммы направленности вращение происходит не вокруг геометрического центра антенны (рис. 1а). В таком случае апертура будет определяться:

$$D = \max\left(d_{верт.}, d_{гор.}\right),$$

где $d_{верт}$ — удвоенная длина самого длинного вибратора, $d_{гор}$ — максимальный размер в плоскости поворота.

Также возможен и следующий случай увеличения D относительно размеров излучателя. ОВЧ и УВЧ антенны имеют в своём составе различные конструктивно необходимые для обеспечения требуемой надёжности элементы, такие как амортизаторы, опоры и т.д. При этом, в ряде случаев эти элементы не являются съёмными, и содержат металлические детали, способные играть роль рефлекторов и вносить искажения в получаемое поле. На рис. 1б изображён пример такой антенны — металлический амортизатор 3, а также стойка 2 значительно увеличивают размер D по сравнению с размером излучающего элемента 1.

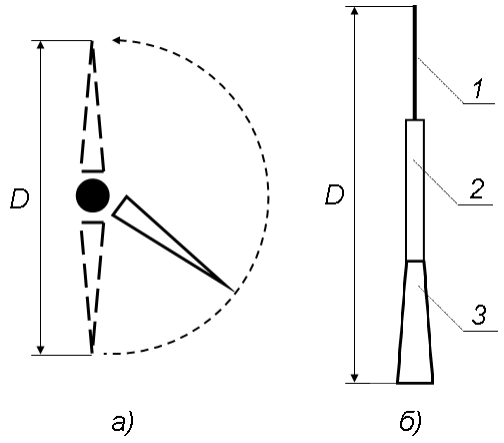


Рис. 1

3. Заключение

В докладе рассмотрен вопрос измерения ДН и КУ антенн в метровом и дециметровом диапазонах, даны рекомендации по измерениям уединённых излучателей и антенн в составе объекта. Приведённые рекомендации позволяют повысить точность измерений и повторяемость результатов на различных полигонах.

4. Список литературы

[1] Фрадин, А. З. Измерение параметров антенно-фидерных устройств / А. З. Фрадин, Е. В. Рыжков. — М. : Связьиздат, 1962. — 312 с.
[2] Методы измерения характеристик антенн СВЧ. / Л. И. Захарьев [и др.]. — М. : Радио и связь, 1985. – 368 с.

FEATURES OF MEASURING THE CHARACTERISTICS OF ANTENNAS IN THE METER AND DECIMETER WAVE RANGES

Kondratyev D. P., Neskorodov S. E.
JSC «Concern «Sozvezdie», Russia

Abstract — In the paper, the methods for measuring the characteristics of VHF and UHF antennas in open ranges are discussed. Recommendations are given for measuring both single solitary emitters and objects with antennas installed on it.

ОПТИМИЗАЦИЯ ХАРАКТЕРИСТИК АНТЕННЫХ СТРУКТУР

Преображенский А. П., Тушканова А. Р.
Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Преображенский А. П.
Воронежский институт высоких технологий, Россия
E-mail: komkovvivt@yandex.ru

Аннотация — Проведено рассмотрение алгоритма оптимизации антенной структуры, которая сформирована в виде совокупности модульных компонент. Основные критерии оптимизации анализируются как максимизация сдвига по первой обобщенной координате, осуществление максимизации перемещения по второй обобщенной координате, осуществление максимизации величины, которая будет обратно пропорциональной числу модульных компонентов в антенной структуре, проведение максимизации величины, которая обратно пропорциональна сложности алгоритма управления.

1. Введение

Для излучающих систем должна обеспечиваться заданная диаграмма направленности (ДН) для требуемого момента времени. Это вытекает из того, что должен быть процесс адаптации при меняющейся помеховой обстановки.

Это требует, чтобы было динамическое изменение во времени амплитудного распределения. Антенную структуру мы представляем в виде множества модульных элементов.

2. Основная часть

В качестве оптимального решения мы будем считать то, которое даёт наилучшее (максимальное) значение интегральной функции эффективности по антенной структуре [1, 2]

$$func = (y^2+z^2)/MM_y,$$

где — y, z являются координатами положения антенной структуры после того, как осуществлен цикл моделирования.

Начало моделирования исследуемой антенной структуры реализуется в точке, имеющей нулевые координаты, M–количество модульных компонентов в конструкции антенной системы, My– показывает количественную оценку сложности алгоритма при управлении перемещением антенны.

Проводился анализ антенной структуры, которая рассматривалась в виде бесконечно протяженной вдоль направлений x и y двумерной дифракционной решетки, которая накрыта слоем диэлектрика.

Компоненты решетки имели квадратную форму, диэлектрический слой с конечной толщиной располагался параллельным образом плоскости дифракционной решетки на конечном расстоянии.

В ходе математического моделирования мы оптимизировали на основе разработанного алгоритма одномерные и двумерные структуры.

Были определены такие параметры: εr = 2,15, t = 4,62 мм, d = 17,3 мм, W = 5,2 мм, глубина h1 дифракционной решетки была 3,1 мм, 6,35 мм и 8,25 мм. Диапазон изменения прицельного расстояния R, был 0…21 мм. Анализировался диапазон изменения частот 9…12,25 ГГц.

В результате анализа относительной ошибки частоты Брэгговского резонанса второго порядка было получено, что она не более 10 %.

Зависимость ширины луча и УБЛ от порядка функции приводится в таблице 1.

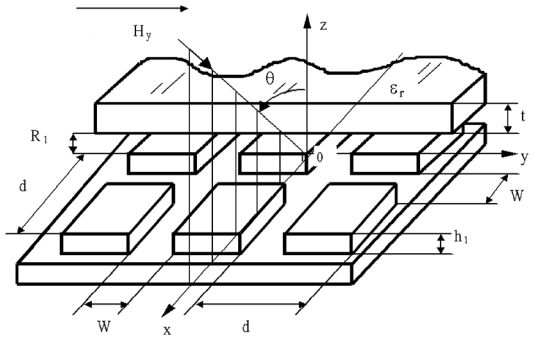


Рис. 1

Таблица 1

Глубина желобов дифракционной решетки, мм	Относительная ошибка частоты	
	Случай 1D	Случай 2D
	δ,%	δ, %
3,24	10,34	7,5
6,5	5,2	9,5
8,5	9,1	9,3

3. Заключение

Проанализирован алгоритм оптимизации антенной структуры, которая представляется в виде совокупности модульных компонент. Для ускорения вычислений была использована комбинированная процедура на основе метода роя частиц.

4. Список литературы

[1] Марков, Г. Т. Антенны : учеб. для студентов радиотехнических специальностей вузов / Г. Т. Марков, Д. М. Сазонов. — М. : Энергия, 1975. — 528 с.

[2] Львович, Я. Е. Многоальтернативная оптимизация: теория и приложения / Я. Е. Львович. — Воронеж : Издат. дом «Кварта», 2006. — 415 с.

THE OPTIMIZATION OF CHARACTERISTICS OF THE ANTENNA STRUCTURES

Preobrazhenskiy A. P., Tushkanova A. R.
Scientific adviser: Preobrazhenskiy A. P.
Voronezh Institute of High Technologies, Russia

Abstract — The algorithm of the optimization of the antenna structure, represented as a set of modular components. The main optimization criteria are analyzed as maximizing the shift along the first generalized coordinate, maximizing the displacement along the second generalized coordinate, maximizing the value, which is inversely proportional to the complexity of the control algorithm.

АНАЛИЗ РАССЕЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН НА МАГНИТО-ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ОБЪЕКТЕ

Преображенский А. П., Ольховский А. А.
Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Преображенский А. П.
Воронежский институт высоких технологий, Россия
E-mail: komkovvivt@yandex.ru

Аннотация — В представленной работе проведено рассмотрение адаптивного интегрального метода при решении задач рассеяния электромагнитных волн на объекте, сформированном из нескольких магнито-диэлектрических материалов. На основе адаптивного метода моментов были уменьшены требования к памяти по хранению промежуточных результатов и для ускорения матрично-векторных умножений. Получены численные результаты, которые показывают точность и эффективность такого подхода.

1. Введение

Методы, базирующиеся на интегральных уравнениях активным образом, используют с тем, чтобы решать проблемы, которые связаны с рассеянием электромагнитных волн [1, 2]. На основе такого подхода описаны разные электродинамические задачи с привлечением соответствующих интегральных уравнений и методики сведения к системам линейных уравнений, на базе метода моментов.

2. Основная часть

Можно решить систему линейных уравнений на основе прямых или итерационных методов. Для прямых способов, например, методе Гаусса и LU-разложении, необходимо O(N3) операций, но при этом в итерационных подходах, как Гаусса-Зейделя и методе сопряженных градиентов, необходимо время O(N2), если применяются операции умножения матриц на вектора по каждой из итераций.

Разработчики рассматривали разные алгоритмы с тем, чтобы обеспечить ускорение умножения матриц на вектора, например, мультипольный метод, его модификации, в которых можно получить сложность $O(N^{1.5})$ и O(NlogN), соответственно.

Поскольку есть большой постоянный коэффициент в асимптотическом разложении требуются большие значения N с тем, чтобы получать преимущество в методе моментов. Применялись сеточные методы на основе подобных подходов как сопряженно-градиентный, быстрое преобразование Фурье (БПФ).

В БПФ используют равномерные прямоугольные сетки в моделях, которые характеризуются произвольную форму геометрии. Тогда он будет обеспечивать возможность немного неточных результатов в окончательных решениях.

Если анализируются задачи рассеяния на объектах, которые состоят из магнито-диэлектрических материалов, можно увидеть вышеуказанные проблемы. Быстрый алгоритм дает возможности для преодоления ограничений.

В данной работе мы опирались на смешанный подход, который отличается от обычного метода моментов.

Модификация состоит в адаптивном изменении коэффициентов при эквивалентных электрических и магнитных токах от формы поверхности для разных материалов.

На рис. 1 приведен пример тестового расчета объекта, который представляет две концентрические сферы при радиусе r=0,81 м, ε_1=1,35–j0,22, R=1,11 м, ε_2=1,63–j0,84, при частоте волны 790 МГц. Линией дано обозначение предлагаемого способа, а крестиками — традиционный метод моментов.

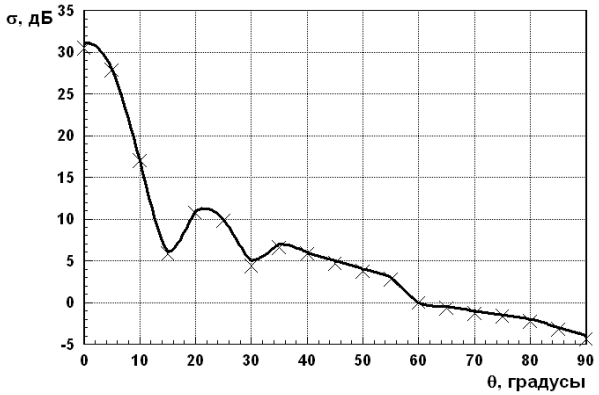


Рис. 1

3. Заключение

На базе используемого адаптивного интегрального метода, применяемого при решении задачи рассеяния электромагнитных волн на объектах, в котором есть несколько магнито-диэлектрических материалов, можно достичь упрощения процедуры вычислений.

В работе показан пример оценки бистатической характеристики рассеяния для объекта в виде диэлектрических сфер.

4. Список литературы

[1] Song, J. M. Multilevel fast multipole algorithm for electromagnetic scattering by large complex objects / J. M. Song, C. C. Lu, W. C. Chew // IEEE Trans. Antennas Propagat. — 1997. — Vol 45, No 10. — P. 1488—1493.

[2] Coifman R. Wandzura The fast multipole method for the wave equation: A pedestrian prescription / R. Coifman V. Rokhlin, S. Wandzura // IEEE Antennas Propagat. Mag. — 1993. — Vol 35, No 7-12. P. 893—914.

ANALYSIS OF SCATTERING OF ELECTROMAGNETIC WAVES ON A MAGNETO-DIELECTRIC OBJECT

Preobrazhenskiy A. P., Olhovskiy A. A.
Scientific adviser: Preobrazhenskiy A. P.
Voronezh Institute of High Technologies, Russia

Abstract — In the paper, the adaptive integral method for solving problems of scattering of electromagnetic waves on the object, which is formed from several magneto-dielectric materials, was considered. With the use of a modified method of moments, the memory requirements for storing intermediate results were reduced, as well as the matrix-vector multiplications were speed up. The numerical results showing the accuracy and efficiency of this approach are given.

МИКРОПОЛОСКОВЫЙ MEMS-ВАРАКТОР

Слезкин В. Г., Неведров М. Г., Слезкин Г. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Слезкин В. Г.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: MGNevedrov@sevsu.ru

Аннотация — Предложена конструкция MEMS-варактора для микрополосковой линии в виде упругой пластины из магнитно-мягкого материала, радиус изгиба которой изменяется под действием магнитного поля. В результате компьютерного моделирования, методом сравнения с эталонной моделью показано, что при среднем значении около 1 пФ достижимое перекрытие по ёмкости может достигать 2,46 : 1.

1. Введение

Технология микроэлектрических механических систем (MEMS — Micro-Electro-Mechanical Systems) позволяет создавать электрически управляемые СВЧ переключатели и устройства с переменными параметрами [1, 2].

Доклад посвящён исследованию MEMS-варактора на микрополосковой линии (МПЛ).

2. Основная часть

Возможность электрического управления параметрами СВЧ элементов в MEMS-технологии обеспечивается наличием в их конструкции подвижных деталей, положение которых управляется электрическим или магнитным полем.

В частности, в микрополосковой линии (МПЛ) можно выполнить торцевой зазор, к полоску с одной стороны зазора прикрепить упругую металлическую пластину такой же ширины, но по длине перекрывающую зазор. Если в исходном состоянии пластина не контактирует с продолжением полоска, то с помощью сил электростатического или магнитного притяжения можно получить замыкание пластины на полосок [1], т. е. реализовать коммутатор СВЧ сигнала.

В сантиметровом и миллиметровом диапазонах длин волн реализация MEMS-устройств требует специальной микроэлектронной технологии [2]. Однако в дециметровом диапазоне размеры элементов существенно больше, поэтому исследование возможности создания таких устройств с помощью обычной технологии микрополосковых схем представляет практический интерес.

Была рассмотрена задача реализации, последовательно включённой в полосок 1 МПЛ, сосредоточенной переменной ёмкости с помощью изменения формы упругой пластины 2 из магнитно-мягкого материала магнитным полем. При этом управляющий электромагнит 3 можно расположить под экраном МПЛ 4. Пластина будет изменять свою форму под действием магнитного поля, напряжённость которого H определяется управляющим током I_C (рис. 1).

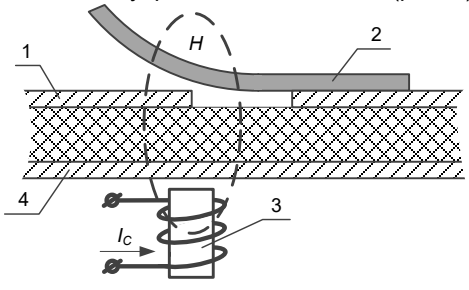


Рис. 1

Неоднородность в МПЛ можно считать сосредоточенной, если её длина не превышает 0,05 от длины волны в МПЛ [3], что для средней частоты 2 ГГц при толщине материала ФЛАН 2 мм с относительной диэлектрической проницаемостью 2,8 составляет около 5 мм.

Численное моделирование было выполнено в среде CST Studio Suite [3]. Действие магнитного поля имитировалось изменением радиуса пластины 2 (см. рис. 1). Величина ёмкости оценивалась методом замещения: кроме модели, нагруженной МПЛ была разработана «эталонная» модель, в которую вместо упругой пластины был включен сосредоточенный последовательный *RLC*-элемент с нулевыми активным сопротивлением и индуктивностью. При каждом радиусе пластины эталонная ёмкость подбиралась до значения, при котором частотные зависимости активной и реактивной составляющих входного сопротивления МПЛ эталонной модели в наибольшей степени приближались к характеристикам основной модели.

Минимальное значение ёмкости, при радиусе пластины, равном величине зазора в МПЛ, составило 0,59 пФ, а максимальное, при минимальном расстоянии от пластины до противоположного края полоска, равном 0,1 мм, — 1,45 пФ.

3. Заключение

Путем численного моделирования показано, что в диапазоне ДМВ последовательно включённый в МПЛ MEMS-варактор в виде выгнутой по окружности упругой пластины из магнитно-мягкого материала, при изменении радиуса пластины может обеспечить контролируемое изменение ёмкости с перекрытием 2,46 : 1. Управляющее магнитное поле может создать электромагнит, размещённый под экраном МПЛ.

4. Список литературы

[1] Белов, Л. А. Переключатели сверхвысокочастотных сигналов / Л. А. Белов // Электроника : наука, технология, бизнес. — 2006. — № 1. — С. 20–25. — ISSN 1992-4178.

[2] De Los Santos, Héctor J. RF MEMS Circuit Design for Wireless Communications / Héctor J. De Los Santos. — Boston; London : Artech House, 2002. — 280 p. — ISBN 1-58053-329-9.

[3] Курушин, А. А. Проектирование СВЧ устройств в CST STUDIO SUITE / А. А. Курушин. — М. : СОЛОН-Пресс, 2018. — 428 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/119670.

THE MICROSTRIP MEMS-VARACTOR

Slyozkin V. G., Nevedrov M. G., Slyozkin G. V.
Scientific adviser: Slyozkin V. G.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A design of a MEMS varactor for a microstrip line is proposed in the form of an elastic plate made of a magnetically soft material, the bending radius of which changes under the action of a magnetic field. As a result of computer simulation, by comparison with the reference model, it is shown that with an average value of about 1 pF, the achievable capacitance overlap can reach 2.46: 1.

ШИРОКОПОЛОСНАЯ ТУРНИКЕТНАЯ АНТЕННА

Слезкин В. Г., Неведров М. Г., Хомочкина Д. С.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Слезкин В. Г.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: MGNevedrov@sevsu.ru

Аннотация — Численным моделированием в среде CST Studio Suite доказано, что компактная, простая по конструкции широкополосная антенна с квази-изотропной диаграммой направленности может быть выполнена на основе плоской четырёхплечей структуры с возбуждением по турникетному принципу.

1. Введение

В настоящее время всё более широко применяются беспилотные летательные аппараты (БПЛА) различных типов, так что потребность в специализированных антенных устройствах стала очевидной. Конкурентоспособными могут быть только малогабаритные, недорогие в производстве антенны, имеющие высокие электрические характеристики.

Доклад посвящён исследованию пути реализации плоской антенны на основе турникетного принципа с перспективой её применения на БПЛА.

2. Основная часть

Современные БПЛА могут управляться по радиоканалу как с земли, так и с других летательных аппаратов. Очевидно, что наиболее универсальной может быть всенаправленная антенна как по азимуту, так и по углу места.

Известно [1], что для получения квази-изотропной диаграммы направленности (ДН) простейшие антенны линейного типа непригодны из-за наличия «нулей» излучения. Задача осложняется, если требуется получить широкую полосу рабочих частот: 20 % и более.

Требуемые электрические характеристики 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°. ДН в плоскости вибраторов (горизонтальной) будет практически равномерной, а поляризация излучения — линейной. Максимумы излучения, в направлениях «зенит» и «надир» будут иметь несколько больший уровень, а поляризация излучения станет круговой (для промежуточных углов — эллиптической).

С точки зрения надёжности радиосвязи с БПЛА поляризационные характеристики ТА благоприятны: будет обеспечена связь при линейной поляризации антенны пункта управления.

На данном этапе исследований ставилась задача путём численного моделирования в специализированной САПР CST Studio Suite [2] выбрать конфигурацию излучающей структуры плоской турникетной антенны (ПТА) при возбуждении двумя точечными источниками, обеспечивающую максимально возможную полосу рабочих частот и допускающую создание в дальнейшем реальной конструкции.

Для определённости была выбрана полоса частот диапазона ДМВ от 1500 до 3500 МГц при средней частоте f_0, равной 2500 МГц.

Модель была выполнена в виде 4 одинаковых плеч клиновидной формы с переменным углом расширения α, который варьировался от максимально возможного угла 90° в сторону уменьшения, реализованных в виде накладок из фольги на диэлектрическом основании круглой формы с начальным радиусом, равным четверти длины волны. Толщина материала (1 мм), толщина фольги (0,035 мм) и относительная диэлектрическая проницаемость (2,8) были выбраны для реального материала ФЛАН [3]. Порты подключались к плечам через сквозные металлические штыри диаметром 1 мм (рис. 1 а).

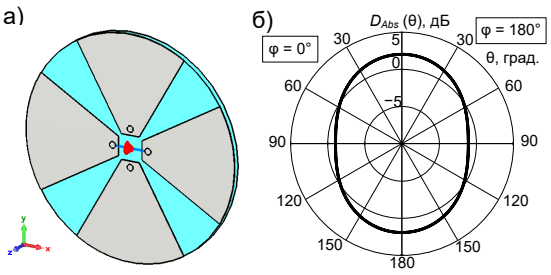


Рис. 1

Было установлено, что величина угла α практически не влияла на ДН модели, которая полностью соответствовала ожидаемой (см. рис. 1 б). При радиусе структуры, уменьшенной примерно на 30 % относительно начального значения и угле 20° согласование входа модели по уровню коэффициента стоячей волны (КСВ) 2,0 обеспечивалось в относительной полосе 14 %, а по уровню КСВ 3,0 — в полосе 26 %. Коэффициент эллиптичности излучения в главном направлении был равен 1,0, а в пределах конического сечения ДН по углу 60° был не менее 0,55.

3. Заключение

Путём численного моделирования были выбраны форма и размеры плоской антенны турникетного типа, обеспечивающей квази-изотропную диаграмму направленности, эллиптическую и линейную поляризацию излучения в широкой полосе частот. В дальнейшем предполагается данные результаты использовать при проектировании реальной антенны для БПЛА.

4. Список литературы

[1] Сазонов, Д. М. Антенны и устройства СВЧ / Д. М. Сазонов. — М. : Высш. шк., 1988. — 432 с.
[2] Курушин, А. А. Проектирование СВЧ устройств в CST STUDIO SUITE [Электронный ресурс] / А. А. Курушин. — М. : СОЛОН-Пресс, 2018. — 428 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/ 119670.
[3] Фольгированные СВЧ диэлектрики [Электронный ресурс] / ООО «Фирма Элмика». — Режим доступа: http://elmica.ru/assets/files/listovki/folgirovannye-svch-dielektriki-2016.pdf?ysclid=149get8xt652904694.

THE BROADBAND TURNSTILE ANTENNA

Slyozkin V. G., Nevedrov M. G., Khomochkina D. S.
Scientific adviser: Slyozkin V. 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.

ДВУХСЕКЦИОННАЯ МИКРОПОЛОСКОВАЯ АНТЕННА

Слезкин В. Г., Неведров М. Г., Слезкин Г. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Слезкин В. Г.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: MGNevedrov@sevsu.ru

Аннотация — Предложена новая модификация двухсекционной микрополосковой антенны с дополнительными короткозамыкающими штырями. Получена и подтверждена результатами численного моделирования расчётная формула для радиуса излучающей структуры. Показано, что эффективная диэлектрическая проницаемость основания определяется свойствами щелевой линии, образованной зазором между краями секций.

1. Введение

Микрополосковые антенны (МПА) по принципу действия относятся к щелевым антеннам [1] и могут содержать один и более излучающих элементов (секций).

Доклад посвящён развитию конструкции секционированных микрополосковых антенн (СМПА) [2].

2. Основная часть

Классическая МПА имеет вид накладки из фольги на «верхнем» слое плоского диэлектрического основания с фольгированным «нижним» слоем, выполняющим роль экрана. При возбуждении коаксиальным кабелем его внешний проводник соединяют с экраном, а центральный — с накладкой в определённой точке. Это приводит к недостатку МПА: увеличению габаритов и усложнению конструкции.

В круглой СМПА [2] радиуса *a* из двух одинаковых секций 1 и 2, разделённых узким зазором, внешний проводник кабеля 3 соединён с секцией 1 и экраном, а центральный проводник — с секцией 2 через реактивный согласующий элемент (РСЭ) 4. Для обеспечения симметрии по второй секции проложен такой же отрезок кабеля 5, у которого центральный проводник не используется, соединёный с экраном на краю структуры (рис. 1).

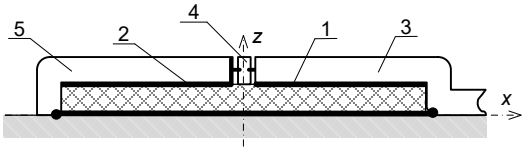


Рис. 1

Так как секции образуют значительную ёмкость с экраном, согласование СМПА возможно только вблизи частоты параллельного резонанса f_0 входного сопротивления каждой секции Z_{InS} (рис. 2).

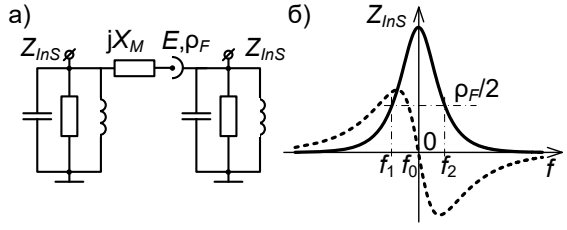


Рис. 2

Действительно (см. рис. 2 б), активная составляющая Z_{InS} (сплошная линия) на частоте f_0 значительно больше половины волнового сопротивления фидера ρ_F, поэтому на двух частотах: f_1 и f_2 возможна компенсация реактивности каждой секции (пунктир) противоположной по знаку последовательной реактивностью РСЭ jX_M.

Зазор между секциями является излучающей щелью, а излучение всех внешних краёв структуры компенсирует друг друга. Форму ДН определяет радиус *a*, но резонансную частоту — длина криволинейного пути от точек возбуждения до точек короткого замыкания секций на экран. Для достижения режима возбуждения, близкого к холостому ходу, эта длина должна составлять нечётное число четвертей длины волны λ с учётом эффективной диэлектрической проницаемости основания ε_{Ef}.

Для более гибкого выбора размеров антенны, чем в известной конструкции [2], были использованы дополнительные короткозамыкающие штыри, отстоящие симметрично от основных точек замыкания на варьируемый угол α. Для радиуса структуры было получено следующее соотношение

$$ai = \frac{(2i+1)\lambda}{4\sqrt{\varepsilon_{Ef}}\left[1+(90^\circ-\alpha)\pi/180^\circ\right]}, \quad i = 0, 1 \ldots \quad (1)$$

В результате численного моделирования в среде CST Studio Suite было установлено, что (1) позволяет рассчитывать размеры структуры с погрешностью не более ±10 %, если эффективную диэлектрическую проницаемость определять только для щелевой линии [3], образованной основанием и краями зазора между секциями.

3. Заключение

Показано что недостаток СМПА, заключающийся в трудности выбора оптимальных, с точки зрения диаграммных характеристик, размеров можно преодолеть введением в конструкцию антенны дополнительных короткозамыкающих штырей, положение которых нетрудно варьировать.

4. Список литературы

[1] Панченко, Б. А. Микрополосковые антенны / Б. А. Панченко, Е. И. Нефедов. — М. : Радио и связь, 1986. — 145 с.

[2] Mishoostin, B. A., Slyozkin, V. G. The sectioned microstrip antennas // 4-th Int. Conf. on Antenna Theory and Techn. ICATT–2003. Proceedings. — V.1. — Moscow : Russia, PH IPRZhR; Kyiv : Ukraine, PH «Izvestiya Vuzov», 2003. — P. 501—503.

[3] Справочник по расчёту и конструированию СВЧ полосковых устройств / Под ред. В. И. Вольмана. — М. : Радио и связь, 1982. — 328 с.

THE TWO-SECTION MICROSTRIP ANTENNA

Slyozkin V. G., Nevedrov M. G., Slyozkin G. V.
Scientific adviser: Slyozkin V. G.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The new modification of a two-section microstrip antenna with additional short-circuiting pins is proposed. The calculation formula for the radius of the radiating structure has been obtained and confirmed by the results of numerical simulation. It is shown that the effective permittivity of the base is determined by the properties of the slot line formed by the gap between the edges of the sections.

СИНТЕЗ И АНАЛИЗ КОМБИНИРОВАННОГО ВОЛНОВОДНОГО НАПРАВЛЕННОГО ОТВЕТВИТЕЛЯ НА ОСНОВЕ ПЛОСКОГО МЕТАЛЛОДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВОЛНОВОДА

Бугаёв П. А., Присяжнюк С. Н.
Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Афонин И. Л.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: Pasha_ba@mail.ru

Аннотация — Приведены результаты экспериментальных исследований комбинированного направленного ответвителя, каналы которого выполнены на разнотипных волноводах: полом металлическом и плоском металлодиэлектрическом.

1. Введение

В настоящее время разработан новый тип конструктивно простой и экономичной линии передачи СВЧ диапазона — плоский металлодиэлектрический волновод (ПЛМДВ) [1], который является альтернативным стандартному полому металлическому волноводу (ПМВ). Разработка элементной базы на основе предложенного типа волновода требует создания измерительных устройств, предназначенных для экспериментальной отработки разработанных волноводных узлов. Для проведения экспериментальных исследований, можно воспользоваться измерителями, сочетающими в своих структурных схемах комбинации элементов, построенных как на основе нового типа волновода, так и стандартного — полого металлического. Устройством, объединяющим эти два вида элементов, является комбинированный направленный ответвитель (КНО) [2], каналы которого выполнены на разнотипных волноводах.

2. Основная часть

КНО состоит из двух каналов, один построен на основе ПМВ, а второй на основе ПЛМДВ. Особенностью КНО является то, что длины волн в его волноводных каналах не одинаковы. Поэтому известные методики расчета многодырочных НО не пригодны для КНО. В стандартных направленных ответвителях расстояние между центрами отверстий связи волноводных каналов равно четверти средней длины волны в волноводе. Отличия длин волн в волноводных каналах комбинированного направленного ответвителя и связанного с этим отличия фазовых сдвигов волн на равных расстояниях в каналах были учтены при синтезе и анализе КНО. Одним из основных параметров КНО (рис. 1) является его направленность. Для измерения направленности используем структурную схему, показанную на рис. 2.



Рис. 1

Производим измерения напряжения U_1 в диапазоне частот — 8,2 … 12,2 ГГц. После чего, переключаем детекторную головку в четвертое плечо направленного ответвителя и производим измерения напряжения U_1' на тех же частотах.. По результатам, измерений, построим график зависимости направленности КНО от частоты (экспериментальные и теоретические данные) на рис. 3.

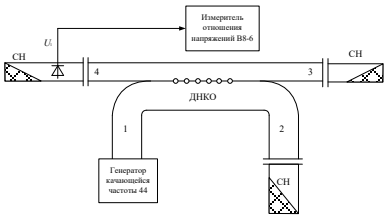


Рис. 2

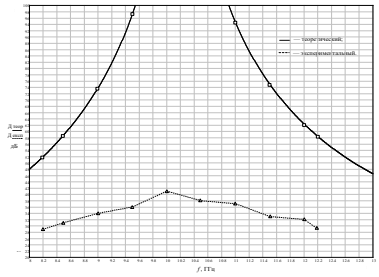


Рис. 3

3. Заключение

Таким образом, после проведения эксперимента минимальная практическая направленность на краях рабочего диапазона составляет 29 дБ, а максимальная направленность на средней частоте рабочего диапазона составила 41 дБ. Полученные результаты направленности являются достаточными для использования, комбинированного направленного ответвителя в составе измерительных приборов.

4. Список литературы

[1] Бугаёв, П. А. Геометрическая электродинамика плоского металлодиэлектрического волновода прямоугольного сечения / П. А. Бугаёв, И. Л. Афонин, В.В. Саламатин // Измерительная и вычислительная техника в технологических процессах. — Хмельницкий, 2010. — № 1. — С. 56—62.

[2] Афонин, И. Л. Комбинированный волноводный направленный ответвитель / П. А. Бугаёв, И. Л. Афонин, В. В. Саламатин // СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии. — Севастополь, 2013. —С. 716—717.

SYNTHESIS AND ANALYSIS OF COMBINED WAVEGUIDE DIRECTIONAL COUPLER BASED ON FLAT METAL-DIELECTRIC WAVEGUIDE

Bugayov P. A., Prisyazhnyuk S. N.
Scientific adviser: Afonin I. L.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of experimental studies of a combined directional coupler are presented, the channels of which are made on heterogeneous waveguides: metal and flat metal-dielectric.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОКРЫТИЯ ШИРОКОПОЛОСНЫМ ДОСТУПОМ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

Широков И. Б., Карпов В. Ю., Поляшева В. В.
Научный руководитель: д-р техн. наук, доц. Широков И. Б.
Черноморское высшее военно-морское училище им. П. С. Нахимова, Россия
E-mail: kosnickname@gmail.com

Аннотация — В теоретическом аспекте рассмотрена возможная организация установки антенн беспроводного широкополосного доступа с целью покрытия всей территории Республики Крым скоростным интернетом при минимальном числе антенн. Таким образом, данная разработка позволяет обеспечить на территории Республики Крым беспроводную передачу данных на высокой скорости.

1. Введение

Беспроводной широкополосный доступ представляет собой технологию передачи данных абонентам, обеспечивающую высокое качество в выделенном частотном диапазоне. Она базируется на использовании широкополосных сигналов, применяемых в целях увеличения устойчивости к помехам, возникающим при передаче информации посредством источника с небольшой мощностью.

Рассматриваемая технология применяется при нахождении на значительном удалении от опорной сети доступа, наличии перемещающихся средств приема сигнала, а также при невозможности проложить кабель в данном населенном пункте, местности или нерентабельности такого монтажа.

Основным преимуществом беспроводного широкополосного доступа является скорость передачи данных, которая для сети 4-го поколения (4G) составляет до 450 Мбит/с, а для сети 5-го поколения (5G) до 7 Гбит/с.

2. Основная часть

На рис. 1 представлена схема расположения антенн. В Интернете достаточно сервисов, которые можно использовать для определения «Зоны Френеля». Основная антенна будет расположена на горе Роман-Кош. Выбор обусловлен тем, что гора является самой высокой в Крыму и ее высота над уровнем моря составляет более 1500 метров, а также открывается прямая видимость на большую часть Крыма. Антенны также можно установить в Севастополе, Оленевке, Октябрьском, Сары-Баш, Старом Крыму, Джанкое, а также в районе Керчи. Все эти точки между собой являются ретрансляторами, и находятся в пределах «зеленой зоны Френеля» (не менее 60 % зоны чисты от каких-либо препятствий).

За счет того, что все антенны находятся на возвышенностях, мы увеличиваем зону видимости, а соответственно и расстояние до горизонта. Например, расстояние до горизонта с горы Роман-Кош составляет порядка 150 километров.

3. Заключение

Представленная схема является решением, обладающим значительным потенциалом для применения в современных и будущих технологиях беспроводного широкополосного доступа. Основными преимуществами является: минимизация затрат времени на разработку проекта; в максимально короткие сроки ввести в эксплуатацию; исключена прокладка дорогостоящего кабеля; поддерживают качество сетевого доступа на высоком уровне, в том числе в труднодоступных местах.

4. Список литературы

[1] Салтыков, А. Р. Оптические сети доступа / А. Р. Салтыков. — Спб. : Изд-во «Санкт-Петербургский ГУ телекоммуникации им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», 2019. — 128 с.
[2] Сети стационарного широкополосного доступа : учебное пособие. Ч. 1. — СПб : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2020. — 89 с.

THE ORGANIZATION OF BROADBAND ACCESS COVERAGE OF THE REPUBLIC OF THE CRIMEA

Shirokov I. B., Karpov V. Y., Polyasheva V. V.
Scientific adviser: Shirokov I. B.
Black Sea Higher Naval School named after P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — In a theoretical aspect, the possible organization of the installation of antennas for wireless broadband access is considered in order to cover the entire territory of the Republic of Crimea with high-speed Internet with a minimum number of antennas. Thus, this design makes it possible to provide wireless data transmission at high speed on the territory of the Republic of Crimea.

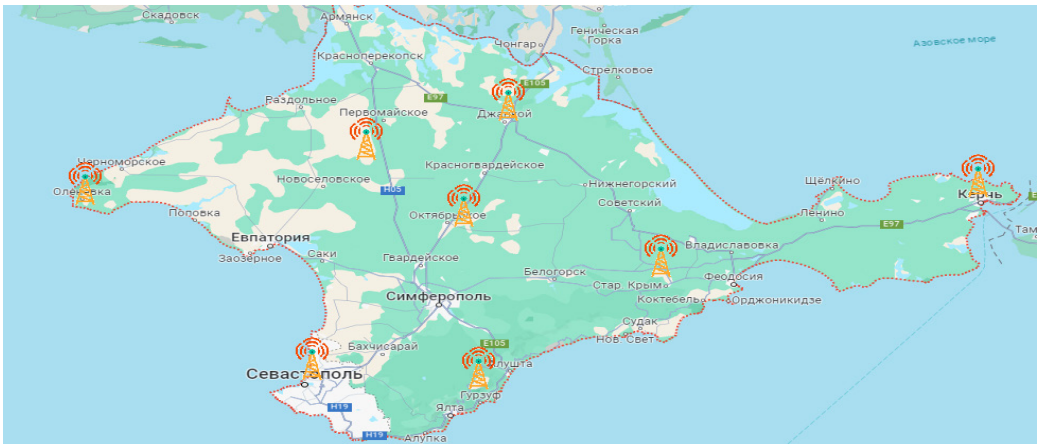


Рис. 1

СПУТНИКОВАЯ МНОГОЛУЧЕВАЯ ЗЕРКАЛЬНАЯ АНТЕННА С РАЗВЕРТЫВАЕМЫМ РЕФЛЕКТОРОМ

Козлов В. Н., Кузьменко И. С., Головин В. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Головин В. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: nurko_no1@mail.ru, v_golovin@mail.ru.

Аннотация — Разработана конструкция облучателя в виде семи широкополосных рупоров с гофрированной апертурой. Разработана модель многолучевой параболической антенны с развёртываемым рефлектором. Рассчитаны характеристики антенны в диапазоне частот 10,7—13,25 ГГц.

1. Введение

Спутниковые системы связи являются важнейшим направлением развития радиотехники. Для передачи большего количества информации и экономии частотного ресурса канала связи, используют многолучевые зеркальные антенны, которые устанавливаются на искусственный спутник Земли, для передачи информации на достаточно большом участке суши с повторным использованием частоты. Антенна, представленная в данной статье, разработана для организации покрытия сетью *5G* в диапазоне частот от 10,7 до 13,25 ГГц, что позволяет обеспечить большую скорость передачи информации.

2. Основная часть

Благодаря нескольким рупорным излучателям и параболической антенне, возможно реализовать многолучевую спутниковую антенну, которая позволяет покрыть достаточно крупный участок поверхности Земли. В данном участке установить приемные антенны, благодаря этому обеспечится покрытие связи [1].

В среде САПР *«Altair Feko»* разработана модель рупорного излучателя с ступенчатой апертурой (рис. 1). Диаметр апертуры рупора составляет 66 мм. В ходе моделирования получены диаграммы направленности рупорной антенны для всего рабочего диапазона частот. Полученная модель рупорного излучателя показана на рисунке ниже.

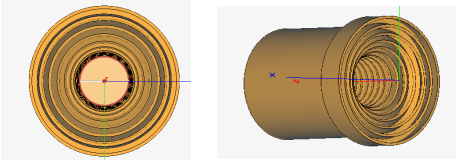
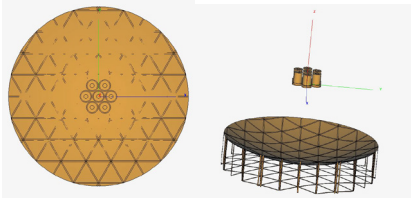


Рис.1

На рис. 2 показана модель параболического рефлектора с ферменной несущей конструкцией и секцией рупорных облучателей, обеспечивающих формирование семи независимых лучей.



а) б)

Рис. 2

На рис. 3 показаны диаграммы направленности (ДН) разработанной модели параболической зеркальной антенны на частоте 13,25 ГГц. На графиках осевое направление ДН (θ=0°) соответствует углу отклонения луча от фокальной оси параболического зеркала.

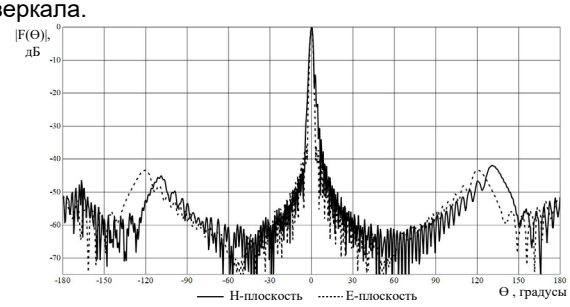


Рис. 3

В таблице 1 приведены частотные характеристики разработанной антенны по смещенному лучу.

Таблица 1

Частота, ГГц	КУ, дБи		Ширина луча ДН, град.
	Е-пл.	Н-пл.	
10,7	38,8	38,81	2,06
11,7	39,3	39,3	2,19
12,75	39,5	39,5	2,11
13,25	39,6	39,6	2,08

3. Заключение

Разработана модель ферменной конструкции развертываемого параболического рефлектора диаметром 1 м. Разработана модель широкополосного рупорного облучателя с гофрированной внутренней поверхностью. Определены геометрические параметры широкополосного рупорного облучателя.

Рассчитаны диаграммы направленности и в рабочем диапазоне частот определены характеристики излучения многолучевой параболической антенны с развёртываемым рефлектором.

4. Список литературы

[1] Roederer, A. G. Unfurlable Satellite Antennas: A Review / A. G. Roederer, Y. Rahmat-Samii // Annales des Telecommun. — 1989. — Vol 44, No. 9/10. — P. 475—488.

SATELLITE MULTIPATH PARABOLIC ANTENNA WITH DEPLOYABLE REFLECTOR

Kozlov V. N., Kuzmenko I. S., Golovin V. V.
Scientific adviser: Golovin V. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The design of the irradiator in the form of seven broadband horns with a corrugated aperture are designed. The model of a multipath parabolic antenna with a deployable reflector are designed. The characteristics of the antenna in the frequency band of 10.7 — 13.25 GHz are obtained.

ПОЛОСКОВАЯ ПЕЧАТНАЯ ДИРЕКТОРНАЯ АНТЕННА YAGI-UDA

Николаев А. К., Борисёнок А. В., Головин В. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Головин В. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: artyom.nikolayev.05@mail.ru, v_golovin@mail.ru

Аннотация — Разработана конструкция полосковой печатной директорной антенны со связными эллиптической формы и коэффициентом усиления 4-6,5 дБи в диапазоне частот 2,4—3 ГГц.

1. Введение

Современные беспроводные устройства нуждаются в антенне с компактными размерами, хорошим коэффициентом усиления, разнесением диаграммы направленности и широким диапазоном рабочих частот. Именно поэтому полосковая печатная квази-антенна Yagi-Uda является лучшим выбором для таких применений.

2. Основная часть

Разработанная антенна представляющую собой новую конструкцию директорной антенны в основе которой лежит использование элемента со связными направляющими эллиптической формы, который шире по сравнению с основными элементами. По сравнению с обычной печатной конструкцией Яги, жестко связанный направляющий элемент расположен очень близко к полосковым дипольным плечам. Коэффициент усиления повышается за счёт размещения четырех дополнительных направляющих элементов эллиптической формы в направлении распространения электромагнитного поля.

В среде САПР *«Altair Feko»* разработана модель полосковой антенны с эллиптическими связными (рис. 1). Общий размер предлагаемой антенны составляет 60×140×1,6 мм. В ходе моделирования получены диаграммы направленности печатной антенны для всего рабочего диапазона частот [1].

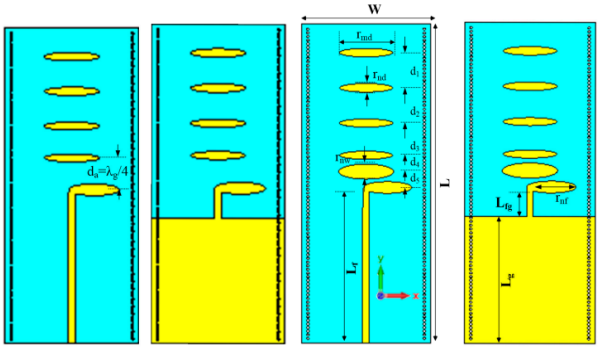


Рис. 1

На рис. 2 показана диаграмма направленности (ДН) разработанной модели печатной директорной-антенны на частоте 2,4 ГГц.

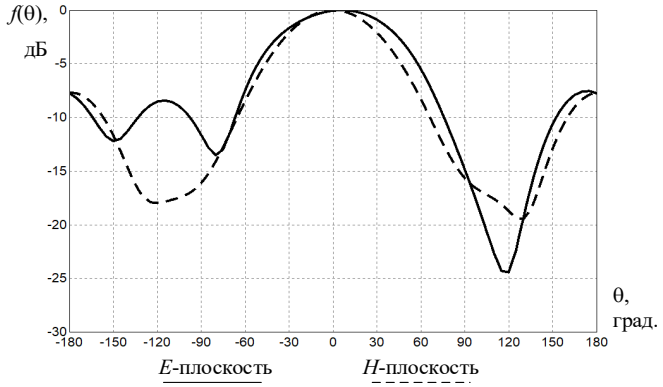


Рис. 2

В таблице 1 приведены частотные характеристики проектируемой антенны.

Таблица 1

Частота, ГГц	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3
$2\Delta\theta^{E}_{-3дБ}$, град.	88,6	86,4	84,1	75,1	68,7	64,9	62,6
$2\Delta\theta^{H}_{-3дБ}$, град.	71,8	66,3	60,9	56,7	54,2	52,4	50,8
КУ, дБи	7,2	7,4	7,8	8,4	8,8	9,15	9,5

3. Заключение

Разработана модель директорной полосковой директорной-антенны с эллиптическими элементами. Определены геометрические параметры антенны.

Рассчитана диаграмма направленности и в рабочем диапазоне частот определены характеристики излучения печатной антенны.

4. Список литературы

[1] Белинский, В. Т. Практическое пособие по учебному конструированию РЭА / В. Т. Белинский, В. П. Гондол, А. Б. Грозин; под ред. К.Б. Круковского–Синевича, Ю. Л. Мазора. — Киев : Вища шк., 1992. — 494 с.

STRIP PRINTED DIRECTOR YAGI-UDA ANTENNA

Nikolaev A. K., Borisyonok A. V., Golovin V. V.
Scientific adviser: Golovin V.V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The design of a strip-printed director antenna with elliptical-shaped couplings and a gain of 4-6.5 dBi in the frequency range 2.4-3 GHz has been developed.

КОМПАКТНАЯ ШИРОКОПОЛОСНАЯ АНТЕННАЯ РЕШЕТКА ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ ВИВАЛЬДИ

Козлов В. Н., Кузьменко И. С., Головин В. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Головин В. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: nurko_no1@mail.ru, v_golovin@mail.ru.

Аннотация — Разработана модель широкополосного излучателя Вивальди. Разработана топология широкополосного синфазного ответвителя. Разработана модель компактной широкополосной синфазной решётки для использования в составе средств радиоэлектронной борьбы.

1. Введение

Угроза беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) возникает в связи с незаконным использованием дронов и беспилотников для террористических актов или других враждебных действий против людей и объектов. БПЛА становятся все более доступными, и их функциональность растет, что может создавать риски для безопасности. Угрозу могут предоставлять профессиональные военные дроны или недорогие коммерческие модели. Для борьбы с БПЛА существуют специальные устройства, позволяющие отслеживать и нейтрализовать их. Именно для такого устройства была разработана синфазная антенная решётка на основе широкополосных излучателей Вивальди.

2. Основная часть

Преимущества антенны Вивальди включают широкополосную работу, компактность, возможность использования в технике радиолокации, радиосвязи и других приложениях, где нужна небольшая антенна и с широким диапазоном частот. Недостатком этой антенны является компактность ее дизайна, что выражается в сложных аналитических расчетах и сложных формулах для получения оптимальных параметров [1].

В среде САПР *«Altair Feko»* разработана модель широкополосного излучателя Вивальди (рис. 1). В ходе моделирования получены диаграммы направленности рупорной антенны для всего рабочего диапазона частот. Разработанная модель широкополосного излучателя Вивальди показана на рис. 1.

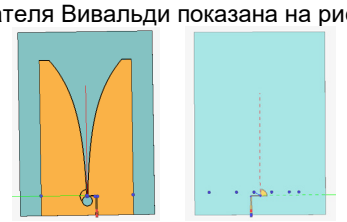


Рис.1

На рис. 2 показана разработанная модель двухэлементной широкополосной антенной решётки.

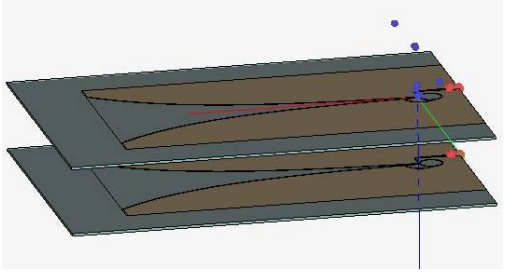


Рис. 2

Питание антенной решетки реализовано с применением широкополосного синфазного трехкольцевого ответвителя Уилкинсона, микрополосковая топология которого разработана в САПР AWR DE.

На рис. 3 показаны диаграммы направленности (ДН) разработанной модели двухэлементной широкополосной антенной решётки на частоте 4,1 ГГц.

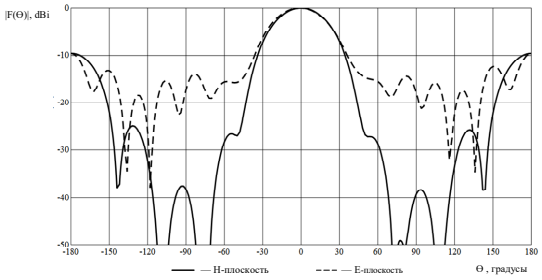


Рис. 3

В таблице 1 приведены частотные характеристики разработанной антенной решётки.

Таблица 1

Частота, ГГц	КУ, дБи		Ширина луча ДН, град.
	E-пл.	H-пл.	
1,7	9,5	9,5	85,65
3,14	14,1	14,1	41,40
4,1	19,9	19,9	31,07
6	13,5	13,5	21,66

3. Заключение

Разработана модель микрополоскового трехкольцевого делителя мощности Уилкинсона, Разработана модель широкополосного излучателя Вивальди. Разработана модель двухэлементной широкополосной синфазной антенной решётки. Рассчитаны диаграммы направленности и в рабочем диапазоне частот определены характеристики излучения двухэлементной широкополосной антенной решётки.

4. Список литературы

[1] Воскресенский, Д. И. Тенденции развития широкополосных фазированных антенных решёток (обзор работ) / Д. И. Воскресенский, Ю. В. Котов, Е. В. Овчинникова // Антенны. — М., 2005. — Вып. 11. — С. 7 — 21.

COMPACT BROADBAND ANTENNA ARRAY OF VIVALDI EMITTERS

Kozlov V. N., Kuzmenko I. S., Golovin V. V.
Scientific adviser: Golovin V. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A Vivaldi broadband emitter model is developed. The topology of a broadband cophased coupler is developed. A model of a compact broadband cophased array for use as part of electronic warfare equipment is developed.

МОДЕЛЬ ДИАГРАММООБРАЗУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА НА ОСНОВЕ ОПТИЧЕСКОЙ МАТРИЦЫ БАТЛЕРА

Ткаченко М. О., Головин В. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Головин В. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: MOTkachenko@sevsu.ru

Аннотация — Рассмотрена архитектура диаграммообразующего устройства (ДОУ) фазированной антенной решетки (ФАР), реализованного на основе оптической матрицы Батлера (ОМБ) со встроенным коммутатором для управления лучом диаграммы направленности (ДН) ФАР.

1. Введение

Методика формирования луча ДН используются для получения нескольких основных лучей и с регулировки их ширины [2]. Оптические ДОУ основаны на формировании луча методом управляемых линий задержки (*TTD*). Преимуществом *TTD* является широкая полоса пропускания, однако конструкции на их основе имеют имеет высокие масса-габаритные характеристики. Радиофотонная ДОУ на основе ЛЗ должна иметь достаточную полосу пропускания и диапазон временных задержек и обеспечивать допустимое полное время перекоммутации и уровень перекрестных помех, при этом перестройка луча может быть, как дискретная, так и непрерывная [1].

Матрица Батлера представляет собой схему формирования луча, состоящую из соединенных между собой гибридных ответвителей и фазовращателей.

2. Основная часть

Исследуемая модель ДОУ на основе ОМБ показана на рис. 1. Оптический сигнал, сформированный методом модуляции оптической несущей РЧ сигналом, подается на демультеплексор, где разделяет его по длинам волн на *N* каналов количество которых равно количеству входов ОМБ.

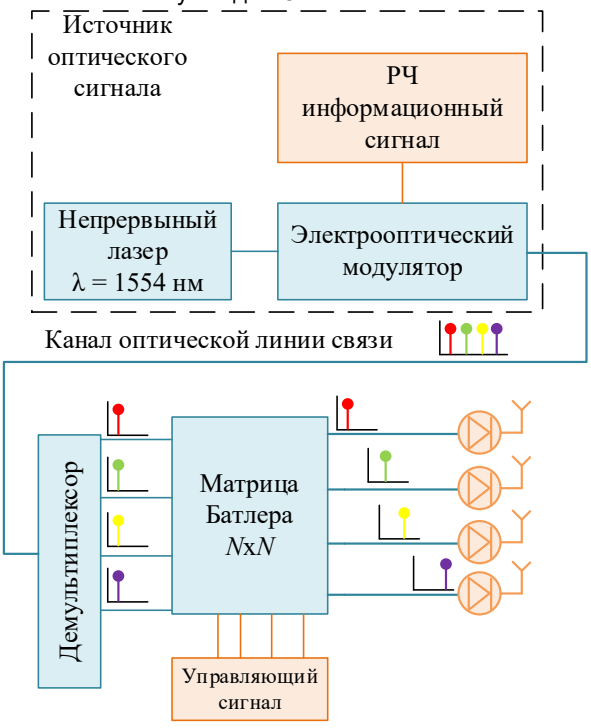


Рис. 1

На выходных портах ОМБ несущие сигналы с разной временной задержкой будут проходить через фотоприемники, чтобы обеспечить каждому элементу матрицы необходимый фазовый сдвиг, что зависит от сгенерированного управляющего сигнала.

В качестве примера подадим на ОМБ управляющий сигнал [1 0 1 0], путь прохождения сигналов показан на рис. 2.

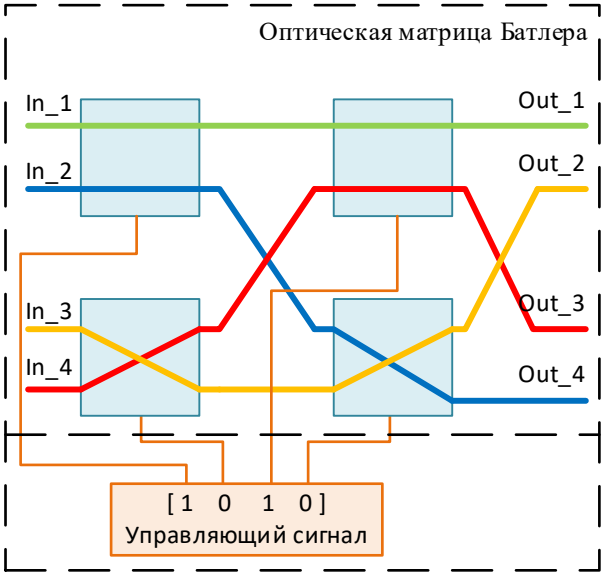


Рис. 2

3. Заключение

В статье описан принцип работы модели ДОУ на основе ОМБ 4x4 для режимов приёма и передачи РЧ сигнала.

4. Список литературы

[1] Проектирование радиофотонных диаграммообразующих схем фазированных антенных решеток в микроволновой САПР AWR DE / В. В. Головин [и др.] // Журнал радиоэлектроники. – 2022. – № 11. — С. 22—28.

[2] Bass, M. Fiber Optics Handbook: Fiber, Devices, and Systems for Optical Communications / M. Bass, E. W. Van Stryland. — The McGraw-Hill Companies, Inc., 2001. — 416 p.

THE MODEL OF BEAMFORMING SYSTEM BASED ON THE OPTICAL BUTLER MATRIX

Tkachenko M. O., Golovin V. V.
Scientific adviser: Golovin V. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The architecture of beamforming device, based on optical Batler matrix with a built-in switch for controlling the beam of the radiation pattern of the phased array, is considered.

АНАЛИЗ ВИБРАТОРНОЙ АНТЕННЫ С НАКЛОНЕННЫМИ ПЛЕЧАМИ

Васин Е. Е., Щекатурин А. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Щекатурин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: pulson2011@gmail.com

Аннотация — Проведено исследование влияния геометрических параметров несимметричной вибраторной антенны, плечи которой выполнены из тонких линейных проводников постоянного сечения, на ее входные характеристики и характеристики излучения.

1. Введение

Вибраторные антенны, выполненные из тонких проводников — один из самых популярных и широко используемых типов антенн в настоящее время.

Тонкие вибраторные антенны отличаются небольшой массой и простотой конструкции, что делает их удобными для использования в радиотехнических системах различного назначения. Они могут быть легко установлены и перенесены из одного места в другое, а также использованы в подвижных системах связи.

Тонкие вибраторные антенны являются относительно дешевыми в производстве.

В работе исследуется тонкая вибраторная плечи которой образуют угол α, отличный от 180°. Это позволяет уменьшить вертикальный размер антенны и улучшить согласование с линией питания.

2. Основная часть

Уменьшение вертикального размера антенны приводит к увеличению прочности и скрытности размещения.

Для уменьшения вертикального размера антенны плечи вибратора размещаются таким образом, что образуют угол α.

Теоретически входное сопротивление полуволнового вибратора равно 73 Ом, это значение определено в предположении, что проводник антенны бесконечно тонкий и антенна расположена бесконечно высоко над землей. В диапазонах КВ и УКВ диаметр провода полуволнового вибратора редко бывает меньше 2 мм, при этом входное сопротивление антенны находится в интервале от 60 до 65 Ом [1].

В результате анализа получено, что активная часть входного сопротивления антенны с α = 180° равна 66,6 Ом при равном нулю реактивной части входного сопротивления.

На рис. 1 показана зависимость входного сопротивления антенны с углом при вершине антенны 120° от частоты.

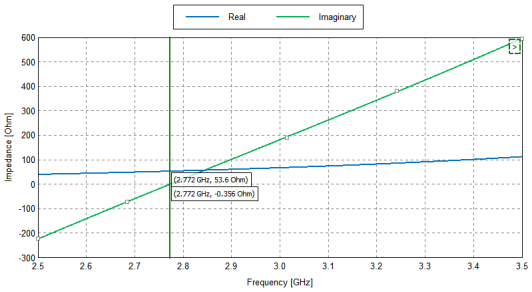


Рис. 1

Из рис.1 следует, что активная часть входного сопротивления 53,6 Ом при равной нулю реактивной части входного сопротивления. Таким образом, при α = 180° тонкая вибраторная антенна может быть согласована с питающей линией с волновым сопротивлением 50 Ом.

На рис. 2 показана диаграмма направленности антенны с углом α при вершине, равном 120°.

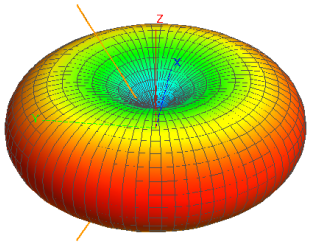


Рис. 2

Из рис. 2 видно, что диаграмма антенны с α = 180° близка к тороидальной.

При этом неравномерность диаграммы направленности в горизонтальной плоскости не превышает 0,2 дБ, рис. 3.

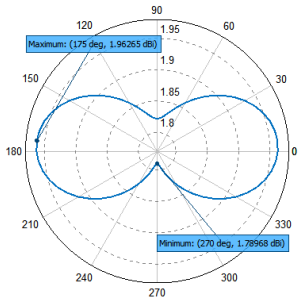


Рис. 3

3. Заключение

Таким образом, исследовано влияние угла при вершине тонкой вибраторной антенны на ее входные характеристики и характеристики излучения.

Установлено, что при уменьшении угла между плечами вибратора происходит уменьшение активной части входного сопротивления.

4. Список литературы

[1] Антенны горизонтальной поляризации [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://lib.qrz.ru/book/export/html/1232?ysclid=ln7llxwf6m465677726 (дата обращения 10.09.23).

ANALYSIS OF A VIBRATOR ANTENNA WITH INCLINED SHOULDERS

Vasin E. E., Schekaturin A. A.
Scientific adviser: Schekaturin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A study was carried out of the influence of the geometric parameters of an asymmetrical dipole antenna, the arms of which are made of thin linear conductors of constant cross-section, on its input characteristics and radiation characteristics.

АНАЛИЗ ШИРОКОПОЛОСНОЙ ПЕЧАТНОЙ АНТЕННЫ

Васин Е. Е., Щекатурин А. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Щекатурин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: pulson2011@gmail.com

Аннотация — Проведено исследование влияния геометрических параметров разработанной широкополосной антенны, выполненной на базе печатной структуры, на её входные характеристики и характеристики излучения. В качестве антенного элемента использован Batwing печатный излучатель с увеличенной рабочей полосой частот, [1, 2, 3].

1. Введение

Разработка широкополосных печатных антенн является актуальной в современной электронике и связи по нескольким причинам:

— беспроводные коммуникации; в современном мире все больше устройств используют беспроводные коммуникации, такие как Wi-Fi, Bluetooth, NFC, различные диапазоны радиочастот и т.д. Широкополосные антенны могут обеспечить эффективную и надежную связь во всех этих диапазонах;

— расширение полосы пропускания; широкополосные антенны могут обеспечить большую полосу пропускания, что позволяет передавать больше данных за меньшее время. Это особенно важно для передачи высококачественного видео, потокового аудио и других больших объемов данных;

— интернет вещей (IoT); с ростом интернета вещей все больше устройств будет взаимодействовать между собой по беспроводным каналам. Широкополосные антенны могут обеспечить надежную и эффективную связь между этими устройствами;

— объемные и компактные устройства; современные устройства все больше становятся компактными и объемными. Разработка широкополосных печатных антенн позволяет интегрировать их внутрь устройств, что позволяет сэкономить пространство и повысить функциональность;

— прочность и надежность; печатные антенны обладают высокой прочностью и надежностью, что делает их подходящими для применения в условиях экстремальных температур, вибраций и других агрессивных сред.

Разработка широкополосных печатных антенн является важным направлением исследований, которое может привести к созданию более эффективных и надежных беспроводных систем связи, повышению качества и скорости передачи данных.

2. Основная часть

Разработанная печатная антенна показана на рис. 1.

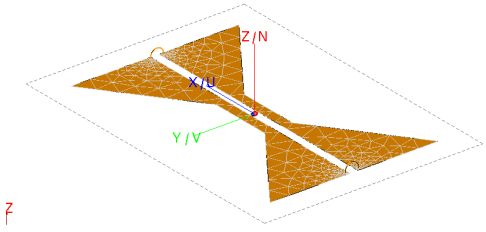


Рис. 1

Активная реактивная части входного сопротивления показаны на рис. 2, 3.

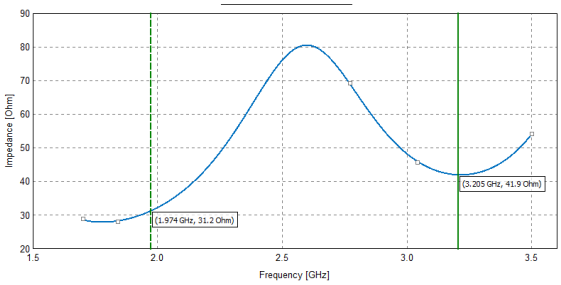


Рис. 2

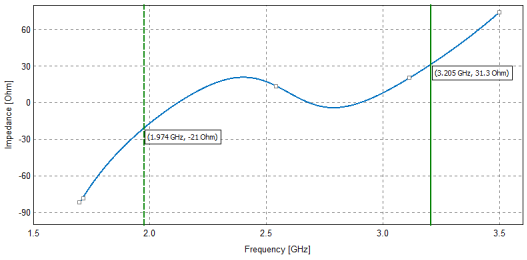


Рис. 3

В результате моделирования определены геометрические параметры излучающего элемента.

Установлено, что излучаемое поле создают поверхностные токи, текущие вдоль вертикальных краев антенного элемента.

3. Заключение

Таким образом, проведено моделирование работы антенного элемента. Показано, что согласование антенны с питающим фидером может быть осуществлено изменением значений геометрических параметров, в частности ширины щели.

4. Список литературы

[1] Справочник по SW антеннам [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.amazon.ae/Antenna-Handbook-Applications-Y-T-Lo/dp/0442015941 (дата обращения 10.05.2023).

[2] Антенна Харченко [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://3g-aerial.biz/konstruktsii-antenn/odnonapravlennye-antenny/antenna-kharchenko-dlya-3g-i-wifi (дата обращения 10.05.2023).

[3] BowTie Slot [Электронный ресурс]. — Режим доступа:https://ypylypenko.livejournal.com/76036.html (дата обращения 10.05.2023).

ANALYSIS OF BROADBAND PRINTED ANTENNA

Vasin E. E., Schekaturin A. A.
Scientific adviser: Schekaturin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A study was carried out of the influence of the geometric parameters of the developed broadband antenna, made on the basis of a printed structure, on its input characteristics and radiation characteristics. A Batwing printed emitter with an increased operating frequency band was used as an antenna element.

СПОСОБЫ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ БОРЬБЫ С БПЛА

Миронов А. Ф., Швец Н. С.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Миронов А. Ф.
Черноморское высшее военно-морское училище им. П. С. Нахимова, Россия
E-mail: nikitosmachos@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены способы радиоэлектронной борьбы с БПЛА.

1. Введение

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) предназначены для выполнения задач без участия человека на борту. Они используются для различных целей: наблюдение и разведка, доставка грузов, в поисковых, спасательных и военных операциях. БПЛА бывают различных размеров, моделей, конфигурации и принципов действия — от маленьких мультироторных квадракоптеров до больших стратегических беспилотных самолетов.

2. Основная часть

БПЛА оснащаются датчиками и камерами наблюдения, способными собирать и передавать различные данные. При передаче сигнала могут возникать электромагнитные помехи от других радиопередающих устройств, линий электропередач, металлических конструкций и т. д. Вследствие помех возможна потеря связи между БПЛА и пультом управления. При ведении боевых действий на БПЛА оказывают целенаправленные воздействия для подавления, перехвата управления или уничтожения.

Для подавления и перехвата управления используют специальные средства радиоэлектронной борьбы (РЭБ) — технические средства, используемые для подавления или маскировки радиосигнала. Эти средства могут применяться для борьбы с БПЛА или для защиты от радиоэлектронного нападения.

Для радиоэлектронной борьбы с БПЛА используют специализированную аппаратуру, способную сканировать пространство для обнаружения каналов связи, через которые главный пульт подает команды на управляемый дрон. Также имеет место подавление и перехват управляющего сигнала: установленный источник сигнала дублируется с подменой и внедрения в беспилотник других команд для отвода аппарата на дальние участки и вывода его из строя.

Рассмотрим несколько таких способов радиоэлектронной борьбы с беспилотными дронами:

1. Интерференция радиосвязи — использование сильных радиоимпульсов на частотах, применяемых для контроля и управления БПЛА, для искажения или блокировки передаваемого сигнала между БПЛА и оператором.

2. Шумовая помеха — генерация шумовых сигналов на частотах, используемых для связи и навигации БПЛА, чтобы искажать или затруднять прием сигнала на БПЛА или устройствах управления. Такие установки способны в буквальном смысле «ослепить» беспилотный аппарат. Они создают радиоэлектронные помехи, блокирующие доступ управляющих радиоволн с главного пульта, сбивая систему навигации и компас. При полной дезориентации аппарат может свободно дрейфовать в воздухе или в спокойном состоянии находиться на земле, в зависимости от сборки и конфигурации беспилотника.

3. Подавление навигационных систем: использование специальных приборов или технических методов для подавления сигналов систем глобальной позиционной навигации (ГЛОНАСС, GPS) или других навигационных систем, используемых БПЛА для определения своего местоположения.

На рис. 1 представлена схема подавления главного канала связи с пульта управления до беспилотного дрона путем создания в атмосфере шумовых помех.

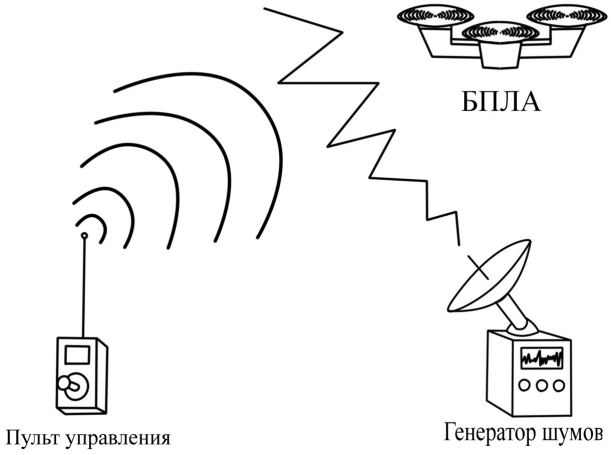


Рис. 1

3. Заключение

Беспилотные аппараты уверенно вошли в нашу жизнь как в гражданской, так и в военной сфере. Однако современные серийные образцы имеют недостаток – слабый уровень защиты радиомодуля БПЛА, что может способствовать аварии, перехвату или полной дезориентации аппарата. На сегодняшний день для борьбы с вражескими беспилотными летательными аппаратами используют перехват и/или подавление радиосигнала путем создания в пространстве шумов, изолирующих каналы управления с главного пульта.

4. Список литературы

[1] Karneev Systems [Электронный ресурс] / Средства борьбы с беспилотниками. — Режим доступа: https://www.karneev.com/stati/sredstva-borby-s-bespilotnikami.

[2] Technovery [Электронный ресурс] / Что такое БПЛА: какие они бывают и где используются. — Режим доступа: https://technovery.com/chto-takoe-bpla-kakie-oni-byvayut-i-gde-ispolzuyutsya.

METHODS OF ELECTRONIC COMBAT AGAINST UAVS

Mironov A. F., Shvets N. S.
Scientific adviser: Mironov A. F.
Black Sea Higher Naval School named after P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — Methods of electronic warfare against UAVs are 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

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ГЕРМЕТИЗАЦИИ ПРИЕМНИКОВ ИК-ИЗЛУЧЕНИЯ В ВАКУУМЕ

Видрицкий А. Э., Ланин В. Л.
Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Ланин В. Л.
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь
E-mail: AVidritskiy@integral.by, vlanin@buir.by

Аннотация — Герметизация является ключевой технической задачей, поскольку микроболометры требуют вакуума и хорошо контролируемой атмосферы для надежной работы и увеличения срока службы. Основные проблемы в достижении подходящего уровня вакуума и его поддержания.

1. Введение

Пайку применяют для герметизации приборов с большими габаритными размерами в плоских корпусах. Процесс герметизации пайкой состоит в соединении металлических или металлизированных деталей корпусов с помощью припоя, который, расплавляясь, заполняет капиллярный зазор между ними и, кристаллизуясь, связывает их в монолитную герметичную конструкцию. Прочность соединения, как правило, равна прочности припоя.

Процесс герметизации пайкой включает подготовку деталей корпусов к пайке, непосредственно пайку и контроль загерметизированных изделий. Необходимым условием качества пайки является тщательная очистка паяемых поверхностей. Пайка деталей корпуса осуществляется нагревом в печи собранных в кассеты деталей с заранее вложенным припоем [1].

2. Основная часть

На сегодняшний день, преимущественно, в качестве окон для сборки корпусов микроболометрических матриц используются окна из германия. Процесс герметизации микроболометра представляет собой пайку германиевого окна к основанию корпуса с помощью преформы. После прекращения откачки внешним насосом давление внутри любой герметичной полости неизбежно изменится. Если внутри полости нет материалов, поглощающих газы (геттеров), то давление изменяется исключительно в большую сторону.

Утечки по границам материалов и дегазация являются главными факторами, вызывающими повышение давления внутри герметичного объёма [2].

Для обеспечения смачивания окна материалом припоя на его обратную сторону по ободку наносится трехслойная металлизация *Ti*/*Ni*/*Au*.

На рис. 1 показан внешний вид паяного шва при использовании германиевого окна со стандартной металлизацией под пайку на обратной стороне.



Рис. 1

Как видно из рис. 1, материал припоя отлично смачивает ободок основания корпуса, но в то же время не происходит его растекания по боковой стенке германиевого окна, что позволило бы повысить надежность изделия. Для решения этой задачи нанесена металлизация *Ti*/*Ni*/*Au* на установке электронно-лучевого напыления *STE EB*71*M* общей толщиной 650 нм на боковую стенку германиевого окна и проведен процесс герметизации с применением припоя 80In15*Pb*5*Ag* при температуре 230 °С. Внешний вид паяного шва при герметизации корпуса микроболометра показан на рис. 2.

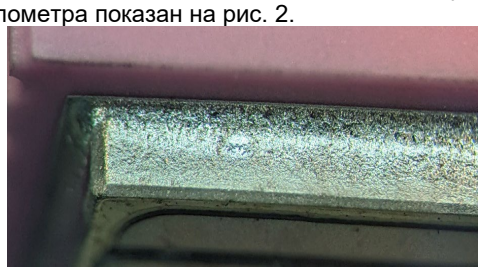


Рис. 2

Как видно из рис. 2 паяный шов ровный, без пор и щелей, на внешней стороне шва расположена галтель припоя. Наличие галтели на внешней стороне шва повышает надежность сборки по герметичности даже при наличии неоднородностей в растекании припоя между германиевым окном и ободком основания корпуса. Контроль герметичности проведен гелиевым течеискателем, скорость натекания составила $9{,}3\times10^{-10}$ Па/м^3×с.

3. Заключение

Таким образом, доработана конструкция германиевого окна посредством дополнительного слоя металлизации *Ti*/*Ni*/*Au*, использование которой позволило получишь по периметру паяного шва галтель, повышающей надежность сборки по герметичности.

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.

[2] Скупов, А. Вакуумное корпусирование на уровне пластины – геттеры / А. Скупов // Электроника : Наука, Технология, Бизнес. — 2016. — № 5. — С. 54—59.

OPTIMIZATION OF THE RECEIVER SEALING PROCESS IR RADIATION IN VACUUM

Vidritskiy A. E., Lanin V. L.
Scientific adviser: Lanin V. L.
Belarusian State University Of Informatics And Radioelectronics, Belarus

Abstract — Sealing is a key technical task, since microbolometers require a vacuum and a well-controlled atmosphere for reliable operation and increased service life. The main problems are in achieving a suitable vacuum level and its maintenance.

АКУСТИЧЕСКАЯ ПСЕВДОДАЛЬНОМЕРНАЯ СИСТЕМА ЛОКАЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

Дорофеев В. С., Егоров В. В.
Научный руководитель: Егоров В. В.
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Россия
E-mail: dorofeevvadimx@yandex.ru

Аннотация — Разработка прототипа системы локального позиционирования, использующей в измерениях звуковые частоты слышимого диапазона.

1. Введение

В последние годы большинство технологических процессов в разных сферах деятельности человека подверглось автоматизации и роботизации. При этом качество и скорость таких процессов сильно зависит от точности позиционирования автоматических устройств. Сейчас на рынке представлены самые разнообразные варианты систем позиционирования, определяющих месторасположение по времени прохождения радиоволн, лучей света, по мощности электромагнитного излучения, по радиочастотным идентификационным меткам, по инерции объекта.

Однако критичным недостатком систем, основанных на вышеперечисленных методах, является их большая стоимость, если они позволяют получить высокоточные измерения. Решением данной проблемы является наша разработка, измеряющая месторасположение по времени прохождения звукового сигнала от передатчика к приёмникам.

2. Основная часть

Система состоит из пользовательского модуля (снабженного акустическим излучателем и интерфейсом для подключения к концентратору), приёмных датчиков (оснащены микрофонами, интерфейсами связи с концентратором) и концентратора (осуществляет управление приёмными датчиками и производит все необходимые вычисления). Структурная схема представлена на рис. 1.

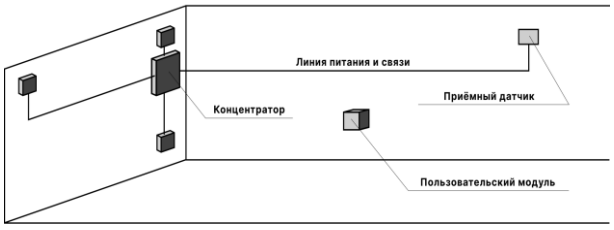


Рис. 1

Позиционирование пользовательского модуля относительно приёмников осуществляется по псевдодальномерному алгоритму с применением методов наименьших квадратов и сглаживания данных.

Данные о расстоянии определяются по времени прохождения звукового сигнала. Синхронизация приёмников для проведения данных измерений осуществляется по проводному или радиоканалу связи.

Разработанная система работает в диапазоне частот (20—20 000) Гц. Она не создает помех в работе других важных систем, использующих ультразвук на производствах и заводах. Кроме того, это свойство дает возможность удешевления системы. Ультразвуковым аналогам требуются специальные широкополосные излучатели и приёмники, что сказывается на их более высокой стоимости.

В качестве передаваемого звукового сигнала используется псевдослучайная последовательность символов (ПСП), синтезированная специально разработанным генератором. Выбор данного типа сигнала обоснован высокой эффективностью использования отведенного диапазона частот, наилучшим детектированием на приёмнике в присутствии шумоподобных помех (с помощью блока корреляционной обработки), а также возможностью использования одновременно множества передатчиков благодаря кодовому разделению каналов связи.

Особенность системы заключается в её высокой адаптивности, и возможности тонкой подстройки параметров. Во-первых, настраиваема длина ПСП. При её уменьшении поднимается частота измерений, а при увеличении — их точность. Во-вторых, настраиваема амплитуда сигнала, которая может быть снижена максимально, до уровня окружающих шумов, помех (и ниже), что дает возможность комфортно работать людям в зоне действия системы.

Разработанная система делает точечные, дискретные во времени измерения и может применяться самостоятельно. Однако наиболее перспективна связка с инерциальной системой, определяющей месторасположение непрерывно. Связка оправдана тем, что исключает недостатки каждой из систем, работающих по одиночке: нивелирует накопительную ошибку инерциальной системы и создает непрерывность позиционирования, позволяет работать акустической системе при отсутствии прямой видимости каждого приёмника от пользовательского модуля, а также частично решает проблему доплеровского сдвига частоты при движении модуля.

3. Заключение

В ходе работы разработан прототип системы и экспериментально подтверждена работа с заданной точностью ±1 мм, что позволяет использовать систему в роботизированных складских комплексах и строительных 3D-принтерах. Это позволяет двигаться к разработке более точной системы, к внедрению функции одновременной работы множества пользовательских модулей, а также приступить к реализации связки с инерциальной системой.

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.

ACOUSTIC PSEUDO-DIMENSIONAL LOCAL POSITIONING SYSTEM

Dorofeev V. S., Egorov V. V.
Scientific adviser: Egorov V. V.
Moscow Aviation Institute, Russia

Abstract — The design of prototype of local positioning system using audible sound frequencies in measurements is considered.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ В БЫТОВЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРИБОРАХ

Горобец Д., Егоров В. В.
Научный руководитель: Егоров В. В.
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Россия
E-mail: dgorobet3@gmail.com

Аннотация — Спроектировано устройство, позволяющее находить неисправности в бытовых и промышленных устройствах благодаря испускаемому ими ультразвуку.

1. Введение

Современное общество часто сталкивается с серьезными последствиями из-за неисправностей в бытовой и промышленной технике, а также в трубопроводах и электронике. Эти неисправности могут вызвать большие убытки, остановку операций и даже катастрофы. В данной статье рассматривается разработка специализированного устройства, способного преобразовывать ультразвуковые колебания в слышимый диапазон человеческого восприятия, что позволит оперативно обнаруживать определенные типы неисправностей и, таким образом, предотвращать их возможные негативные последствия.

2. Основная часть

На современных производственных предприятиях и в повседневной жизни широко применяются устройства с подвижными элементами. Для обеспечения их функционирования используются различные механизмы, такие как электрические моторы и конвейеры. Однако износ, деформации и другие неисправности могут вызвать нежелательные колебания. Обнаружение таких проблем обычно основывается на звуковых сигналах, включая дребезжащий шум.

Существует потенциал раннего обнаружения таких неисправностей. Прежде чем колебания станут слышимыми, они могут проявиться на ультразвуковом уровне. Это открывает перспективы разработки специализированных устройств, способных регистрировать ультразвуковые вибрации и предупреждать о потенциальных проблемах на ранних стадиях.

Ультразвук также может применяться для обнаружения газовых утечек. При дефектах в трубопроводах, газ, вытекая из трещин, создает специфические вибрации и звуки, которые в ультразвуковом диапазоне могут быть выявлены раньше, чем станут слышимыми. Это позволяет оперативно обнаруживать утечки и принимать меры для их устранения.

Разработанное нами устройство может быть использовано для своевременного обнаружения вышеописанных проблем. Принцип работы заключается в следующем: ультразвуковой сигнал с помощью ФВЧ отфильтрованный микрофоном, перемножается с сигналом гетеродина (используется гетеродин с частотой 32 768 Гц). В результате этого получается набор комбинационных частот, в частности в области низкой частоты слышимого диапазона (20 Гц—20 кГц), который может быть отфильтрован с использованием ФНЧ. Процесс проиллюстрирован на рис. 1.

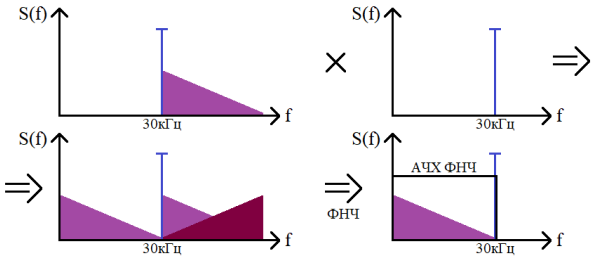


Рис. 1

Техническое устройство приёмника изображено на рис. 2.

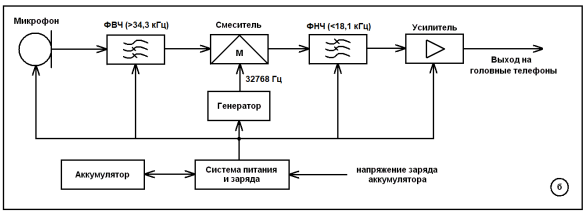


Рис. 2.

3. Заключение

Разработано устройство, переносящее ультразвуковые колебания в слышимый диапазон. Выявлены способы применения такого устройства в промышленности для предотвращения аварий.

4. Список литературы

[1] Устройства приёма и обработки сигналов / Ф.В. Зандер, Ю.В. Ветров, С. Груздев, С. В. Волвенко // Электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины. — Красноярск : ИПК СФУ, 2008. — С. 155.
[2] Григорьев, А. А. Лекции по теории сигналов: учеб. пособие / А. А. Григорьев. — М. : МФТИ, 2014. — С. 237.
[3] Журавлева, Л. М. Теория передачи сигналов : учеб. пособие / Л. М. Журавлева. — М. : МИИТ, 2017. — С. 149.
[4] Богатиков, Е. В. Устройство обнаружения и цифровой обработки ультразвуковых сигналов / Е. В. Богатиков, А. Н. Шебанов, К. Э. Ангарита Лорес // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. — 2019. — Т. 12, № 3. — С. 25—36.

USAGE OF ULTRASOUND FOR DEFECT DETECTION IN DOMESTIC AND INDUSTRIAL APPLIANCES

Gorobets D., Egorov V. V.
Scientific adviser: Egorov V. V.
Moscow Aviation Institute, Russia

Abstract — The device has been designed to detect malfunctions in domestic and industrial appliances by detecting the ultrasonic emissions they produce.

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ

Мишина К. Ю.
Научный руководитель: канд. техн. наук Мурзин Д. Г.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: assasin.mishina@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены основные параметры солнечной батареи на базе лабораторного макета. Проведено моделирование, реализованное в прикладной программе MathCad.

1. Введение

В настоящее время набирают все большее развитие альтернативные источники энергии. Одними из таких источников являются фотоэлектрические панели или батареи. Исследование необходимых характеристик солнечной батареи – необходимая основа для совершенствования существующих, так и разработки новых технических решений по повышению их эффективности.

2. Основная часть

Солнечная батарея является полупроводниковым источником тока, непосредственно преобразующим энергию солнечного излучения в электрическую. Действие солнечных элементов основано на использовании явления внутреннего фотоэффекта в области *p-n* перехода двух полупроводников. Внутренний фотоэффект — увеличение под действием света электропроводности полупроводников [1].

Так как солнечные батареи способны эффективно поглощать только некоторые участки спектра, то средний КПД у них довольно низкий. Для кремниевых солнечных батарей данная величина не превышает 30 %.

Исследование проводилось при изменении освещенности солнечной батареи при постоянной нагрузке. Плавно увеличивая от минимума до максимума освещенность солнечной батареи с помощью регулятора освещённости, измерено входное напряжение $U_{вх}$, и выходное напряжения блока регулирования и контроля $U_{вых}$, напряжение на аккумуляторной батарее $U_{акб}$, входной ток $I_{вх}$, выходной ток $I_{н}$ блока регулирования и ток аккумуляторной батареи $I_{акб}$. Экспериментальные и вычисленные значения приведены в таблице 1.

Таблица 1

Измерено						Вычислено		
№	$E_э$, Вт/м^2	$U_{вх}$, В	$U_н$, В	$U_{акб}$, В	$I_{вх}$, мА	$I_н$, мА	$I_{акб}$, мА	η
1	19	11,8	11,8	12,1	0	33	35	0
2	50	11,8	11,8	12,2	0	33	35	0
3	100	12,4	12,4	12,3	54	35	–17	0,96
4	150	12,7	12,8	12,3	85	36	–48	0,97
5	200	13,5	13,5	12,4	152	39	–112	0,93

Затем построены соответствующие графики зависимостей: $U_{вх} = f(E_э)$, $U_{акб} = f(E_э)$, $\eta = f(E_э)$.

На рис. 1 представлен график зависимости входного напряжения и напряжения на аккумуляторной батарее от освещенности.

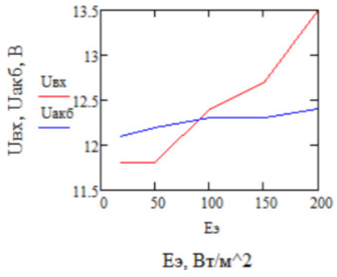


Рис. 1

На рис. 2 представлен график зависимости КПД от освещенности фотоэлемента.

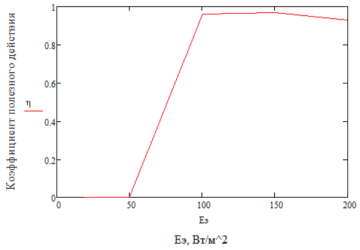


Рис. 2

На графике значений напряжений можно отметить что, напряжение аккумуляторной батареи с ростом освещенности постепенно увеличивалось, пока не достигло своего пика. Можно сделать вывод что аккумуляторная батарея заряжена. Как только заряд батареи достиг максимума микроконтроллер прерывает поток заряда от солнечной панели к батарее, тем самым предохранив аккумуляторную батарею от вредного воздействия, связанного с переразрядом.

3. Заключение

Таким образом, исследованы основные параметры солнечной батареи на базе лабораторного макета с использованием прикладной программы MathCad для дальнейшего математического моделирования.

4. Список литературы

[1] Шонина, Д. Е. Зависимость работы солнечной батареи от солнечного света / Д. Е. Шонина, И. С. Нечаев, К. Ю. Фролова // Студенческий. — 2020. — № 39-5 (125). — С. 90—92.

STUDIES OF SOLAR BATTERY PARAMETERS BASED ON A LABORATORY LAYOUT

Mishina K. Y.
Scientific adviser: Murzin D. G.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The main parameters of a solar battery based on a laboratory layout are considered. The simulation implemented in the MathCad application program is carried out.

УСТРОЙСТВО ИЗМЕРЕНИЯ МАЛЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КОНЦЕНТРАЦИЙ БИОГЕННЫХ АМИНОВ

Егоров В. В., Золотенкова М. К.
Научный руководитель: Егоров В. В.
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Россия
E-mail: avelene77@mail.ru

Аннотация — В статье рассматривается модифицированное устройство для измерения малых изменений концентраций биогенных аминов. Устройство в частности предназначено для проведения вольт-амперометрических измерений концентрации нейромедиаторов в мозге подопытного животного (крысы).

1. Введение

В современных исследованиях в области нейробиологии существует необходимость оценки динамики изменения концентрации нейромедиаторов в мозгу, что может быть показательно для диагностики заболеваний.

Одним из методов исследования концентраций является метод циклической вольтамперометрии с быстрой разверткой потенциала.

2. Основная часть

Целью работы была разработка устройства для осуществления точных измерений методом циклической вольтаперометрии. Однако в ходе разработки устройства возникла проблема, связанная с недостаточной точностью получаемых данных. Возникающие трудности связаны с особенностью сигналов, регистрируемых АЦП устройства — такой сигнал имеет достаточно большой динамический диапазон, а метаморфозы, происходящие с сигналом в результате изменения концентрации искомого вещества в растворе, по амплитуде являются очень малыми и составляют (при оцифровке сигала во всем его динамическом диапазоне) лишь несколько уровней квантования АЦП, что снижает точность оценок.

Для одновременного наблюдения сигнала целиком и при этом детального измерения его метаморфоз было принято допущение, согласно которому показательные изменения происходят вблизи положительных и отрицательных пиков измеряемого сигнала, в то время как приращениями в середине динамического диапазона можно пренебречь. Данное допущение предполагает применение многоканального АЦП и нескольких вспомогательных ЦАП. Это делает структуру программно-адаптивной под различные ситуации.

С помощью набора ЦАП формируются средние уровни для операционных усилителей, что в каналах детализации приводит к частичной амплитудной отсечке сигналов, но, при этом, увеличивает детализацию конкретного (верхнего или нижнего) пика сигнала.

Структурная схема предполагаемого устройства представлена на рис. 1.

На базе данной структурной схемы была спроектирована принципиальная схема и собран макет, для проведения лабораторных и натурных экспериментов.



Рис. 1

3. Заключение

Результаты, полученные в ходе экспериментов, удовлетворяют поставленной задаче повышения точности, а также представляют интерес для дальнейших исследований в данном направлении, в том числе и проведение полноценных экспериментов на подопытных животных.

4. Список литературы

[1] Puthongkham, P. Recent advances in fast-scan cyclic voltammetry / P. Puthongkham, B. J. Venton // Analyst. — 2020. — №145. — С. 1087—1102.

[2] Михайлова, М. А. Влияние острой инъекции этанола на мезолимбическую систему дофамина свободноподвижных крыс / М. А. Михайлова, Р. Р. Гайнетдинов // Российский физиологический журнал им. Сеченова. — 2019. — Т. 105. — № 7. — С. 853—860.

DEVICE FOR MEASURING SMALL CHANGES IN CONCENTRATIONS OF BIOGENIC AMINES

Egorov V. V., Zolotenkova M. K.
Scientific adviser: Egorov V. V.
Moscow Aviation Institute, Russia

Abstract — In the paper, the modified device for measuring small changes in concentrations of biogenic amines is discussed. In particular, the device is designed for voltammetric measurements of the concentration of neurotransmitters in the brain of an experimental animal (rat).

УЧЕТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ДАЛЬНОСТИ ОВЧ РАДИОСВЯЗИ В НАПРАВЛЕНИИ СУДНО-БЕРЕГ

Громоздин В. В., Козуб М. С., Дробжев Д. Д.
Научный руководитель: канд. техн. наук Громоздин В. В.
ИЦ «Омега» — филиал ФГБУ НИИР, Россия
E-mail: kozub@niir.ru

Аннотация — Рассматривается методика оценки обеспечения ЭМС береговых объектов на основе измерения фактической чувствительности, используемой в качестве критерия, при заданной нормативной дальности.

1. Введение

Представленная в [1] методика прогнозирования граничной дальности радиосвязи для направления Судно-Берег на основе расчета фактической чувствительности пригодна для этапа проектирования береговой станции морского района А1 ГМССБ или РТП СУДС, с целью определения оценки требуемой нормативной дальности радиосвязи. Использование расчетного метода определения фактической чувствительности не учитывает все факторы реальной электромагнитной обстановки, а также пути проникновения шумов и электромагнитных помех на вход РПУ, в том числе по цепям питания и др. В связи с этим на этапе введения в эксплуатацию или при проведении освидетельствования БС МР А1 ГМССБ или РТП СУДС для уточнения дальности связи уже созданного берегового объекта проводятся натурные испытания [2], в процессе проведения которых, экспериментально оценивается степень обеспечения ЭМС и практически достигнутая граничная дальность радиосвязи.

2. Основная часть

Поскольку в нормативных документах отсутствует критерий обеспечения ЭМС, фактическая чувствительность является количественным критерием, позволяющим сделать вывод об обеспечении нормативной дальности радиосвязи с учетом ЭМС и, соответственно, о самом факте обеспечения ЭМС. Экспериментальная оценка ЭМС включает в себя проведение измерения значения фактической чувствительности в реальных условиях эксплуатации РПУ береговой радиостанции при воздействии всех внешних шумов, внутренних шумов и помех от радиоэлектронных средств, расположенных в непосредственной близости.

Измерение фактической чувствительности РПУ в режиме телефонии и ЦИВ проводится по схеме, представленной на рис. 1. Структурная схема измерения фактической чувствительности РПУ аналогична стандартной схеме измерения номинальной чувствительности за исключением того, что совместно со стандартным испытательным сигналом через двунаправленный ответвитель на вход РПУ береговой радиостанции подключен её штатный антенно-фидерный тракт. Вносимыми двунаправленным осветителем потерями от разъема фидера до входа РПУ можно пренебречь (≤0,1 дБ). Во время измерения фактической чувствительности РПУ береговой радиостанции поочередно включают на передачу радиоизлучающие устройства, расположенные в локальной группировке, во всех возможных каналах и контролируют значение отношения сигнал/шум (для телефонии) или коэффициент ошибок приема символов (для ЦИВ) на выходе РПУ радиостанции на проверяемом канале.

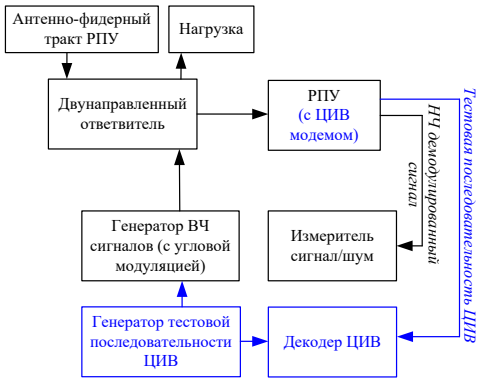


Рис. 1

Измеряется значение фактической чувствительности при воздействии всех помех, как уровень ЭДС входного стандартного испытательного ВЧ-сигнала, при котором отношение сигнал/шум на выходе РПУ береговой радиостанции остается равным 20 дБ (в режиме телефонии). В режиме ЦИВ измеряется коэффициент ошибок приема символов ($<10^{-2}$) на выходе модема ЦИВ.

Учет ЭМС в режиме АИС для СУДС описан в [3].

3. Заключение

По результатам измерений фактической чувствительности, ЭМС БС МР А1 ГМССБ или РТП СУДС в ОВЧ диапазоне считается обеспеченной, если измеренное значение фактической чувствительности не хуже порогового (необходимого) значения фактической чувствительности при которой обеспечивается нормативная дальность радиосвязи в направлении Судно-Берег для каждого конкретного режима работы (телефония, ЦИВ, АИС).

4. Список литературы

[1] Козуб, М. С. Учет ЭМС на береговом объекте при определении дальности ОВЧ радиосвязи / М. С. Козуб // Матер. КрыМиКо'2023. — 2023. — С. 55—59.
[2] Громоздин, В. В. Методика проведения натурных испытаний береговых объектов ГМССБ МР А1 / В. В. Громоздин, В. И. Коваленко, К. В. Иевлев, М. С. Козуб // Электросвязь. — 2022. — № 3. — С. 30—34.
[3] Особенности проведения натурных испытаний АИС в условиях электромагнитных помех / М. Б. Проценко, В. В. Громоздин, В. И. Коваленко, М. С. Козуб, Т. В. Новикова // Труды НИИР. — 2023. — С. 71—60.

CONSIDERATION OF THE EMC IN THE DISTANCE DETERMINATION OF VHF RADIO-COMMUNICATION IN THE SHIP-TO-SHORE DIRECTION

Gromozdin V. V., Kozub M. S., Drobzhev D. D.
Scientific adviser: Gromozdin V. V.
TC Omega – branch NIIR, Russia

Abstract — The methodology of estimation of EMC provision on the basis of using measured values of actual sensitivity as a criterion of EMC provision at a given normative range is considered.

АПРОБАЦИЯ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ БЕРЕГОВОЙ СТАНЦИИ МОРСКОГО РАЙОНА А1 ГМССБ

Громоздин В. В., Козуб М. С., Васильев Д. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук Громоздин В. В.
ИЦ «Омега» — филиал ФГБУ НИИР, Россия
E-mail: kozub@niir.ru

Аннотация — Рассматриваются результаты апробации методики оценки обеспечения ЭМС на основе измерений фактической чувствительности для береговой станции Новороссийск морского района А1 ГМССБ.

1. Введение

При вводе в эксплуатацию или при проведении освидетельствования БС МР А1 ГМССБ осуществляется оценка обеспечения ЭМС [1]. Для этого проводятся измерения фактической чувствительности РПУ береговых радиостанций в реальных условиях эксплуатации при воздействии всех внешних шумов, внутренних шумов и помех от радиоэлектронных средств, расположенных в непосредственной близости, то есть в условиях реальной (фактической) электромагнитной обстановки. ЭМС считается обеспеченной, если значение граничной дальности радиосвязи, полученное на основе измеренных значений фактической чувствительности не меньше административно назначенной дальности для исследуемой БС МР А1 ГМССБ.

В настоящей работе представлена апробация предложенной методики оценки обеспечения ЭМС на основе измерений фактической чувствительности РПУ БС Новороссийск МР А1 ГМССБ.

2. Основная часть

Для несения обязательной непрерывной ОВЧ радиовахты требованиями международных документов для МР А1 ГМССБ определены два частотных симплексных канала: 16 (156,8 МГц) — канал радиотелефонии и 70 (156,525 МГц) — канал ЦИВ.

На этих каналах проведены измерения фактической чувствительности РПУ береговых радиостанций БС Новороссийск МР А1 ГМССБ [2]. На основе рассчитанных зависимостей граничной дальности радиосвязи от фактической чувствительности РПУ береговых радиостанций графическим способом определены дальности ОВЧ радиосвязи для 16 и 70 каналов основного и резервного комплектов радиостанций БС Новороссийск МР А1 ГМССБ в направлении Судно-Берег и приведены в таблице 1.

Таблица 1

Канал приема	Канал влияющего (мешающего) передатчика	Фактическая чувствительность, мкВ (ЭДС)	Дальность ОВЧ радиосвязи, м.м.
16 основной	**74 основной**	**6,760**	**27,8**
	74 резервный	3,868	32,8
16 резервный	74 основной	3,428	34,3
	74 резервный	2,308	37,9
70 основной	16 основной	0,752	48,8
	16 резервный	0,694	48,9
	74 основной	0,744	48,8
	74 резервный	0,532	48,9
70 резервный	16 основной	0,752	48,9
	16 резервный	**0,938**	**46,2**
	74 основной	0,590	48,9
	74 резервный	0,662	48,9

На рис. 1 представлены результаты определения граничной дальности радиосвязи для наихудших значений фактической чувствительности для 16 канала радиотелефонии и 70 канала ЦИВ с учетом фактических значений параметров БС Новороссийск МР А1 ГМССБ.

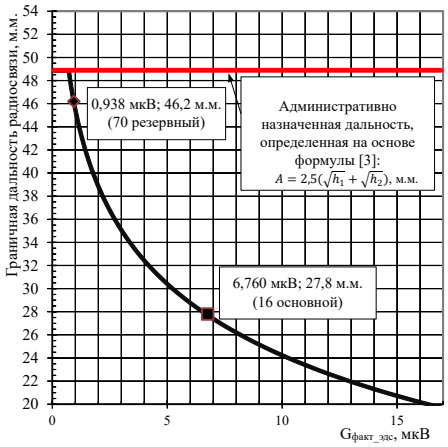


Рис. 1

3. Заключение

По определенным значениям граничной дальности радиосвязи, ЭМС БС Новороссийск МР А1 ГМССБ считается не обеспеченной, так как не подтверждается административно назначенная по [3] дальность радиосвязи в направлении Судно-Берег для наихудших измеренных значений фактической чувствительности для 16 канала радиотелефонии и 70 канала ЦИВ. В результате работы показано, что, предложенная методика оценки обеспечения ЭМС показала свою практическую эффективность.

4. Список литературы

[1] Козуб, М. С. Учет ЭМС на береговом объекте при определении дальности ОВЧ радиосвязи / М. С. Козуб // Матер. КрыМиКо'2023. — 2023. — С. 55—59.
[2] Громоздин, В. В. Методика проведения натурных испытаний береговых объектов ГМССБ МР А1 / В. В. Громоздин, В. И. Коваленко, К. В. Иевлев, М. С. Козуб // Электросвязь. — 2022. — № 3. — С. 30—34.
[3] Resolution IMO A.801(19).— 23.11.1995. — 15 p.

APPROBATION OF THE METHODOLOGY FOR ASSESSING THE EMC PROVISION OF THE COAST STATION OF THE GMDSS SEA AREA A1

Gromozdin V. V., Kozub M. S., Vasilev V. V.
Scientific adviser: Gromozdin V. V.
TC «Omega» – branch NIIR, Russia

Abstract — The results of approbation of EMC assessment methodology on the basis of actual sensitivity measurements for the coastal station Novorossiysk of the sea area A1 of GMDSS are considered.

МЕТОД ОПТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ПРИМЕРЕ ПЕРЦА

Колесникова В. А., Дашиева Н. С.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия
E-mail: vak134@tpu.ru, nsd13@tpu.ru

Аннотация — В работе рассматривается результат применения спектроскопии, при анализе процессов вегетации экспериментальной группы перцев.

1. Введение

Для развития любые биологические организмы стремятся к эффективному использованию ресурсов окружающей среды, параметры которой достаточно разнородны [1] не только для популяции, но и для каждого ее представителя. В естественных условиях обитания каждый представитель ведет поиск лучших условий самостоятельно. В антропогенных системах, например в агропромышленном комплексе (АПК) такие условия могут регулироваться искусственно с целью изменения определенных параметров.

2. Основная часть

Объектом анализа в рамках данной работы являются вегетационные процессы, возникающие при выращивании сорта «Шустрик». Материалом для анализа послужили 160 растений, разделенных на контрольную группу, выращиваемую в тепличных условиях (40) и экспериментальную (120), выращиваемую в капсулах роста под семью различными спектрами излучения. Пример двух капсул роста с излучением на длинах волн в 430—510 нм (а) и 610—680 нм (б) можно увидеть на рис. 1. Продолжительность эксперимента: апрель-июль 2023.

а)



б)



Рис. 1

Освещение тепличных растений используется в АПК достаточно давно, однако существенная часть работ [2] сосредотачивается на анализе работы осветительного оборудования. В рамках данной работы предлагается метод мониторинга влияния различных спектров излучения на вегетационные процессы. Анализ проводился по 36 индексам вегетации, с помощью которых была выявлена необходимость регулирования спектральных режимов в процессе морфогенеза.

Следующим шагом является разработка алгоритма корректировки излучения в зависимости от изменений в индексах вегетации. Этот алгоритм необходим для создания оптимальных условий роста и развития растений.

Метод оптической диагностики растений:

— сбор данных о спектральных характеристиках излучения, индексах вегетации и других параметрах, связанных с морфогенезом;

— анализ полученных данных, выявление закономерностей и зависимостей между спектральными характеристиками излучения и развитием растения;

— разработка алгоритма корректировки излучения, учитывающего физиологические особенности растения для создания оптимальных условий морфогенеза;

— проведение эксперимента, включающего применение алгоритма корректировки излучения, в процессе которого происходит оценка его эффективности, используя качественные и количественные показатели развития перца, такие как высота, площадь листьев и урожайность;

— проверка гипотезы о влиянии разработанного алгоритма на морфогенез перца и сравнение результатов эксперимента с контрольной группой, где излучение не подвергается корректировке.

3. Заключение

Разработанный алгоритм оптической диагностики позволит на следующем этапе производить корректировку излучения и тем самым гибко управлять процессом морфогенеза. Полученные результаты подтверждают гипотезу о влиянии корректировки излучения на морфогенез перца. Полученные результаты будут использоваться при дальнейшей разработке системы управления жизненным циклом растений, что позволит не только увеличить количество и качество сельскохозяйственной продукции, но и существенно снизить энерго-затраты.

Список источников

[1] Jones, H. G. Plants and microclimate: A quantitative approach to environmental plant physiology [Электронный ресурс] / H. G. Jones // Physicochemical and Environmental Plant Physiology. — Режим доступа: https://www.cambridge.org/core/books/plants-and-microclimate/A7420295742E44198D8984F21D921058

[2] Optimization of basil (Ocimum basilicum L.) production in LED light environments – a review / L. Sipos [et al] // Scientia Horticulturae. — 2021. — Vol 289. — 12 p.

OPTICAL DIAGNOSIS METHOD FOR PLANT MATERIALS ON PEPPER EXAMPLE

Kolesnikova V. A., Dashieva N. S.
National Research Tomsk Polytechnic University, Russia

Abstract — In the paper, the result of spectroscopy in the analysis of vegetation processes of peppers group is considered

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ МОРСКОЙ ВОДЫ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ

Агеев Д. С., Полубоярцев В. О., Еськов А. А., Дурманов М. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук Дурманов М. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: super.danil232@yandex.ru

Аннотация — В настоящей работе авторами предпринята попытка исследования и разработки устройства для измерения параметров водной поверхности на базе микроконтроллера ATMega328p.

1. Введение

Океаны и моря занимают около 71 % поверхности Земли и располагают многообразием флоры и фауны. Вода в океанах и морях играет важную роль в регулировании климата и погоды на Земле.

Загрязнение воды является одной из основных проблем в Мировом океане. Промышленные и сельскохозяйственные отходы, необработанные сточные воды и нефтепродукты попадают в океаны, что приводит к ухудшению качества воды и гибели морских организмов.

На основании сравнительного анализа показателей качества воды был отобран ряд основных показателей:

— кислотность (pH);
— соленость;
— температура
— мутность;
— окислительно-восстановительный процесс (ОВП).

Своевременный контроль вышеупомянутых показателей позволяет сделать выводы о состоянии водной поверхности в данной местности

2. Основная часть

В соответствии с выделенным списком параметров морской воды была разработана структурная схема устройства (рис. 1).

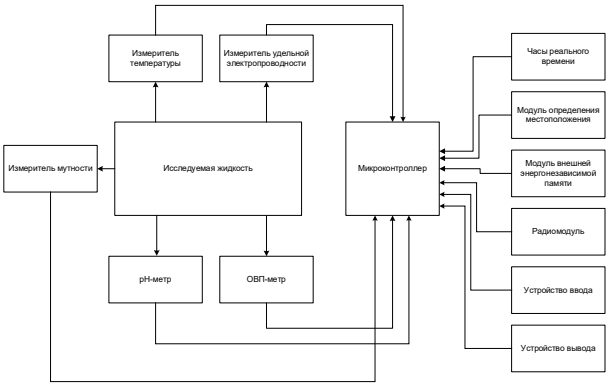


Рис. 1

Разработанная структурная схема включает в себя следующие блоки: микроконтроллер, предназначенный для обработки сигналов с датчиков и формирования отчетов о состоянии водной поверхности; 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 сохранения измеренных значений; модуль GPS, необходимый для установления точного местоположения; модуль GSM, предназначенный для отправки полученных данных по радиоканалу.

В качестве микроконтроллера предлагается выбрать ATMega328p в составе отладочной платы Arduino Nano. В качестве измерителя температуры — цифровой термодатчик DS18B20, 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-300B, 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 STM32F030F4, операционного усилителя LMC7101, снабжен 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 два модуля: GPS ATGM336H и SIM800L.

Благодаря использованию GPS модуля возможна привязка к местности, что позволяет построить карту, отображающую изменение изменяемых параметров в пространстве.

3. Заключение

В результате произведенной работы была разработана структурная и принципиальные схемы устройства, рассчитан источник питания и время работы. Разработанное устройство в своей основе имеет бюджетную компонентную базу и удовлетворительную точность измерений.

4. Список литературы

[1] Михайлов, В. Н. Гидрология: учебник для вузов / В. Н. Михайлов, С. А. Добролюбов ; — М. : Берлин: Директ-медиа, 2017. — 752 с.

DEVICE FOR MEASURING SEA WATER PARAMETERS IN THE COASTAL ZONE

Ageev D. S., Poluboyartsev V. O., Eskov A. A., Durmanov M. A.
Scientific adviser: Durmanov M. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the work, the authors attempted to study and design of the device for measuring water surface parameters, based on the ATMega328p microcontroller.

РАЗРАБОТКА БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

Кузьменко В. А., Ломоносов С. Е., Беленко М. С.
Научный руководитель: Кузьменко В. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: vakuzmenko@sevsu.ru

Аннотация — В данном докладе представлена система для автоматизированного контроля качества дорог, помогающая выявить неровности, ямы или некачественное покрытие дорожного покрытия.

1. Введение

Известно, что плохое состояние дорог существенно влияет на техническое состояние автомобильной техники, приводит к повышенному расходу топлива и, как следствие к ухудшению и нарушению логистических схем. В конечном счете это сказывается на конечной стоимости товаров для потребителя, на издержках хозяев автотранспорта, безопасности дорожного движения.

Это во многом стало причиной появления различного рода государственных и общественных организаций по контролю за качеством строительства и ремонта дорог:

— передвижная лаборатория «ТРАССА»);

— приборы ультразвукового неразрушающего контроля;

— интеллектуальные транспортные системы, оснащенные сетью датчиков в строенных в дорожное покрытие и несущие конструкции (деформации, угла крена, влажности, температуры и т.д.).

Это поставило перед сообществом задачу создания общественных организаций. Так, важнейшей частью нацпроекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги» является общественный контроль дорожного строительства.

Сейчас перечень строящихся и ремонтируемых дорожных объектов в структуре города формируется с учетом мнения местных жителей. Для этого проводят открытые слушания, куда приглашают представителей общественных организаций, активистов и просто неравнодушных граждан. В большинстве случаев именно благодаря такому участию в программы ремонта включают наиболее социально важные дороги

2. Основная часть

Разрабатывается общественная система автоматизированного контроля качества дорог. Авторами предлагается создать систему на базе недорогих устройств, неприхотливых в эксплуатации, не требующих особых навыков и обучения.

Разрабатываемая структура (рис. 1) включает в себя:

— датчик неровностей (ДН) с автономным питанием;

— блок управления (БУ) с питанием от аккумуляторной батареи (прикуриватель);

— мобильный (сотовый) телефон с доступом к GPS/ ГЛОНАСС;

— центр сбора и обработки данных (ЦСОД).

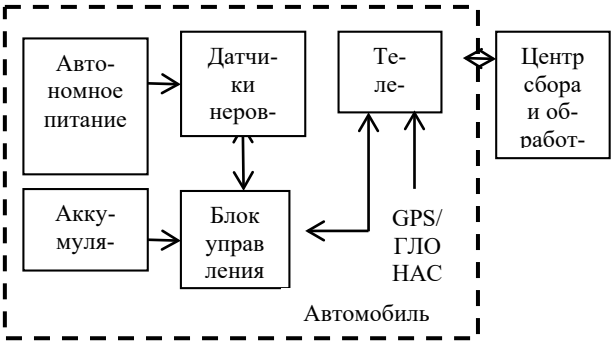


Рис. 1

Принцип работы системы заключается в следующем. Все желающие принять участие в мониторинге дорог получают набор оборудования, состоящий из ДН и БУ. Основной блок подключают в салоне автомобиля, ДН монтируют на элементах ходовой части.

В процессе движения в случае попадания колеса в яму, на неровность датчик посылает на БУ сигналы «Удар» или «Ускорение» соответственно. Блок осуществляет запрос координат (телефон), фиксирует местоположения (координаты), регистрирует данные в собственной памяти (карточка памяти) и/или в памяти мобильного терминала. Далее в автоматическом или ручном режиме информация отправляется в установленном формате в ЦСОД.

3. Заключение

Таким образом, в докладе представлена концепция АСМДП, разработана структурная схема автомобильной системы контроля качества дорожного покрытия, определены назначение и режимы работы системы и ее основных элементов.

4. Список литературы

[1] Бабков, В. Ф. Дорожные условия и безопасность движения / В. Ф. Бабков. — М. : Транспорт, 1982. — 288 с.

DESIGN OF THE CONTROL MODULE FOR PAVEMENT QUALITY CONTROL SYSTEM IN A CAR

Kuzmenko V. A., Lomonosov S. E., Belenko M. S.
Scientific adviser: Kuzmenko V. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the system for automated road quality control, which helps to identify irregularities, pits or poor-quality road surface is considered.

РАЗРАБОТКА ДАТЧИКА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Кузьменко В. А., Ломоносов С. Е., Беленко М. С.
Научный руководитель: Кузьменко В. А.
Севастопольский государственный университет, Россия, Севастополь
E-mail: vakuzmenko@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен датчик дефектов автомобильной системы контроля качества дорожного покрытия.

1. Введение

С целью привлечения общественности к процессу контроля за состоянием дорог [1], авторами предложена концепция автоматизированной системы мониторинга дорожного покрытия (АСМДП). В состав АСМДП входят: автомобильная система контроля качества дорожного покрытия (АСККДП), монтируемая непосредственно в автомобиле, и центр сбора и обработки данных.

Функционирование АСККДП основывается на обнаружении дефекта покрытия и привязке его к месту (координаты) и времени.

2. Основная часть

Датчик неровностей представляет собой устройство, осуществляющее регистрацию факта попадания колеса автомобиля в яму или на ярко выраженную неровность. Количество ДН может колебаться от одного до четырех в зависимости от принятой схемы размещения:

— на одном колесе;
— на одной оси;
— двух колесах;
— четырех колесах.

Датчики устанавливается на подвижные части ходового устройства автомобиля, рис. 1 до системы амортизации. К таким элементам подвески автомобиля можно отнести:

— штанга стабилизатора;
— рычаг подвески;
— центральная часть мостов;
— амортизатор и т.д.



Рис. 1

Согласно назначению и условиям эксплуатации ДН должен обладать следующими свойствами:
— нетяжелое, компактное;
— в герметичном (пыле-влагозащищенном) корпусе, корпус легко крепиться и снимается.

Технические требования:

— рабочая температура –20°С—50°С;
— рабочая влажность ≤ 95%;
— тип связи — беспроводная (Bluetooth);
— регулировка чувствительности (низкая/средняя/высокая);
— включение/отключение;
— выдача информации об уровне заряда элемента питания;
— диапазон беспроводной связи — макс. 30 метров,
— масса — до 100 гр.;
— габариты — до 80×50×15 мм;
— способ монтажа — накладной (хомут).
— рабочее напряжение до 3 В (щелочные элементы питания типа ААА 1,5 В, АА 1,5 В, литиевая батарея 3В);
— вибродатчик — одноосный (вертикальные вибрации), удар, ускорение.

Структурная схема ДН представлена на рисунке 2.

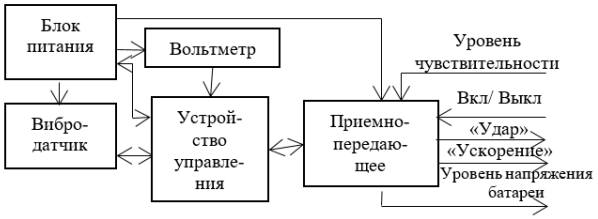


Рис. 2

Датчик неровностей состоит из следующих элементов.

Блок питания (БП) предназначен для формирования напряжения питания. Он преобразует параметры электроэнергии основного источника электроснабжения (щелочного 1,5 В или литиевого 3 В), в электроэнергию с параметрами, необходимыми для работы всех элементов ДН.

Вольтметр в датчике осуществляет непрерывный контроль уровня напряжения батареи питания с выдачей информации на устройство управления (УУ).

Вибродатчик (ВД) непосредственно фиксирует факт «удара» (яма), либо критического ускорения (неровность покрытия) ходовой части автомобиля.

Приемно-передающее устройство (ППУ) осуществляет обмен данными между блоком управления и ДН в беспроводном режиме. Входными данными будут заданный потребителем уровень чувствительности ВД (порог чувствительности), команда на включение/выключение ДН.

3. Заключение

Таким образом, датчик неровностей позволяет анализировать дорогу на наличие неровностей или ям. Эти данные помогут впоследствии в короткие сроки устранять неровности дорог.

4. Список литературы

[1] Между властью и гражданином: институты общественного участия [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://report2018.oprf.ru/ru/2.php. (дата обращения: 18.01.2023)

DESIGN OF THE DEFECT SENSOR FOR PAVEMENT QUALITY CONTROL SYSTEM IN A CAR

Kuzmenko V. A., Lomonosov S. E, Belenko M. S.
Scientific adviser: Kuzmenko V. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The defect sensor of automotive system for monitoring of the road surface is considered.

ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ В ПРИБОРАХ ВСТРОЕННОГО КОНТРОЛЯ

Лысенко Н. М., Литовко Е. В., Тыщук Ю. Н.
Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: y.tyschuk@gmail.com

Аннотация — В работе рассматривается методика решения нелинейных уравнений в приборах встроенного контроля по средствам численных методов.

1. Введение

В современной микроволновой технике существует большое количество методов измерения комплексных параметров микроволновых трактов, основанных на измерении сигналов, ответвляющихся от первичного микроволнового тракта.

Одним из новых является метод квадратурных измерений, основанный на применении принципа квадратурного детектирования разветвлённых сигналов. Авторами в работе [1] описан метод квадратурного измерения параметров микроволнового тракта и разработана структурная схема прибора, реализующего этот метод. В данной работе приводится процедура решения измерительных уравнений численным методом.

2. Основная часть

В работе [1] рассматривается решение следующей системы измерительных уравнений:

$$\begin{cases} I_1 = K_{10}K_E\sqrt{1+X^2+Y^2+2(X\cos(\varphi_{01})+Y\sin(\varphi_{01}))}\cdot\cos\left(\theta_{01}+\operatorname{arctg}\frac{Y\cos(\varphi_{01})-X\sin(\varphi_{01})}{1+X\cos(\varphi_{01})+Y\sin(\varphi_{01})}\right); \\ Q_1 = K_{20}K_E\sqrt{1+X^2+Y^2+2(X\cos(\varphi_{01})+Y\sin(\varphi_{01}))}\cdot\sin\left(\theta_{01}+\operatorname{arctg}\frac{Y\cos(\varphi_{01})-X\sin(\varphi_{01})}{1+X\cos(\varphi_{01})+Y\sin(\varphi_{01})}\right); \\ I_2 = K_{30}K_E\sqrt{1+X^2+Y^2+2(X\cos(\varphi_{02})+Y\sin(\varphi_{02}))}\cdot\cos\left(\theta_{02}+\operatorname{arctg}\frac{Y\cos(\varphi_{02})-X\sin(\varphi_{02})}{1+(X\cos(\varphi_{02})+Y\sin(\varphi_{02})}\right); \\ Q_2 = K_{40}K_E\sqrt{1+X^2+Y^2+2(X\cos(\varphi_{02})+Y\sin(\varphi_{02}))}\cdot\sin\left(\theta_{02}+\operatorname{arctg}\frac{Y\cos(\varphi_{02})-X\sin(\varphi_{02})}{1+(X\cos(\varphi_{02})+Y\sin(\varphi_{02})}\right). \end{cases} \quad (1)$$

Систему (1) можно записать в виде:

$$\begin{cases} f_1(K_E,X,Y)=0 \\ f_2(K_E,X,Y)=0 \\ f_3(K_E,X,Y)=0 \\ f_4(K_E,X,Y)=0 \end{cases} \quad (2)$$

В системе (2) уравнение $f_1(K_E,X,Y)$ — первое уравнение системы (1), в котором I_1 перенесено в правую часть неравенства. Остальные уравнения в (1) — это соответственно второе, третье и четвёртое уравнения системы (1), модернизированные таким же образом. Если определены начальные приближения $K_E^{(0)}$, $X^{(0)}$, $Y^{(0)}$ итерационный процесс нахождения решения системы (2) методом Ньютона-Рафсона можно представить в виде

$$\begin{cases} K_E^{(k+1)} = K_E^{(k)} + \Delta K_E{}^{(k)} \\ X^{(k+1)} = X^{(k)} + \Delta X^{(k)} \\ Y^{(k+1)} = Y^{(k)} + \Delta Y^{(k)} \end{cases}, \quad (3)$$

где значения приращений $\Delta K_E^{(k)}$, $\Delta X^{(k)}$, $\Delta Y^{(k)}$ определяются из решения системы линейных алгебраических уравнений, все коэффициенты которой выражаются через известное предыдущее приближение $K_E^{(k)}$,$X^{(k)}$,$Y^{(k)}$ и частные производные всех измерительных уравнений по каждой из трёх искомых переменных

$$\begin{cases} f_1(\dots)+\frac{\partial f_1(\dots)}{\partial K_E}\Delta K_E{}^{(k)}+\frac{\partial f_1(\dots)}{\partial X}\Delta X^{(k)}+\frac{\partial f_1(\dots)}{\partial Y}\Delta Y^{(k)}=0 \\ f_2(\dots)+\frac{\partial f_2(\dots)}{\partial K_E}\Delta K_E{}^{(k)}+\frac{\partial f_2(\dots)}{\partial X}\Delta X^{(k)}+\frac{\partial f_2(\dots)}{\partial Y}\Delta Y^{(k)}=0 \\ f_3(\dots)+\frac{\partial f_3(\dots)}{\partial K_E}\Delta K_E{}^{(k)}+\frac{\partial f_3(\dots)}{\partial X}\Delta X^{(k)}+\frac{\partial f_3(\dots)}{\partial Y}\Delta Y^{(k)}=0 \\ f_4(\dots)+\frac{\partial f_4(\dots)}{\partial K_E}\Delta K_E{}^{(k)}+\frac{\partial f_4(\dots)}{\partial X}\Delta X^{(k)}+\frac{\partial f_4(\dots)}{\partial Y}\Delta Y^{(k)}=0 \end{cases} \quad (4)$$

Система линейных уравнений (4) является избыточной — в ней четыре уравнения при трёх неизвестных.

Используя принцип наименьших квадратов, систему (4) можно свести к нормальной

$$\begin{cases} H1+A1\Delta K_E{}^{(k)}+B1\Delta X^{(k)}+C1\Delta Y^{(k)}=0 \\ H2+A2\Delta K_E{}^{(k)}+B2\Delta X^{(k)}+C2\Delta Y^{(k)}=0 \\ H3+A3\Delta K_E{}^{(k)}+B3\Delta X^{(k)}+C3\Delta Y^{(k)}=0 \end{cases} \quad (5)$$

Решение системы линейных уравнений (5) осуществляется методом Крамера.

Главной задачей при решении системы (3) является поиск начальных приближений. Эта процедура осуществляется следующим образом.

Вводится целевая функция Z, определяемая следующим выражением

$$Z=\sqrt{f_1(K_E,X,Y)^2+f_2(K_E,X,Y)^2+f_3(K_E,X,Y)^2+f_4(K_E,X,Y)^2}.$$

Далее методом перебора, изменяя X и Y соответственного от –1 до 1 (K_E полагается равным 1), ищется минимальное значение целевой функции Z. При этом учитываются только те значения X и Y, для которых выполняется условие

$$\sqrt{X^2+Y^2}<1.$$

Те значения X и Y, для которых Z будет минимальным, являются начальными приближениями по этим переменным. Количество итераций для поиска начальных приближений по X и Y определяется производительностью вычислительного устройства. Для уверенной сходимости решения системы (2) достаточно изменять значения X и Y с шагом 10 % от максимального значения.

Поиск начального приближения переменной K_E можно осуществить, подставляя найденные значения для X и Y в уравнения (1) и решая их относительно K_E.

Найденные таким образом начальные приближения для всех трёх искомых переменных K_E, X, Y используются для решения системы (2) описанным выше методом.

3. Заключение

Проведена модернизация алгоритма решения системы нелинейных измерительных уравнений. Модернизация заключается в адаптации системы нелинейных измерительных уравнений для решения их численным методом Ньютона-Рафсона и оптимизации процедуры поиска начальных приближений.

4. Список литературы

[1] Gimpilevich, Y. Quadrature method for broadband measurement of microwave path parameters / Y. Gimpilevich, Y. Tyschuk // Journal of Physics: Conference Series. — 2021. — Vol 2094(3). — P. 1—6.

APPLICATION OF NUMERICAL METHODS FOR SOLVING NONLINEAR EQUATIONS IN INTEGRATED CONTROL DEVICES

Lysenko N. M., Litovko E. V., Tyschuk Y. N.
Scientific adviser: Tyschuk Y. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the methodology of solving nonlinear equations in integrated control devices by means of numerical methods is described.

МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БАЗОВОЙ СТАНЦИИ МОБИЛЬНОЙ СЕТИ

Гаспарян Р. Р., Савочкин А. А., Савинов В. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Савочкин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: rrgasparyan@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрена методика тестирования функциональных характеристик базовой станции мобильной сети, согласно спецификации 36.141 3GPP. Испытания проводились для частотных диапазонов B3, B7, B20 и B31 для мобильной системы связи 4G/*LTE* при использовании программного обеспечения *srsRAN* 4*G*.

1. Введение

При исследовании мобильной сети связи 4G/LTE возникает необходимость определения энергетических и информационных показателей, характеризующих работу системы. Рассмотрим методику исследования на примере использования эмулятора мобильной сети 4G LTE с учетом рекомендаций 36.141 3GPP [1]. На первом этапе необходимо произвести подготовку программного комплекса srsRAN для запуска опорной сети — Evolved Packet Core (EPC) и узла базовой станции — evolved Node Base Transceiver Station (ENB) [2]. Настройка конфигураций опорной сети EPC и узла базовой станции ENB производится с помощью конфигурационных файлов, находящихся в директории /root/.config/srsran/. После успешной настройки конфигурационных файлов, следует запустить опорную сеть EPC, затем узел базовой станции ENB.

2. Основная часть

Так для получения характеристик выходной мощности передатчика базовой станции (англ. base station output power) возможно использовать подключение оборудования по схеме, приведенной на рис. 1.

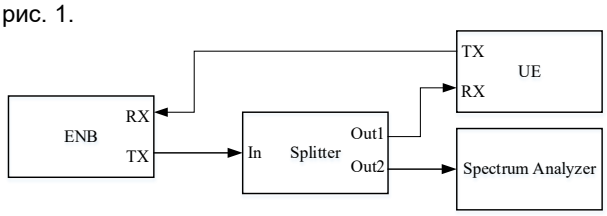


Рис. 1

В качестве физической среды передачи данных используется коаксиальный кабель (RG58). В качестве делителя мощности используется ZAPD-2-21-3W-S с диапазоном частот 700 — 2100 МГц при паспортном ослаблении 3 дБ. В качестве анализатора спектра используется профессиональный прибор с рабочим диапазоном частот от 10 Гц до 7 ГГц. Испытания проводились для частотных диапазонов B3 и B20. Результаты измерения спектральных составляющих на выходе оборудования ENB для диапазона частот B20 приведены на рис. 2.



Рис. 2

Пример экспериментальных зависимостей выходной мощности передатчика при изменении параметр tx_gain в пределах от 29 до 99 дБ для частотных диапазонов B3, B7, B20 и B31 при использовании физической среды передачи приведены на рис. 3.

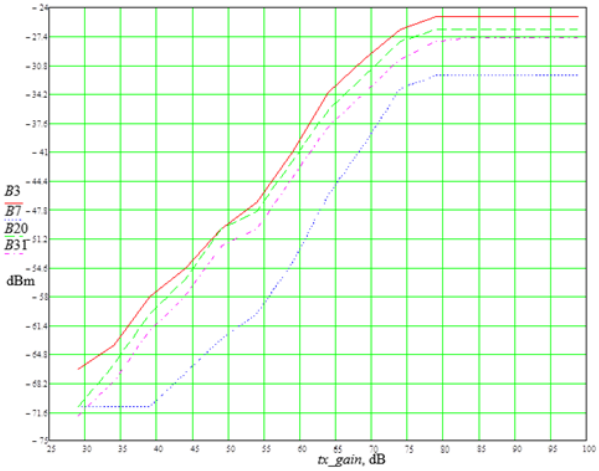


Рис. 3

Приведённые зависимости показывают, что участок линейного режима характеристики выходной мощности наблюдается при значениях параметра tx_gain в диапазоне 70…75 dB.

3. Заключение

Таким образом в работе рассмотрены особенности определения функциональных характеристик базовой станции мобильной сети на примере измерения энергетических характеристик базовой станции.

4. Список литературы

[1] ATIS 3GPP SPECIFICATION. ATIS.3GPP.36.141.V8120-2014 [Электронный ресурс]. / Wireless Technologies and Systems Committee 3GPP // — Режим доступа: https://www.atis.org/wp-content/uploads/3gpp-documents/Rel99-14/ATIS.3GPP.36.141.V8120-2014.pdf

[2] srsRAN 4G 22.10 Documentation [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://docs.srsran.com/projects/4g/en/latest/

METHODOLOGY FOR MEASURING THE FUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF MOBILE NETWORK BASE STATION

Gasparyan R. R., Savochkin A. A., Savinov V. V.
Scientific adviser: Savochkin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The method of testing the functional characteristics of a mobile network base station, according to specification 36.141 3GPP, is considered. The tests were carried out for the B3 and B20 frequency bands for the LTE mobile communication system using the srsRAN 4G software.

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 тактического звена, 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

ИМИТАЦИОННАЯ ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ВЕТРОВОГО ВОЛНЕНИЯ

Карлусов В. Ю., Чернюк Д. И.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Карлусов В. Ю.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: dancer228228@gmal.com

Аннотация — Рассмотрен подход к построению генератора случайного процесса, обладающего статистическими характеристиками ветрового волнения. Приведены результаты вычислительных экспериментов.

1. Введение

Известно много случаев, когда натурный эксперимент сопряжён с материальными затратами либо рисками различной природы. В этой связи естественным представляется замена изучаемого явления его математической моделью, особенно в случаях, когда необходимо разрабатывать инструментальные и программные средства для проведения дальнейших исследований. В докладе приводятся подход к построению генератора временных рядов, на основе нерекурсивного цифрового фильтра (НЦФ), обладающих статистическими свойствами волнения и результаты моделирования.

2. Основная часть

Математическая модель, аппроксимирующая одну компоненту плотность спектра мощности (ПСМ) процесса ветрового волнения, выглядит следующим образом [1]:

$$\left.\begin{aligned} &S(\omega) = A\omega^{-n}\exp(-q\omega^{-m});\\ &\omega > 0; 5 \le n \le 7; 2 \le m \le 9;\\ &S(\omega) = S(-\omega);\\ &A = \frac{\sigma^2 m}{2\Gamma\left(\frac{n-1}{m}\right)q^{\frac{n-1}{m}}}; q = \frac{n}{m}\omega_M^m, \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

где ω_M — соответствует максимуму спектральной плотности, Г — гамма-функция. Автокорреляционная функция (АКФ) процесса (1) определяется выражениями

$$\left.\begin{aligned} &B(\tau) = \sigma^2 a(n,m)\int_0^\infty x^{-n}\exp\left\{-\frac{nx^{-m}}{m}\right\}\cos\left\{\frac{2\pi\tau x}{T_M}\right\}dx,\\ &a(n,m) = \frac{m\left(\frac{n}{m}\right)^{\frac{n-1}{m}}}{\Gamma\left(\frac{n-1}{m}\right)}; \qquad T_M = \frac{2\pi}{\omega_M}, \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

где σ^2 — мощность процесса развитого волнения.

Непосредственное применение (1) и (2) является затратным по причине использования операции возведения в степень, показательных и тригонометрических функций, и не позволяет выполнить качественное моделирование, поскольку модель (1) выведена как результат осреднения с последующей аппроксимацией результатов натурных измерений волновых процессов в разных точках акватории Мирового океана.

В этой связи предлагается использовать следующую процедуру 1. По результатам наблюдений построить АКФ 2. Использовать отсчёты полученной АКФ в качестве коэффициентов НЦФ, на вход которого подаётся последовательность псевдослучайных чисел с равномерным распределением:

$$X_r = \sum_{k=0}^{N-1} b_k \xi_{r-k}\ , \quad (3)$$

где $\{X_r\}$ — результат моделирования, N — число коэффициентов НЦФ, $\{b_k\}$ — коэффициенты, $\{\xi_r\}$ — псевдослучайные равномерно распределённые числа.

Результат моделирования показаны на рис. 1. Представлены результаты обработки натурных измерений двухкомпонентного волнения и ПСМ, рассчитанная по значениям выхода НЦФ модели (3). Данные нормированы по максимуму энергии спектра и по частоте, ему соответствующей.

Из приведённой иллюстрации видно, что построенная модель адекватна моделируемому случайному процессу.

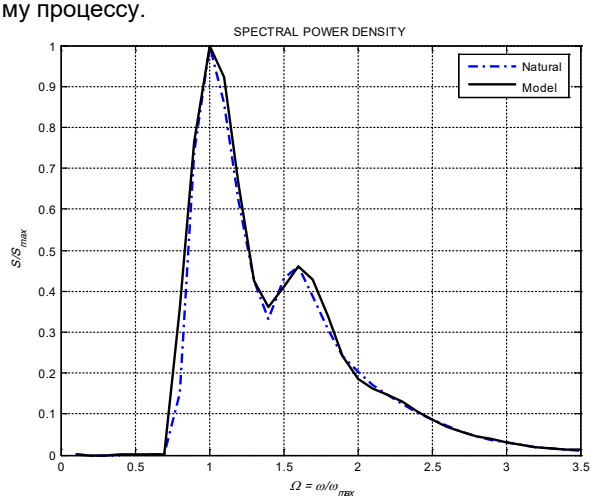


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, разработана имитационная модель, генерирующая реализации случайного процесса ветрового волнения, которая может перестраиваться сообразно желаемым свойствам.

Показана адекватность построенной модели результатам натурного эксперимента.

4. Список литературы

[1] Рожков, В. А. Методы вероятностного анализа океанологических процессов / В. А. Рожков. — Л. : Гидрометеоиздат, 1979. — 280 с.

SIMULATION DIGITAL MODEL OF WIND WAVE PROCESS

Karlusov V. Yu., Chernjuk D. I.
Scientific adviser: Karlusov V. Yu.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — An approach to constructing a random process generator with statistical characteristics of wind waves is considered. The results of computational experiments are presented.

МОДЕЛИРОВАНИЕ АЛГОРИТМА ЭЛЕКТРОННОЙ ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ RSA

Маргарян М. С., Бадалян Б. Ф.
Национальный политехнический университет Армении, Армения
E-mail: agentben@rambler.ru

Аннотация — Рассмотрены такие аспекты применения асимметричной криптографии, как контроль целостности и защита от подделки передаваемого электронного документа. Представлены принципы генерации, верификации и результаты моделирования электронной цифровой подписи на основе схемы RSA.

1. Введение

Основная проблема, возникающая при использовании симметричных криптосистем — это проблема распределения ключей. Так как процедуры зашифрования и расшифрования выполняются с помощью единого ключа, в системе с n абонентами потребуется порядка $n(n-1)/2$ ключей, которые не только необходимо сгенерировать, но и надежным образом распределить между всеми участниками коммуникации.

Другой принципиальный недостаток симметричной криптографии — невозможность разрешения конфликтов, так как секретную ключевую информацию знают как минимум двое участников информационного обмена, что делает невозможной обеспечение юридической значимости пересылаемых электронных документов.

2. Основная часть

В асимметричных криптосистемах каждый пользователь получает пару ключей: открытый ключ, которым информация зашифровывается, и секретный ключ, которым информация расшифровывается. Открытый ключ публикуется открыто, а секретный ключ сохраняется пользователем в тайне. Таким образом, устраняется необходимость передачи секретной информации. Кроме того, криптосистемы с открытым ключом используются не только для шифрования, но также для создания цифровых подписей и других прикладных задач.

Электронная цифровая подпись (ЭЦП) является элементом криптографического преобразования информации и позволяет выполнять такие функции, как аутенитичность и неотрекаемость, контроль целостности и защиту от изменений передаваемого электронного документа [1].

В настоящее время все схемы построения цифровой подписи основаны или на алгоритмах симметричного шифрования, или на алгоритмах асимметричного шифрования и хеш-функции.

Наиболее известная криптосистема с открытым ключом RSA часто используется не только для шифрования, но и для построения схемы электронной подписи. В данной схеме ЭЦП отправитель выбирает два больших числа p и q, вычисляет значения модуля $N = pq$ и функции Эйлера $\varphi(N)$. Далее он выбирает число e, взаимно простое с $\varphi(N)$, и вычисляет $d = e^{-1} \bmod \varphi(N)$. После генерации открытого и секретного ключей, отправитель вычисляет хэш-образ $h(M)$ сообщения и шифрует полученное значение своим секретным ключом по формуле [2]:

$$s = h^d \bmod N.$$

Получатель вычисляет число $w = s^e \bmod N$ и проверяет выполнение равенства $w = h(M)$. В случае положительного результата проверки подпись принимается, в противном случае — отвергается.

На рис. 1 показаны окна разработанной программы в режиме генерации/верификации цифровой подписи.

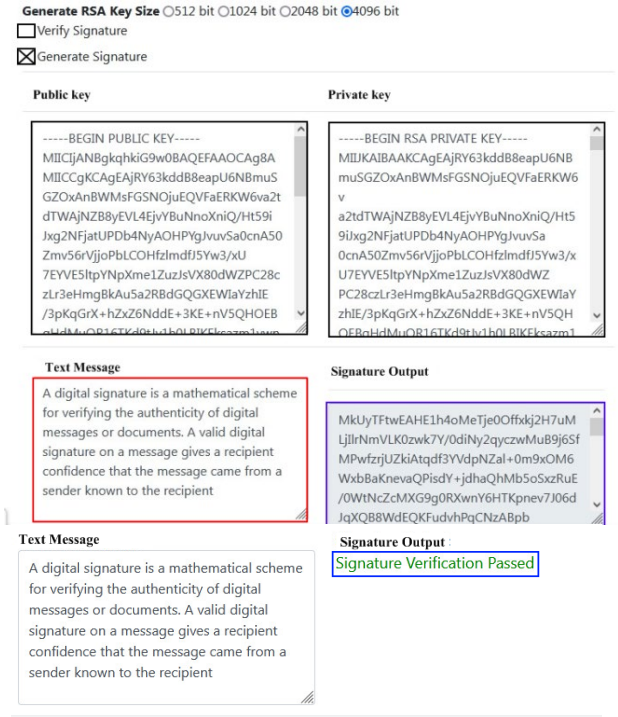


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, разработанное программное средство, в зависимости от требуемой длины ключа и функции хэширования MD/SHA, осуществляет эффективную реализацию алгоритма ЭЦП на основе RSA.

4. Список литературы

[1] Ветров, Ю. В. Криптографические методы защиты информации в телекоммуникационных системах : учеб. пособие / Ю. В. Ветров, С. Б. Макаров. — СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2011. — 174 с.

[2] Фергюсон, Н. Практическая криптография / Н. Фергюсон, Б. Шнайер. — М. : Издат. дом «Вильямс», 2005. — 424 с.

SIMULATION OF THE RSA ELECTRONIC DIGITAL SIGNATURE ALGORITHM

Margaryan M. S., Badalyan B.F.
National Polytechnic University of Armenia, Armenia

Abstract — Such aspects of the application of asymmetric cryptography as integrity control and protection against forgery of the transmitted electronic document are considered. The principles of generation, verification, as well as the results of modeling an electronic digital signature based on the RSA scheme are presented.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЙ СВОЙСТВ ЖИДКОСТЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ И НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Лаврова Е. В., Иванов Г. А.
Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Лаврова Е. В.
ФГБОУ ВО «Приазовский государственный технический университет», Россия
E-mail: UNIIT-PSTU@yandex.ru

Аннотация — рассматривается использование машинного зрения для автоматического определения физических свойств жидкостей, в частности вязкости. Описывается принцип работы программной реализации.

1. Введение

Основной проблемой в измерении свойств жидкостей является влияние человеческого фактора, которое приводит к ошибкам и искажению данных. В этом контексте машинное зрение и нейронные сети предоставляют новые возможности для автоматизации и улучшения точности измерений [1].

Одно из основных применений машинного зрения и нейронных сетей в измерении свойств жидкостей — это определение вязкости методом Стокса. Использование машинного зрения и нейронных сетей позволяет автоматизировать процесс измерения и повысить его точность.

2. Основная часть

Разработана информационная система машинного зрения с использованием алгоритмов классификации реализованных в библиотеке OpenCV [2], что позволяет отслеживать параметры движения сферы в жидкости при измерении вязкости методом Стокса. Нейронные сети, в свою очередь, играют ключевую роль в обработке данных и уточнении результатов измерений.

Результаты работы машинного зрения и классификатора на основе искусственной нейронной сети позволили успешно обнаружить, компенсировать и нейтрализовать воздействие помех, вызванных преломляющими свойствами жидкости, а также цифровой шум матрицы камеры. Нейронные сети позволили автоматически распознать и исправить искажения, вызванные оптическими артефактами или другими факторами, что позволило минимизировать ошибки классификации и максимизировать точность и эффективность измерений.

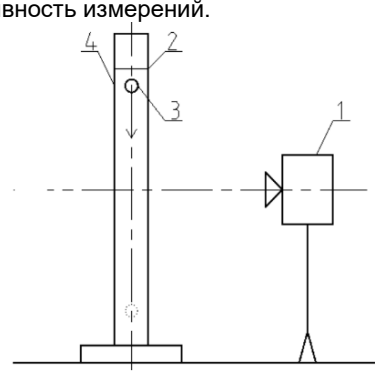


Рис. 1

Спроектирована и разработана экспериментальная установка (Рис. 1),
где 1—цифровая камера, 2 — уровень вязкой жидкости (касторовое масло), 3 — стальной шар диаметром 6 мм, 4 — прозрачный сосуд. Камерой (1) фиксируется движение шара в среде под действием сил тяжести, Архимедовой силы и вязкого трения. Полученные данные записываются в видеофайл в формате MPEG-4 Part 10 с частотой 30 кадров/сек при разрешении 1280x720 точек.

Система, реализована в формате сценария на языке Python с использованием библиотеки OpenCV [2], в пакетном режиме принимается аргументом видеофайл, обрабатываются все кадры, выделяя на них координаты контуров шара, вычисляя скорость его движения, фиксируя время прохождения реперных точек и записывая графики.

В таблице 1 приведены результаты вычислений погрешностей при двух различных методиках классификации движущегося объекта на изображении — нейронной и бинарной.

Таблица 1

t, °C	Вязкость*, Па·с	Среднеквадратическая погрешность, σ	
		Нейронная классификация	Бинарная классификация
0	55,57	0,092	0,183
10	24,57	0,013	0,066
20	9,74	0,002	0,012
30	4,50	0,001	0,005

*Величина вязкости рассчитана для данной температуры и принята за истинную.

3. Заключение

Интеграция машинного зрения и нейронных сетей в процесс измерения свойств жидкостей позволяет сократить время измерений и трудозатраты. Погрешность результатов при нейронной классификации заметно ниже по причине меньшего количества ложных определений координат шара на изображении.

4. Список литературы

[1] Шпак, А. И. Исследование и совершенствование технологий машинного зрения / А. И. Шпак. — СПб. : Издат. дом «Лань», 2015. — 320 с.
[2] Open Source Computer Vision [Электронный ресурс] / OpenCV сайт. — Режим доступа: https://opencv.org/. — (дата посещения: 22.05.2023).

IMPROVEMENT OF METHODS FOR MEASURING THE PROPERTIES OF LIQUIDS USING MACHINE VISION AND NEURAL NETWORKS

Lavrova H. V., Ivanov G. A.
Scientific adviser: Lavrova H. V.
Pryazovskyi State Technical University, Russia

Abstract — The use of machine vision for automatic determination of the physical properties of liquids, in particular viscosity, is considered. The principle of operation of the computer vision system is described.

ПРИНЦИПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА УТОЧНЕНИЯ ТРАЕКТОРИИ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ВО ВРЕМЯ ПРОЛЁТА НАД РАЙОНОМ КОРРЕКЦИИ

Палаев С. В.[1], Палаев И. С.[1], Лукичев В. А.[1], Чернышев Е. Е.[1], Дидус В. Т.[2]
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Палаев С. В.[1]
[1]Черноморское высшее военно-морское училище им. П. С. Нахимова, Россия
[2]Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: spalaiev@yahoo.com

Аннотация — Рассмотрены принципы моделирования процесса уточнения траектории летательного аппарата во время пролёта над районом коррекции. Представлена сравнительная характеристика вариантов реализации навигационная систем (БИНС и КЭНС) и пути решения устранения недостатков указанных систем.

1. Введение

В течение последних десятилетий основой при построении систем навигации беспилотных летательных аппаратов (БЛА) стали инерциальные навигационные системы (ИНС). Преимуществом ИНС является её автономность и помехозащищённость [1]. В основе реализации ИНС используется устройство, включающее инерциальные датчики (гироскопы и акселерометры) и вырабатывающее по их показаниям информацию об ориентации и параметрах движения БЛА. Одной из разновидностей ИНС является бесплатформенная инерциальная навигационная система (БИНС), которая нашла широкое применение. Система БИНС — это инерциальная навигационная система, в которой для установки инерциальных датчиков не используется гиростабилизирующая платформа.

2. Основная часть

Система БИНС обеспечивает полёт БЛА по маршруту, но с течением времени у БИНС «накапливается ошибка». БЛА постепенно смещается с заданного курса, но БИНС этого не «видит». Поэтому необходима коррекция. Коррекцию можно провести по внутреннему источнику (например, КЭНС — корреляционно-экстремальной навигационной системе) или внешнему (СРНС — спутниковая радионавигационная система — ГЛОНАСС (Россия) или GPS (США)). Но спутниковая коррекция имеет существенный недостаток — возможность ухудшения ее работы из-за действия помех. Поэтому целесообразно использовать систему КЭНС.

Сравнительная характеристика БИНС и КЭНС, а также пути решения устранения недостатков указанных систем представлены в таблице 1.

Таблица 1

Тип системы	Достоинства	Недостатки	Пути решения устранения недостатков
БИНС	Автономность работы, высокая скорость выдачи информации (до 100 Гц), высокая помехозащищённость, неподверженность помехам	При автономном функционировании с течением времени полёта происходит накопление ошибок в определении координат и вектора скорости, проблема начальной калибровки	1. Комплексирование БИНС и КЭНС для повышения качества общей системы в целом. 2. Использование (интеграция) СРНС
КЭНС	Автономность работы, высокая помехозащищённость, малые ошибки наведения, малые веса и габариты	Система не может использоваться при полёте над морем и равнинными участками суши	

При этом, если бы вычислительные возможности бортовой системы управления (БСУ) позволяли, то в бортовую цифровую вычислительную машину (БЦВМ) была загружена карта на всём протяжении маршрута — от старта до финальной точки полета. Но так как вычислительные возможности БСУ ограничены, то используются отдельные участки на маршруте полёта, которые называются районами коррекции (*Pi*), их может быть до 10 и более, пролетая над которыми, происходит коррекция местоположения БЛА с помощью КЭНС. В КЭНС по контуру рельефа местности измеряются и сравниваются высоты рельефа местности вдоль траектории полёта летательного аппарата. В результате сравнения происходит определение навигационных ошибок по дальности и направлению относительно запрограммированной траектории и вырабатывает соответствующие команды на рули БЛА, как показано на рис. 1. [2].

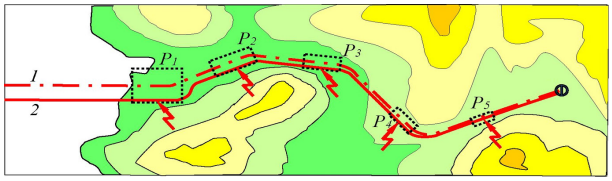


Рис. 1

При этом, ключевым датчиком для работы КЭНС является радиовысотомер, в котором используется радиотехнический способ измерения высоты полёта, или допплеровский измеритель скорости и сноса.

3. Заключение

Обобщая и оценивая полученные результаты, можно сделать следующие выводы:

1. Современный БЛА должен быть оснащен комбинированной системой навигации, реализующей принцип комплексной обработки информации.

2. Интегрированный бортовой комплекс, включающий БИНС, КЭНС и цифровую карту местности на маршруте полёта, позволяет реализовать высокоточный маловысотный полёт при автоматическом управлении летательным аппаратом, в том числе с огибанием рельефа местности.

4. Список литературы

[1] Сатыга, О. Г. Основы построения систем управления корабельных комплексов. Часть 1. Автономные системы управления: учеб. пособие / О. Г. Сатыга. — Севастополь : ЧВВМУ им. П.С. Нахимова, 2017. — 179 с.

[2] Лукичев, В. А. Основы теории точности корреляционно-экстремальных систем навигации и наведения: учеб. пособие / В .А. Лукичев, С. А. Маврин, В. В. Новиков. — Севастополь : Изд-во «Севастопольский Вымпел», 2021. — 58 с.

PRINCIPLES OF MODELING THE PROCESS OF REFINING THE TRAJECTORY OF AN AIRCRAFT DURING A FLIGHT OVER THE CORRECTION AREA

Palaev S. V., Palaev I. S., Lukichev V. A., Chernyshev E. E., Didus V. T.
Scientific adviser: Palaev S. V.
Black Sea Higher Naval School named after P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — The principles of modeling the process of clarifying the trajectory of an aircraft during a flight over the correction area are considered.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА УТОЧНЕНИЯ ТРАЕКТОРИИ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ВО ВРЕМЯ ПРОЛЁТА НАД РАЙОНОМ КОРРЕКЦИИ

Палаев С. В.[1], Палаев И. С.[1], Лукичев В. А.[1], Чернышев Е. Е.[1], Дидус В. Т.[2]
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Палаев С. В.[1]
[1]Черноморское высшее военно-морское училище им. П. С. Нахимова, Россия
[2]Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: spalaiev@yahoo.com

Аннотация — Проведено моделирование и исследование процесса уточнения траектории летательного аппарата во время пролёта над районом коррекции. Приведены результаты расчёта ошибок при использовании различных алгоритмов работы в автономной навигационной системе.

1. Введение

При построении навигационных комплексов летательных аппаратов (ЛА) применяются бесплатформенные инерциальные навигационные системы (БИНС) и корреляционно-экстремальные навигационные системы (КЭНС) [1].

2. Основная часть

Для исследования процесса уточнения траектории ЛА во время пролёта над районом коррекции разработана модель в пакете MATLAB/Simulink со следующими характеристиками:

— границы участка по поперечной оси: 20692 и 21382 (м), а по продольной: 326792 и 327736 (м) (рис. 1);

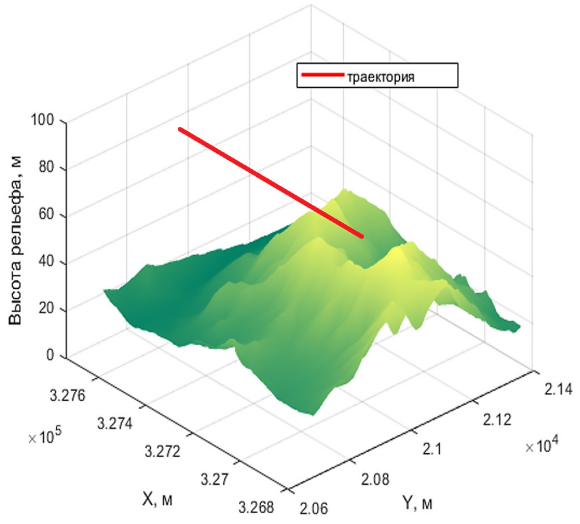


Рис. 1

— размер дискретов карты: Δ=Δx=Δy=2 м;

— размерность цифровой карты, загруженной на вычислитель: 472×345;

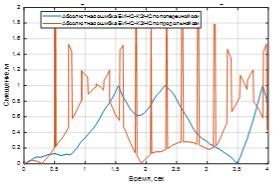
— количество узлов поиска экстремума: 5×5;

— размер ячейки карты местности: 10×10 м;

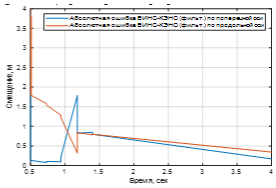
— время моделирования: 4 с.

Кроме этого, для достижения цели работы разработаны наборы разных структур блок-схем в Simulink (модель полёта ЛА, БИНС, КЭНС, фильтр alpha-beta) [2].

Для сравнения алгоритмов работы навигационных систем, построено семейство графиков. Так на рис. 2 представлены графики ошибок работы связки БИНС-КЭНС, определяющие отклонение фактической (реальной) траектории от программной до и после фильтрации.



Графики ошибок БИНС-КЭНС без фильтра



Графики ошибок БИНС-КЭНС с фильтром

Рис. 2

На основании полученных графиков составлена таблица сравнительных оценок абсолютных ошибок: ошибка БИНС; ошибка БИНС-КЭНС без фильтрации; и ошибка БИНС-КЭНС после фильтрации (таблица 1).

Таблица 1

Время моделирования, сек.	Ошибка БИНС, м		Ошибка БИНС-КЭНС (без фильтра), м		Ошибка БИНС-КЭНС (с фильтром), м	
	по поперечной оси	по продольной оси	по поперечной оси	по продольной оси	по поперечной оси	по продольной оси
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	20877.0000	326840.0000
0.2000	0.0846	0.0341	0.0846	0.0341	20877.0000	326881.5333
0.4100	0.1196	0.1021	0.1196	0.1021	20877.0000	326925.1433
0.5900	0.1074	0.2963	0.1074	0.2963	0.1112	1.7125
0.8400	0.1781	0.6495	0.1781	0.6495	0.1005	1.4080
1.0400	0.3687	0.8875	0.3687	1.1125	0.8757	0.8457
1.4003	0.7812	1.1980	0.7812	0.8020	0.7980	0.7971
1.5400	0.9923	1.4247	0.9923	0.5753	0.7643	0.7727
1.6100	1.1278	1.5016	0.8722	1.5016	0.7473	0.7605
2.0300	1.2971	2.0899	0.7029	0.0899	0.6458	0.6873
2.5200	0.7876	2.2668	0.7876	0.2668	0.5274	0.6019
3.0100	0.2744	2.1875	0.2744	0.1875	0.4090	0.5164
3.5000	0.0263	2.8057	0.0263	0.8057	0.2906	0.4310
3.9900	1.2321	3.5794	0.7679	0.4206	0.1721	0.3456

3. Заключение

Таким образом, моделирование показывает, что с помощью интегрирования БИНС и КЭНС, возможно создать высокоточную надёжную навигационную систему, удовлетворяющую достаточно жестким требованиям, предъявляемым к системам управления ЛА. При этом, использование принципа комплексирования различных систем повышает качества общей системы в целом.

4. Список литературы

[1] Лукичев, В. А. Основы теории точности корреляционно-экстремальных систем навигации и наведения: учеб. пособие / В. А. Лукичев, С. А. Маврин, В. В. Новиков / Севастополь : Изд-во «Севастопольский Вымпел», 2021. — 58 с.

[2] Педагогический практикум [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://studfile.net/preview/6180708/.

MODELING AND STUDY OF THE PROCESS OF REFINING THE TRAJECTORY OF AN AIRCRAFT DURING A FLIGHT OVER THE CORRECTION AREA

Palaev S. V., Palaev I. S., Lukichev V. A., Chernyshev E. E., Didus V. T.
Scientific adviser: Palaev S. V.
Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov; Russia

Abstract — Modeling and study of the process of refining the trajectory of an aircraft during the flight over the correction area was carried out.

ОЦЕНКА ОШИБОК ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАКУРСА ПОДВИЖНЫХ ПРОТЯЖЁННЫХ НАДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ РАДИОЛОКАЦИОННОГО ДАЛЬНОСТНО-АЗИМУТАЛЬНОГО ПОРТРЕТА

Загумёнов А. В., Кузьмин В. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Кузьмин В. А.
Черноморское высшее военно-морское училище им. П. С. Нахимова, Россия
E-mail: kuz_va56@mail.ru

Аннотация — Проведена оценка ошибок определения ракурса (φц) подвижных протяжённых надводных объектов (ПНО) по результатам цифровой обработки первичной радиолокационной информации, полученной с использованием РЛС обзорного типа в Ка диапазоне. По результатам проведённых исследований показана достаточно высокая точность определения ракурса подвижных ПНО.

1. Введение

Для определения ракурса (φц) подвижного ПНО в современных морских навигационных РЛС необходимо проводить накопление информации за несколько обзоров РЛС [1,2], что не способствует решению задач радиолокационного распознавания в реальном масштабе времени.

Решение задачи определения ракурса облучения ПНО за время одного обзора будет способствовать решению задач распознавания радиолокационных целей в реальном масштабе времени.

2. Основная часть

Под ракурсом облучения будем понимать угол между направлением линии визирования РЛС и продольной осью ПНО. Радиолокационный дальностно-азимутальный портрет ПНО за время одного обзора можно представить в виде матрицы размером N×M

$$\begin{vmatrix} U_{11} & U_{21} & \dots & U_{N1} \\ U_{12} & U_{ij} & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ U_{1M} & \dots & \dots & U_{NM} \end{vmatrix}$$

где $i=1\dots N=\theta_0/\Delta\theta$ — число дискретных отсчётов по азимуту, θ_0 — размер окна первичной обработки по азимуту; $\Delta\theta$ — угловой размер дискретного отсчёта по азимуту; $j=1\dots M=D_0/\Delta d$ — число дискретных отсчётов по дальности, D_0 — размер окна первичной обработки по дальности; Δd — размер дискретного отсчёта по дальности; Uij — амплитуда сигнала, отражённого от ПНО для i-го импульса и *j*-го дискретного отсчёта по дальности в матрице [1].

Определение ракурса ПНО включало следующие итерации [3]:

— определение в матрице максимальных значений амплитуды сигнала для каждого столбца $U_{m\text{-}i}$ и для каждой строки $U_{m\text{-}j}$;

— формирование матрицы-строки размером $N\times1$ ($U_{m\text{-}i,\ i=1\dots N}$) и матрицы-столбца $1\times M$ ($U_{m\text{-}j,\ j=1\dots M}$);

— определение числа дискретных отсчётов по азимуту (*n*) для матрицы-строки и определение числа дискретных отсчётов по дальности (*m*) для матрицы-столбца, превысивших заданный порог ($U_п$);

— вычисления радиальной и тангенциальной составляющих ПНО:

$$l_r = (m-1)\cdot\Delta d\ ,$$

где $\Delta d=c/2F_d$, $c=3\cdot10^8$м/с, F_d — частота дискретизации АЦП;

$$l_t = (n-1)\cdot D_ц\cdot\frac{\Delta\theta}{57{,}3}\ ,$$

где $D_ц$ — дальность до надводного объекта;

— определение ракурса облучения ПНО

$$\varphi_ц = 57{,}3\cdot \mathrm{Arctg}(l_t / l_r)\cdot$$

Исследование ошибок определения ракурсов облучения проводилось по сигналам [4], отражённым от четырёх надводных объектов, которые двигались по различным траекториям на различных дальностях и пеленгах. Интервал наблюдения (tн) для каждого надводного объекта составлял:

$$t_н = L\cdot T_{обз},$$

где L=50 — число обзоров РЛС, $T_{обз}=360/Ω_а$, $Ω_а$=120 град/сек — угловая скорость вращения антенны РЛС.

Ошибки определения ракурса каждого надводного объекта ($\Delta\varphi_ц$) на интервале наблюдения (5), при линейном (близким к линейным) перемещениям ПНО определялось как разница между измеренным значением (4) и значением функции тренда ($\varphi_ц$-*tr-l*)

$$\Delta\varphi_ц = \varphi_{ц\text{-}l} - \varphi_{ц\text{-}tr\text{-}l}$$

где *l* — номер обзора.

Вычисленные значения среднеквадратических отклонений ошибок определения ракурсов для четырёх ПНО разных классов составили 1,61 град; 1,86 град; 2,0 град; 1,87 град.

3. Заключение

Проведённая оценка ошибок определения ракурсов подвижных ПНО на основе цифровой обработки радиолокационных дальностно-азимутальных портретов показала достаточно высокую точность. По результатам цифровой обработки сигналов, отражённых от четырёх ПНО вычисленные значения СКО ошибок ракурсов за время tн (5) составили от 1,61 до 2,0 градусов.

4. Список литературы

[1] Войнов Е. А. Классификация надводных объектов по радиолокационному изображению / Е. А. Войнов, Ю. Ф. Подоплёкин // Информационные управляющие системы. — 2006. — № 2. — С. 29.

[2] Патент РФ№2316789 Способ определения угла наблюдения(ракурса) воздушной цели в наземной радиолокационной системе / Князев И. Н. Князев Р. И., Данилов Е. С. — 2008.

[3] Андросова, Ю. В. Методика определения ракурса протяжённого надводного объекта с использованием радиолокационного дальностно-азимутального портрета / Ю. В. Андросова, В. А. Кузьмин // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, Севастополь, 2021. — СевГУ, 2021. — № 4. — С. 152.

ESTIMATION OF ERRORS IN DETERMINING THE ANGLE OF MOBILE EXTENDED SURFACE OBJECTS BASED ON THE DIGITAL PROCESSING RADAR RANGE-AZIMUTH PORTRAIT

Zagumenov A. V., Kuzmin V. A.
Scientific adviser: Kuzmin V. A.
Black Sea Higher Naval School named after P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — The estimation of errors in determining the angle of mobile extended surface objects was carried out based on the results of digital processing of primary radar information, obtained using a survey-type radar in the Ka range. According to the results of the conducted studies, a sufficiently high accuracy of determining the angle of mobile extended surface objects is shown.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОТОКОЛОВ УПРАВЛЕНИЯ И ТЕЛЕМЕТРИИ БПЛА MSP И MAVLINK

Ходаковский А. А.
Научный руководитель: Азаров А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: alexanderkhodakovkiy@gmail.com

Аннотация — Беспилотные летательные аппараты (БЛА), или дроны, широко используются в различных областях. Сравниваются два популярных протокола управления и телеметрии: MSP и MAVLink. Анализируются характеристики, преимущества и недостатки каждого. Предоставляются рекомендации для разработчиков и пользователей.

1. Введение

Проблема, которую рассматривает данная статья, — выбор наиболее оптимального протокола управления и телеметрии для БПЛА. С широким применением БПЛА в различных областях правильный выбор протокола становится критически важным, поскольку это влияет на эффективность и эффективность выполнения различных задач БПЛА. Целью данной статьи является сравнение двух наиболее распространенных протоколов управления и телеметрии, MSP и MAVLink, и предоставление необходимой информации для выбора наиболее подходящего протокола для конкретной задачи. Кроме того, важным аспектом, рассматриваемым в данной статье, является анализ особенностей каждого протокола, их преимуществ и недостатков. Статья также будет затрагивать вопрос о возможностях и ограничениях каждого протокола, что поможет читателям лучше понять, какие функции и возможности доступны при использовании того или иного протокола.

2. Основная часть

MSP (Multiwii Serial Protocol) — протокол для управления и получения телеметрии от беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) [1]. Разработан сообществом Multiwii для обеспечения простой и эффективной связи между автопилотом и наземной станцией. Он использует бинарный формат передачи данных через последовательный порт (UART), что делает его более эффективным по сравнению с текстовыми протоколами, такими как ASCII. MSP включает команды и опции для управления и настройки различных аспектов работы БПЛА, такие как установка значений для каналов управления или настройка параметров контроллера PID.

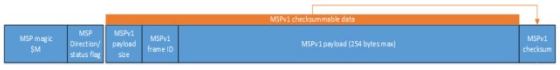


Рис. 1

MAVLink (Micro Air Vehicle Link) — протокол связи для БПЛА и робототехнических систем [2]. MAVLink разработан как открытый стандарт для обмена информацией между системами, такой как команды управления, телеметрические данные, состояние системы и другое. Оперируя по принципу «главаподчиненный», MAVLink передает команды и данные в виде сообщений с информацией о типе сообщения, длине и содержании. В качестве физического канала связи могут использоваться различные каналы, включая беспроводные, проводные или последовательные.

MSP разработан для мультироторных БЛА и используется в системах управления, таких как MultiWii, Baseflight и Cleanflight. Он обеспечивает простой и быстрый способ связи между автопилотом и наземным приложением. С другой стороны, MAVLink разработан для разных типов БЛА и поддерживает несколько языков программирования. Он использует открытый формат передачи данных, что позволяет использовать различные каналы, включая Wi-Fi и Bluetooth. MAVLink также поддерживает множество команд для управления БПЛА и получения телеметрии.

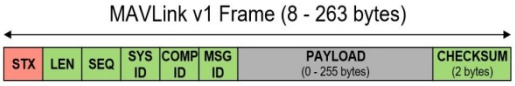


Рис. 2

В целом, MAVLink предоставляет больше вариантов программирования и подключения устройств, в то время как MSP обеспечивает более простой и быстрый способ управления мультироторными БПЛА. Выбор между этими протоколами зависит от конкретных потребностей и задач, для которых используется БПЛА.

3. Заключение

В заключение, можно сказать, что протоколы MSP и MAVLink имеют свои преимущества и недостатки, и выбор между ними зависит от конкретных требований проекта. MSP более прост в использовании и понимании, но его функциональность ограничена и может не подходить для более сложных проектов. С другой стороны, MAVLink обладает большей функциональностью и гибкостью, но может быть более сложным в использовании и требовать больше времени для настройки.

В целом, при выборе протокола для управления БЛА и получения телеметрической информации необходимо учитывать конкретные требования проекта и оценивать, какой из протоколов лучше всего подходит для решения поставленных задач.

4. Список литературы

[1] Multiwii Serial Protocol [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.multiwii.com/wiki/index.php?title=Multiwii_Serial_Protocol
[2] MAVLink Developer Guide [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://mavlink.io/en/
[3] MAVLink Basics — Dev documentation [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://ardupilot.org/dev/docs/mavlink-basics.html.

A COMPARATIVE ANALYSIS OF UAV CONTROL AND TELEMETRY PROTOCOLS: MSP VS MAVLINK

Khodakovskiy A. A.
Scientific adviser: Azarov A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Unmanned Aerial Vehicles (UAVs), or drones, are extensively utilized across various domains. Two prominent control and telemetry protocols, MSP and MAVLink, are compared. Characteristics, advantages, and drawbacks of each are scrutinized. Recommendations are furnished for developers and users.

ПРИЁМ И ДЕМОДУЛЯЦИЯ CHIRP SPREAD SPECTRUM СИГНАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ PYTHON И SDR ПРИЁМНИКА

Ходаковский А. А., Верещагин Т. А.
Научный руководитель: Азаров А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: vereshchagin@ieee.org

Аннотация — Эта статья описывает процесс модуляции и отправки CSS (Chirp Spread Spectrum) модулированного сигнала с использованием Python и SDR (Software-Defined Radio) [1]. CSS является одним из методов спектрального расширения сигнала, который использует линейно увеличивающуюся или уменьшающуюся частоту для модуляции сигнала передачи данных.

1. Введение

Непрерывное развитие технологии беспроводной связи привело к увеличению спроса на эффективные и надежные методы передачи. Один из методов, используемых для улучшения качества передачи — это расширение спектра сигнала методом CSS (Chirp Spread Spectrum), который использует линейно возрастающую или убывающую частоту для модуляции сигналов передачи данных. Метод CSS обладает несколькими преимуществами перед традиционными методами модуляции, такими как увеличение емкости канала, повышение устойчивости к помехам и интерференции, а также лучшая защита от проникновения.

2. Основная часть

Проблематика для данной работы связана с ограничениями существующих методов передачи данных. Некоторые из существующих методов, таких как частотная модуляция (FM) или амплитудная модуляция (AM) [2], могут быть неэффективными при передаче данных на большие расстояния или при работе в шумных условиях. Также некоторые методы могут иметь ограничения в отношении скорости передачи данных или использования доступных частотных диапазонов.

Одним из потенциальных решений этой проблемы может быть использование CSS-модуляции сигнала, которая может обеспечить более эффективную передачу данных на большие расстояния, устойчивость к шуму и более высокую скорость передачи данных. Таким образом, цель данной работы состоит в том, чтобы исследовать эффективность CSS-модуляции сигнала в качестве метода передачи данных и сравнить ее с другими методами.

Chirp Spread Spectrum (CSS) является одной из наиболее эффективных техник модуляции, используемых в современных радиосистемах. Эта техника использует линейно возрастающую или убывающую частоту, называемую «Chirp», для распределения энергии сигнала по широкому диапазону частот. Это делает CSS более устойчивым к помехам и более эффективным в использовании доступной полосы частот, чем традиционные методы модуляции.

SDR (Software-Defined Radio) — технология радиосвязи, позволяющая программно управлять параметрами радиосигнала, такими как частота, полоса пропускания, усиление и демодуляция. Это обеспечивает гибкость и эффективность использования спектра частот.

Для модулирования сигнала было решено использоваться библиотеки Scipy и Numpy так как они позволяют добиться большой скорости работы при работе с данными из-за того что написаны на языке C++. При отправке сигнала в эфир была использована API SoapySDR и SDR приемопередатчик HackRF One [3] из-за его распространённости и высоких характеристик.

При модулировании сигнала были выбраны следующие параметры: несущая частота 2,455 ГГц, ширина канала 1МГц, время импульса 0,5 с, частота дискретизации 20 мегавыборок, сигнал кодирует 8 битное число, 0 кодируется понижением частоты, 1 кодируется повышением частоты

Данные параметры были выбраны для большей наглядности при наблюдении за спектральной мощностью выдаваемой сигналом Waterfall показывающий спектральную мощность в указанном промежутке времени. Для приёма сигнала использовался второй SDR приемопередатчик, который в свою очередь передаёт данные о сигнале в программу GQRX строящую график в реальном времени.

3. Заключение

В данной научной статье была рассмотрена возможность модуляции и отправки CSS (Chirp Spread Spectrum) модулированного сигнала с использованием языка программирования Python и программного обеспечения для радиосвязи SDR (Software Defined Radio).

Результаты эксперимента показали эффективность использования CSS для передачи данных, особенно в условиях сильных помех. Были достигнуты высокие показатели производительности и качества передачи, что подтверждает потенциал CSS в радиосвязи.

4. Список литературы

[1] Bard, John Software-Defined Radio: The Software Communications Architecture / John Bard. — Space Coast Communication SystemsInc.,USA, 2007. — 464 p.
[2] SoapySDR [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://github.com/pothosware/SoapySDR.
[3] Hackrf [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://github.com/greatscottgadgets/hackrf.

RECEIVING AND DEMODULATING CHIRP SPREAD SPECTRUM SIGNALS USING PYTHON AND SOFTWARE-DEFINED RADIO

Khodakovskiy A. A., Vereshagin T. A.
Scientific adviser: Azarov A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The article describes the process of modulating and sending a CSS (Chirp Spread Spectrum) modulated signal using Python and SDR (Software-Defined Radio) [1]. CSS is one of the signal spectral spreading methods that uses linearly increasing or decreasing frequency to modulate the data signal.

ИМИТАЦИЯ MSP ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ FPV КВАДРОКОПТЕРОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОДНОПАЛАТНОГО КОМПЬЮТЕРА

Верещагин Т. А., Вигерина А. Д.
Научный руководитель: Азаров А. А.
Севастольский государственный университет, Россия
E-mail: vereshchagin@ieee.org

Аннотация — Рассматривается управление FPV квадрокоптерами через использование одноплатного компьютера и имитацию MSP (Microcontroller Signal Processor) в роли контроллера. Этот подход предоставляет более гибкие настройки и упрощенный доступ к параметрам полета, что может значительно облегчить управление и уменьшить необходимость высокой квалификации пилота. Такой метод может стать более доступным для новичков и обладать потенциалом для более эффективного управления FPV квадрокоптерами.

1. Введение

Исследуется применение одноплатного компьютера для управления FPV квадрокоптерами с использованием Multiwii Serial Protocol (MSP). Этот протокол обеспечивает связь между управляющим устройством и контроллером полета, обмен командами и данными о состоянии. Разработка программного обеспечения для имитации MSP на одноплатном компьютере имеет целью упрощение управления квадрокоптерами и расширение возможностей пользователей.

2. Основная часть

Одноплатный компьютер — это компьютер, который имеет все основные компоненты, необходимые для работы, на одной плате.

Одним из самых известных одноплатных компьютеров является Raspberry Pi [1], который широко используется в различных проектах, включая системы умного дома, робототехнику, научные исследования и другие.

Одноплатные компьютеры имеют ряд преимуществ, которые делают их полезными для управления FPV квадрокоптером. Во-первых, они являются небольшими и компактными, что позволяет легко интегрировать их в квадрокоптер. Во-вторых, они обладают достаточно высокой производительностью, что позволяет обрабатывать данные и принимать решения быстро и эффективно. В-третьих, одноплатные компьютеры могут подключаться к Интернету и обмениваться данными с другими устройствами, что позволяет использовать их в различных проектах, связанных с квадрокоптерами.

Кроме того, одноплатные компьютеры имеют широкие возможности для программирования и настройки, что позволяет пользователю создавать собственные программы для управления квадрокоптером и изменять его параметры.

Таким образом, одноплатные компьютеры предоставляют пользователю множество возможностей для управления FPV квадрокоптером, включая высокую производительность, малый размер, подключение к Интернету и широкие возможности настройки. Они также позволяют пользователям использовать собственные программы и настройки для более точного и эффективного управления квадрокоптером.

Одним из наиболее популярных одноплатных компьютеров является Raspberry Pi. Он имеет достаточно высокую вычислительную мощность и может работать с различными периферийными устройствами, такими как камеры, дисплеи, клавиатуры, мыши и др.

Multiwii Serial Protocol (MSP) — это протокол связи между контроллером и компьютером, который используется в системах управления многих квадрокоптеров. Он позволяет передавать информацию о состоянии квадрокоптера и настраивать параметры управления через серийный порт.

Выбор MSP в качестве протокола для имитации контроллера на одноплатном компьютере также имеет свои преимущества. MSP легко интегрируется в систему управления квадрокоптером и обеспечивает надежную и быструю связь между контроллером и компьютером. Он также имеет широкие возможности настройки, что позволяет пользователю оптимизировать управление квадрокоптером под свои потребности и особенности конкретной модели.

Алгоритм имитации MSP на одноплатном компьютере предназначен для эмуляции команд и данных, передаваемых между полетным контроллером и радиоуправлением квадрокоптера через протокол Multiwii Serial Protocol.

3. Заключение

Было разработано программное обеспечение для имитации Multiwii Serial Protocol (MSP) на одноплатном компьютере для управления FPV квадрокоптером. Данное ПО обладает достаточной функциональностью и простотой использования, что делает его более доступным для любителей и профессионалов в области управления квадрокоптерами. Результаты экспериментального исследования показали, что разработанное ПО работает корректно и стабильно, а также обладает высокой скоростью передачи данных, что важно при управлении квадрокоптером в режиме реального времени.

4. Список литературы

[1] Multiwii Serial Protocol [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.multiwii.com/wiki/index.php?title=Multiwii_Serial_Protocol.

MSP EMULATION FOR FPV QUADCOPTER CONTROL USING SINGLE-BOARD COMPUTER

Vereshagin T. A., Vigerina A. D.
Scientific adviser: Azarov A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The control of FPV quadcopters using a single-board computer and emulating MSP (Microcontroller Signal Processor) as the controller is being explored. This approach offers more flexible settings and simplified access to flight parameters, which can significantly ease control and reduce the need for high pilot expertise. Such a method could be more accessible for beginners and holds the potential for more efficient control of FPV quadcopters.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШУМА ПЕРЛИНА ДЛЯ ПРОЦЕДУРНОЙ ГЕНЕРАЦИИ ЦИФРОВЫХ ТЕКСТУР

Вигерина А. Д., Верещагин Т. А.
Научный руководитель: Азаров А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: vereshchagin@ieee.org

Аннотация — Описывается применение шума Перлина для процедурной генерации цифровых миров. Рассматривается влияние различных параметров шума Перлина на создаваемые текстуры и окружения. Результаты могут быть полезны для разработчиков игр и виртуальных сред.

1. Введение

С развитием компьютерных технологий и графических возможностей последних десятилетий наблюдается увеличенный интерес к созданию реалистичных цифровых миров в различных областях, включая компьютерные игры, анимацию, визуализацию данных и виртуальную реальность.

Одним из ключевых аспектов достижения высокой степени реализма и детализации в трехмерных сценах является способность генерировать естественные и разнообразные текстуры, поверхности, рельефы местности и атмосферные эффекты. В этом контексте, шум Перлина, впервые предложенный Кеном Перлином в 1983 году, приобретает особое значение как мощный инструмент для создания деталей для реалистичности в трехмерных средах.

2. Основная часть

Шум Перлина представляет собой метод, основанный на математическом алгоритме, для создания процедурных текстур с использованием псевдослучайных данных. В контексте компьютерной графики этот метод находит применение в целях повышения степени реализма и сложности поверхностей геометрических объектов, а также для моделирования различных визуальных эффектов, включая дым и туман.

На рис. 1 показан пример созданной с использованием шума Перлина чёрно-белой текстуры.



Рис. 1

Суть метода заключается в формировании набора псевдослучайных единичных векторов, так называемых градиентов, которые стратегически размещаются в определенных точках пространства. Затем эти градиенты подвергаются интерполяции с использованием функции сглаживания между близлежащими точками. Для создания шума Перлина в одномерной пространственной среде необходимо провести вычисления значений шумовой функции для каждой точки, с учетом направления градиента (или его наклона) в данной конкретной точке.

При генерации трёх мерного ландшафта после генерации чёрно-белой текстуры представляют абсолютно белый цвет как 1, а чёрный как 0, после чего плоскость вытягивается в каждой точке на высоту по следующей формуле

$$H = H_M \cdot n(x,y) ,$$

где H_M — максимальная высота террайна; $n(x,y)$ — функция шума по координатам

На рис. 2 показан пример генерации ландшафта с использованием двух мерного шума Перлина



Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, основе данной работы можно заключить, что шум Перлина успешно применяется в процедурной генерации цифровых миров. Его способность создавать разнообразные и естественные рельефы делает его ценным инструментом для создания визуальных окружений. Полученные выводы могут быть полезны для практических задач разработки игр и виртуальных сред.

4. Список литературы

[1] Perlin noise: What is it, and how to use it [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://blog.hirnschall.net/perlin-noise.

USING PERLIN NOISE FOR PROCEDURAL GENERATION OF DIGITAL WORLDS

Vigerina A. D., Vereshagin T. A.
Scientific adviser: Azarov A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The application of Perlin noise for procedural generation of digital worlds is described. The influence of various Perlin noise parameters on the created textures and environments is considered. The results can be useful for game developers and virtual environments.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ШУМОВ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ-ВИЗУАЛЬНОЙ ИМИТАЦИИ ОГНЯ

Азаров А. А., Вигерина А. Д., Верещагин Т. А.
Научный руководитель: Азаров А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: vereshchagin@ieee.org

Аннотация — Эта статья исследует применение цифровых шумов для создания реалистичной имитации огня в виртуальных средах. Это может значительно обогатить визуальные эффекты в различных областях, включая развлекательную и образовательную индустрии.

1. Введение

В настоящее время в сфере виртуальной реальности и компьютерной графики наблюдается постоянный прогресс, позволяющий создавать удивительно реалистичные визуальные симуляции различных объектов и явлений. Одной из актуальных тем в этой области является цифровая имитация огня. Возможность достоверно воссоздать изображение пламени, его движения и свечения имеет широкий спектр применения — от развлекательных индустрий, таких как кино и видеоигры, до практических сфер, включая обучение пожарной безопасности. В этом контексте применение цифровых шумов как инструмента для более реалистичной имитации огня представляет интересную исследовательскую и практическую перспективу.

2. Основная часть

Для цифровой генерации огня предлагается использовать шум Перлина, из-за того что в его основе лежит градиент и он не является фрактальным, что положительно скажется на визуальной составляющей огня.

Шум Перлина представляет собой метод, основанный на математическом алгоритме, для создания процедурных текстур с использованием псевдослучайных данных. В контексте компьютерной графики этот метод находит применение в целях повышения степени реализма и сложности поверхностей геометрических объектов, а также для моделирования различных визуальных эффектов, включая дым и туман.

Для визуализации и реализации алгоритма используется программное обеспечение Godot Engen 4

При генерации огня необходимо создать градиент цвета от красного (255, 0, 0) до жёлтого (245, 245, 73) используемый в бедующей генерации как основа. Для чего используется объект TextureRect для визуализации и GradientTexture1D для создания текстуры градиента.

На рис. 1 показан используемый для генерации цветовой градиент.



Рис. 1

Для имитации огня необходимо разместить набора объектов TextureRect с заданным градиентом размещённых вертикально. При этом необходимо изменять длину каждого объекта с использованием шума Перлина по следующей формуле

$$H = \frac{H_m}{2} \cdot 3^{2n(N_t, N_a)},$$

где H_m — максимальная высота градиента; N_t, N_a — функция шума Перлина по номеру объекта и по номеру итерации генерации.

На рис. 2 показан пример генерации огня.

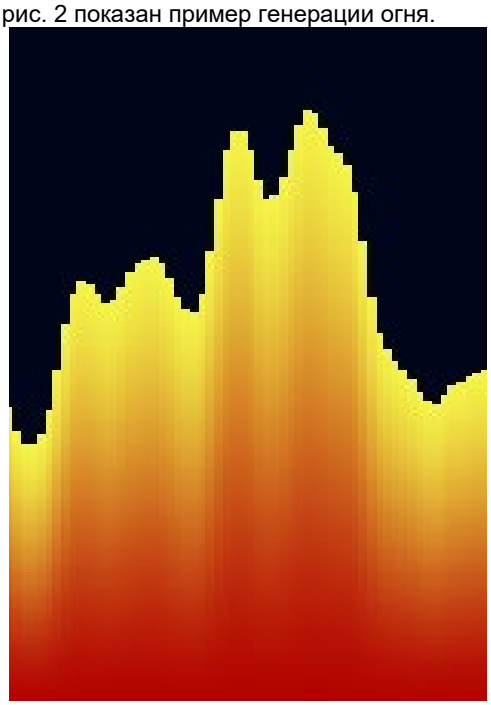


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, потенциал использования цифровых шумов в целях достижения более реалистичной имитации огня. Внедрение данной техники может значительно обогатить визуальные эффекты в различных областях, охватывая как развлекательные сферы, так и области безопасности и образования.

4. Список литературы

[1] Godot Docs – 4.1 branch [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://docs.godotengine.org/en/stable/index.html
[2] Пишем настоящий шум Перлина [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://habr.com/ru/articles/265775/
[3] Численный анализ математической модели кластерной V2X-системы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/chislennyy-analiz-matematicheskoy-modeli-klasternoy-v2x-sistemy

USAGE OF DIGITAL NOISE FOR DIGITALLY SIMULATE FIRE

Azarov A. A., Vigerina A. D., Vereshagin T. A.
Scientific adviser: Azarov A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The article explores the use of digital noise to create realistic fire simulation in virtual environments. This can greatly enrich visual effects in various fields, including the entertainment and educational industries.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИГРОВЫХ ДВИЖКОВ В НАУЧНЫХ ЦЕЛЯХ

Азаров А. А., Вигерина А. Д.
Научный руководитель: Азаров А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: vereshchagin@ieee.org

Аннотация — В контексте быстрого развития игровой индустрии, игровые движки находят новое применение в создании образовательных инструментов, научных моделей и визуализаций данных. В статье рассматривается, как игровые движки способствуют более эффективной разработки новых алгоритмов.

1. Введение

Последние десятилетия игровые движки стали неотъемлемой частью развития компьютерных технологий и развлекательной индустрии. Однако их потенциал простирается далеко за грани игр, находя применение в различных научных областях. Данная работа досматривает внедрение игровых движков в научные исследования и практики, анализируя преимущества, методы адаптации и перспективы дальнейшего развития такого подхода. Рассмотрение симбиоза между игровой технологией и наукой позволит раскрыть новые горизонты в области исследований и образования, помогая более эффективному и наглядному освоению сложных концепций.

2. Основная часть

Современные игровые движки позволяют просто и быстро визуализировать многие процессы такие как процесс работы нейронных сетей, электрических цепей и механических процессов. Это осуществлять-ся благодаря большому количеству готовых компонентов настройка и программирования которых осуществляется простым способом, а многие компоненты позволяют работать с ними без написания программного кода.

Как пример для разбора современных игровых движков был выбран программный комплекс с открытым исходным кодом Godot. Главным преимуществом данного выбора является простота освоения благодаря не сложному встроенному скриптовому языку программирования gdscript и интуитивно понятный пользовательский интерфейс. Так же в нём присутствуют блоки для построения двух мерной и трёх мерной физики, а также компоненты для генерации цифровых шумов и работе с двух мерными и трех мерными объектами, а также прочёте света на основе световых лучей.

На рис. 1 показан интерфейс игрового движка Godot.

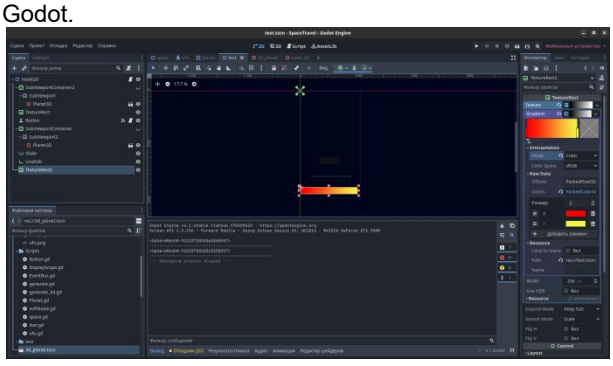


Рис. 1

В качестве примера визуализации предлагается рассмотреть пример разработки алгоритма процедурной генерации текстуры трёх мерных планет на основе шума Перлина. Без использования инструментов встроенных в программное обеспечение Godot таких, как готовые объекты текстур позволяющие одной строкой программного кода окрасить трёх мерные объекты используя любое изображения, класс Image позволяющий создавать изображения по-пиксельно не перегружая память компьютера BMP файлами, а главнее фреймворк цифровых шумов FastNoiseLite включающий в себя различные цифровые шумы с простой конфигурацией генерации.

На рис. 2 показан пример визуализации работы алгоритма с использованием программного комплекса Godot.

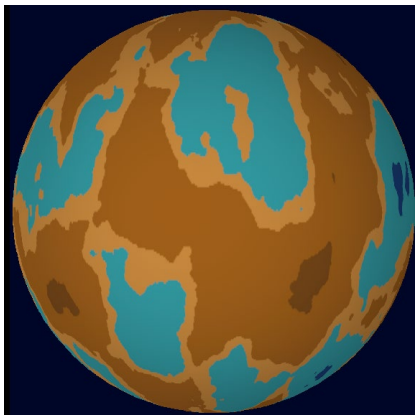


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, можно кратко подчеркнуть, что использование игровых движков для визуализации новых алгоритмов существенно ускоряет время разработки. С учетом растущего влияния игровых движков в научных сферах, будущее обещает интересные и инновационные возможности для исследователей, образования и общества в целом.

4. Список литературы

[1] Численный анализ математической модели кластерной V2X-системы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/chislennyy-analiz-matematicheskoy-modeli-klasternoy-v2x-sistemy
[2] Godot Docs – 4.1 branch [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://docs.godotengine.org/en/stable/index.html

USING GAME ENGINES FOR SCIENTIFIC PURPOSES

Azarov A. A., Vigerina A. D.
Scientific adviser: Azarov A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the context of the rapid development of the gaming industry, game engines are finding new applications in the creation of educational tools, scientific models and data visualizations. The article examines how game engines contribute to more efficient development of new algorithms.

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ РЯДОМ КОТЕЛЬНИКОВА

Дмитриев И. С., Востров А. Ю.
Научный руководитель: канд. техн. наук Дмитриев И. С.
Акционерное общество «Концерн «Созвездие», Россия
E-mail: a.yu.vostrov@sozvezdie.su

Аннотация — Рассмотрены методики передискретизации и дифференцирования периодических функций с финитным спектром Фурье представленных модифицированным рядом Котельникова.

1. Введение

Во многих областях науки и техники применяется представление непрерывных функций с финитным спектром Фурье их дискретными эквидистантными отсчетами (ДЭО) в соответствии с теоремой Котельникова [1]. В случае, если такая функция периодична, бесконечный ряд Котельникова сворачивается во взвешенную сумму конечного числа отсчетов на периоде. При этом можно безошибочно восстановить непрерывную функцию и её производные по их ДЭО.

2. Основная часть

Рассмотрим одномерную периодическую функцию $s(t)$, $t \in [0,2\pi)$, с финитным спектром Фурье, представленную ДЭО $s_n = s(2\pi(n-1)/N)$, $n \in [1,N]$, взятыми с шагом, удовлетворяющим условию применимости теоремы отсчетов [1]. Непрерывная функция может быть восстановлена с нулевой ошибкой усечения в виде модифицированного интерполяционного ряда Котельникова [2]

$$s(t) = \sum_{n=1}^{N} s_n \Psi\left(t - 2\pi(n-1)/N, N\right), \qquad (1)$$

где N — целое число отсчетов аргумента функции на периоде 2π, удовлетворяющее неравенству $N > 2F$, где F — номер наивысшей гармоники в спектре $s(t)$, $\Psi(t,N)$ — ядро разложения модифицированного ряда Котельникова

$$\Psi(t,N) = \frac{1}{N} + \frac{2}{N}\begin{cases} \sum_{n=0}^{\frac{N}{2}-1} \cos(nt) + \cos\left(\frac{Nt}{2}\right), N \text{ — чет.}, \\ \sum_{n=0}^{\frac{N-1}{2}} \cos(nt), N \text{ — нечет.} \end{cases}$$

Операция передискретизации (ОПД) ДЭО рассматриваемой функции s_n, $n \in [1,N]$, в M ДЭО на период s^*_m, $m \in [1,M]$, с нулевой ошибкой выполняется согласно (1) в соответствии с выражением

$$s^*_m = \sum_{n=1}^{N} s_n R_{n,m},$$

где $R_{n,m} = \Psi\left(2\pi\left((m-1)/M - (n-1)/N\right), N\right)$ — элемент матрицы передискретизации размера $N \times M$.

Таким образом, для рассматриваемой функции ОПД осуществляется посредством умножения её вектора ДЭО на матрицу передискретизации, элементы которой однозначно определяются текущим и необходимым числом ДЭО на период. Причем, восстановить исходную функцию после ОПД её на M отсчетов на период можно только при $M > 2F$.

Операция дифференцирования (ОД) дискретных функций, например, методом конечных разностей, требует определения её отсчетов с малым шагом по аргументу. Для рассматриваемой функции ОД не создает спектральных компонент выше F, поэтому, согласно теореме отсчетов, производные $s(t)$ можно однозначно восстановить по их $N > 2F$ ДЭО.

С учетом того, что (1) является бесконечно дифференцируемой, запишем производную $s(t)$ в виде

$$\frac{ds(t)}{dt} = \frac{d}{dt}\sum_{n=1}^{N} s_n \Psi\left(t - 2\pi(n-1)/N, N\right),$$

откуда ДЭО первой производной имеют вид

$$\frac{ds_k}{dt} = \sum_{n=1}^{N} s_n D_{n,k},$$

где $D_{n,k} = d\Psi\left(2\pi(k-n)/N, N\right)/dt$ — элемент дифференцирующей матрицы размера $N \times N$, $k \in [1,N]$.

Вычисление ДЭО производных высших порядков осуществляется последовательным умножением вектора ДЭО функции на дифференцирующую матрицу соответствующее число раз.

В [2] показано, что приведенные выражения могут быть обобщены на случай периодической функции многих переменных.

3. Заключение

Представленные матрицы передискретизации и дифференцирования являются универсальными средствами для соответствующего преобразования периодических функций с финитным спектром Фурье, представленных рядом Котельникова и найдут широкое применение в различных областях науки и техники.

4. Список литературы

[1] Котельников, В. А. Собрание тр. / В. А. Котельников. — М. : Физматлит, 2008. — Т.1. — 90 с.
[2] Дмитриев, И. С. Особенности интерполяции 2π-периодических функций с финитным спектром Фурье на основе теоремы отсчетов / И. С. Дмитриев, М. П. Сличенко // Журнал Радиоэлектроники, 2014. — №1. — С. 1 — 10.

TRANSFORMATION OF THE PERIODIC FUNCTIONS PROVIDED BY THE KOTELNIKOV SERIES

Dmitriev I. S., Vostrov A. Yu.
Scientific adviser: Dmitriev I. S.
JSC «Concern «Sozvezdie», Russia

Abstract — The method for resampling and differentiating periodic function with a finite Fourier spectrum in the form of a modified Kotelnikov series is considered.

АЛГОРИТМ НАХОЖДЕНИЯ КУРСА ДВИЖЕНИЯ СУДНА С ПОВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТЬЮ

Нестеренко А. И., Лукьянчиков А. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук Лукьянчиков А. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: AINesterenko@mail.sevsu.ru

Аннотация — Описан алгоритм поиска курса движения судна, реализованный при помощи инерционных датчиков и GPS/ГЛОНАСС модуля.

1. Введение

Точное определение курса движения, является необходимой задачей при разработке беспилотных аппаратов любого типа и в зависимости от типа беспилотника необходимо учитывать факторы, влияющие на измерения инерционных датчиков, так, например, для беспилотников надводного типа необходимо учитывать возможные искажения при изменении тангажа и крена, вносимые волнами.

2. Основная часть

Для реализации компаса были использованы такие датчики как магнитометр, акселерометр и GPS/ГЛОНАСС модуль.

Так как датчики магнитометра и акселерометра выдают значения, которые имеют достаточно большой разброс, первым делом было решено усреднять полученные данные.

Проведя тестирование системы и собрав достаточное количество показаний с датчиков, при помощи ПО Magneto были вычислены коэффициенты для soft iron и hard iron калибровок.

Hard Iron калибровка, выполняется для магнитометра и акселерометра по формулам

$$data_X = data_{dryX} – hard_X;$$
$$data_Y = data_{dryY} – hard_Y;$$
$$data_Z = data_{dryZ} – hard_Z.$$

Soft Iron калибровка, выполняется для магнитометра и акселерометра по формулам

$$rdy_x = data_{dryX} \cdot soft_{11} + data_{dryY} \cdot soft_{12} + data_{dryZ} \cdot soft_{13};$$
$$rdy_Y = data_{dryX} \cdot soft_{21} + data_{dryY} \cdot soft_{22} + data_{dryZ} \cdot soft_{23};$$
$$rdy_Z = data_{dryX} \cdot soft_{31} + data_{dryY} \cdot soft_{32} + data_{dryZ} \cdot soft_{33}.$$

После калибровки, данные принимают вид, который способен уместиться на окружности единичного радиуса, как показано на рис. 1

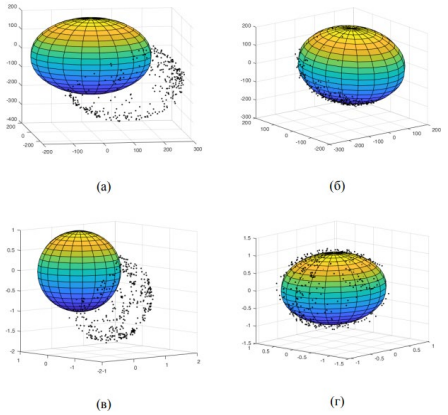


Рис. 1

Значения магнитометра, без калибровки (а), только с Hard Iron калибровкой (б), только с Soft Iron калибровкой (в), полностью откалиброванные (г), что позволяет найти углы наклона с высокой точностью по формулам

$$\rho = \text{asin}(-rdy_Y);$$
$$\gamma = \text{asin}\,(rdy_X / \cos(\rho)).$$

Получив значения отклонения судна, нужно компенсировать значения магнитометра по формулам

$$M_X = rdy_X \cdot \cos(\rho) + rdy_Z \cdot \sin(\rho);$$
$$M_Y = rdy_X \cdot \sin(\rho) \cdot \sin(\gamma) + rdy_Y \cdot \cos(\gamma) – rdy_Z \cdot \sin(\gamma) \cdot \sin(\rho);$$
$$M_Z = –rdy_X \cdot \sin(\rho) \cdot \cos(\gamma) + rdy_Y \cdot \sin(\gamma) + rdy_Z \cdot \cos(\gamma) \cdot \cos(\rho).$$

Далее используя стандартную функцию atan2(), получаем значение равное курсу движения судна, с возможным отклонением от истинного на ±8°, что является крайне неточным показанием, связано это с тем, что на каждом участке земли равное магнитное склонение, так, например, для Севастополя оно примерно равно +7°.

Для компенсирования этой неточности необходимо знать точное расположение беспилотника, что и позволяет сделать GPS/ГЛОНАСС модуль, но стоит учесть возможность неверного измерения угла отклонения, измеренного GPS/ГЛОНАСС модулем, при отсутствии движения аппарата и перезаписывать значение только в случае, если скорость движения судна не нулевая.

3. Заключение

Во время выполнения работы был разработан алгоритм нахождения курса движения судна с повышенной точностью. В результате эксперимента было определено, что погрешность измерения курса, полученные по описанному алгоритму, составляет ± 1°, что является крайне хорошим результатом при использовании бюджетных инерционных датчиков.

4. Список литературы

[1] Development and Implementation of a Remote-Control System for an Unmanned Research Small Vessel / Y. N. Tyschuk, V. V. Vertegel, S. M. Nikiforov, A. I. Nesterenko // XIII International Scientific Conference on Transport Infrastructure: Territory Development and Sustainability — Transport Research Procedia: Elsevier, 2023. — Vol 68 — P. 395 — 401.

[2] Лукьянчиков, А. В. Кроссплатформенное программирование доверенных микроконтроллеров 1986ВЕ92 / А. В. Лукьянчиков, А. И. Нестеренко // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций. — 2022. — № 5. — С. 87.

ALGORITHM FOR DETERMINING THE COURSE OF A VESSEL WITH INCREASED ACCURACY

Nesterenko A. I., Lukyanchikov A. V.
Scientific adviser: Lukyanchikov A. V.
LTD «SevSU Engineering Center», Russia

Abstract — The algorithm for determining the course of a vessel with increased accuracy, implemented using inertial sensors and a GPS/GLONASS module, has been described.

РАЗРАБОТКА ТРЕНАЖЁРА ЭКСТРЕМАЛЬНОГО ВОЖДЕНИЯ НА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ГОНОЧНЫХ ТРАССАХ

Заев Л. С.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия
E-mail: lsz3@tpu.ru

Аннотация — в работе рассматриваются виртуальные сцены обучения вождению на автомобильных трассах, с реализацией физики поведения автомобиля, нескольких автомобильных трасс и системы обучения.

1. Введение

Экстремальное вождения на гоночных трассах и дорогах общего пользования имеет принципиально разное целеполагание, однако обладает некоторыми схожими параметрами. Одними из них являются факт и скорость реакции, которые позволяют водителю автоматически реагировать на экстремальную ситуацию, происходящую на дороге за наименьшее количество времени [1]. Последствием от неправильно принятых решений и времени затраченного на принятие этого решения во время экстремальной ситуации может привести к травмам различной степени тяжести, вплоть смертельным последствиям. Стоит также отметить, что гражданские автомобили, используемые на дорогах общего пользования, имеют некоторые отличия от автомобилей, которые используются в профессиональном автоспорте. В большинстве гоночных автомобилей используется каркас безопасности, который повышает выживаемость водителя.

2. Основная часть

Целью работы является уменьшение количества травмоопасных ситуаций, возникающих на дорогах общего пользования, за счёт повышения навыков вождения автомобиля у водителей на специализированных трассах.

Существующие решения обучения экстремальному вождению требуют постоянного вложения большого количества средств, которые не каждый может себе позволить. Затраты для занятия могут быть следующими:

— аренда либо покупка автомобиля;
— оборудование автомобиля;
— постоянное обслуживание автомобиля;
— аренда трассы;
— оплата услуг инструктора.

Оптимальным решением проблемы по мнению автора может выступать разработка серии интерактивных виртуальных сцен обучения вождения на гоночных трассах. Для отработки поставленных задач, необходимо разработать физические процессы автомобиля, трассы на которых проходит обучение, а также систему обучения.

Для реализации таких компонентов автомобиля, как подвеска, двигатель, автоматическая и ручная коробка переключения передач, тормозная система, мною было осуществлено их трёхмерное моделирование, а также программная реализация физики. Последняя описывает имитацию сцепления колёс с поверхностью и имитацию работы трансмиссии. Работа двигателя представляет собой расчёты таких параметров, как кривая мощности, крутящий момент, момент инерции, угловое ускорение, скорость вращения диска сцепления, а также скорость вращения двигателя [2].

Для реализации автомобильных трасс были выбраны Moscow Raceway, KazanRing, и ADM Raceway. Выбор был сделан на основе популярности и категории FIA Grade у трассы.

3. Заключение

Разработана система, в которой трасса разделяется на несколько частей и описывается порядок её прохождения, а также засекается время прохождения каждого участка для сравнения с эталонными значениями. В целях улучшения пользовательского опыта возможно использование различных способов ввода, например, таких как игровые руль и педали — см.
рис. 1.

Результатом прохождения каждой трассы (уровня) является победа или поражение обучающегося. В каждом из этих случаев система дает рекомендации по улучшению маневрирования на каждом участке.



Рис. 1

4. Список источников

[1] Карандеева, И. Ю. Использование симуляторов вождения автомобиля в сочетании со шлемом виртуальной реальностью в целях снижения аварийности на дорогах / И. Ю. Карандеева // Научно-технический вестник Поволжья. — 2023. — № 1. — С. 155—157.

[2] Бардин, А. В. Разработка интерактивной сцены в игровом движке Unity для автомобильного симулятора автошколы / А. В. Бардин, Т. Н. Томчинская // КОГРАФ-2022 : сб. матер. 32-й Всерос. науч.-практ. конф. по графическим информационным технологиям и системам, Нижний Новгород, 18–21 апр. 2022 г. — Нижний Новгород : Нижегородский гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева, 2022. — С. 144—152.

EXTREME DRIVING SIMULATOR DESIGN ON SPECIALIZED RACING TRACKS

Zaev L. S.
National Research Tomsk Polytechnic University, Russia

Abstract — In the paper, the description of virtual scenes development for drive learning on race tracks, with the implementation of car physics behavior, several race tracks and a learning system, is considered.

ОСОБЕННОСТИ ГЕНЕРИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ OQPSK В ПОЛЯРНОЙ СИСТЕМЕ

Бузо С. С., Ильяш Д. В., Кубрин С. А., Рыженко И. В., Лукьянчиков А. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук Лукьянчиков А. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: brain75@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены особенности разработки алгоритма для генерирования OQPSK сигналов в полярной форме, предложена одна из возможных его реализаций. Доказано, что применение полярной структуры передатчика позволяет упростить аппаратную часть, за счет усложнения программной части.

1. Введение

Сигналы OQPSK (Offset Quadrature Phase Shift Keying) применяются в различных областях, включая беспроводные коммуникации, спутниковую связь, радиосвязь и цифровое телевидение. Они используются для передачи данных с высокой скоростью и обеспечения высокой эффективности использования спектра. Генерация сигналов OQPSK требует специализированных алгоритмов и оборудования, которые могут обеспечить точное смещение фазы и амплитуды сигнала. Кроме того, необходимо учитывать различные факторы, такие как частотные характеристики канала связи, шум и интерференцию, чтобы достичь оптимальной производительности системы. Поэтому генерация сигналов OQPSK является актуальной задачей при обеспечении надежной и эффективной передачи данных, особенно в системах спасения, например, «КОСПАСС-SARSAT».

2. Основная часть

Структурная схема программной части вычислительного блока генерации сигналов [1] состоит из генератора сообщения, разделителя квадратурных каналов, расширителя спектра. Сообщение состоящие из преамбулы, информационных бит, информации для восстановления подается на расширитель бит. Половина бит идет в цепь обработки *I* канала, а другая половина бит в цепь *Q* канала. Другими словами, биты 1,3,5...299 биты в цепь *I* канала, 2,4,6…300 биты в цепь *Q* канала. *I* и *Q* каналы выполнены симметрично. Генератор псевдослучайных чисел вырабатывает чипы. Исходная последовательность взаимодействует с набором чипов (на каждый бит информации приходится 256 чипов) по правилу «исключающего ИЛИ». Далее данные поступают на фильтр нижних частот (который реализован в виде приподнятого косинуса) для формирования спектральной маски.

Расширение спектра в буях второго поколения КОСПАС-SARSAT используется для увеличения точности и скорости определения местоположения судна или человека в случае аварии на море или воздушном пространстве. Расширение спектра позволяет увеличить количество сигналов, которые может принимать спутник, что увеличивает вероятность успешной локализации объекта. Кроме того, расширение спектра позволяет улучшить качество передачи данных, что делает возможным более быстрое и точное определение местоположения объекта в режиме реального времени. В целом, расширение спектра в буях второго поколения КОСПАС-SARSAT позволяет повысить эффективность и надежность системы спасения на море и воздушном пространстве.

Для упрощения аппаратной части передатчика OQPSK сигналов, лучше использовать полярную структуру его аппаратной части [2]. Для перехода от квадратурных сигналов к полярным сигналам, необходимо дополнить алгоритм с помощью модуля CORDIC, как изображено на рисунке 1.



Рис. 1

Проанализировав сформированные программой, по алгоритму, приведенному на рисунке 1 полярные компоненты, если фильтры ФНЧ исключены, можно заметить достоинства полярного сигнала, т.к. модуль вектора остается постоянным и не меняется во времени. Т.е. при формировании надо изменять только фазу сигнала. Доказано, что применение полярной структуры передатчика позволяет упростить аппаратную часть, за счет усложнения программной части.

3. Заключение

Таким образом, на основе разработанного алгоритма формирования, модулирующего *OQPSK* сигнала в квадратурной форме [1], предложено для перехода к полярной форме использовать быстрые операции вычисления модуля вектора и аргумента.

4. Список литературы

[1] Кирюшин, В. А. Эмуляция сигналов аварийных буев «КОСПАС-SARSAT» второго поколения для sdr платформы / А. В. Лукьянчиков, В. А. Кирюшин, С. С. Бузо // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций «РТ-2023». — С. 160.

[2] Лукьянчиков А. В. Передатчик с полярной структурой для локальной системы позиционирования / А. В. Лукьянчиков, П. А. Скивка, С. С. Бузо // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций «РТ-2023». — С. 46.

FEATURES OF OQPSK SIGNAL GENERATION IN A POLAR SYSTEM

Buzo S. S., Ilyash D.V., Kubrin S. A.,
Rigenko I. V., Lukyanchikov A. V.
Scientific adviser: Lukyanchikov A. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The features of developing an algorithm for generating OQPSK signals in a polar form are considered, and one possible implementation is proposed. It is proven that the use of a polar transmitter structure allows for simplification of the hardware part at the expense of complicating the software part.

ХРАНЕНИЕ, ОБРАБОТКА И ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ «ЭКОСИСТЕМА IIOT МОРЕ»

Афонин И. Л., Табакаев Д. И., Ярова А. В., Дзись М. Е.
Научные руководители: д-р техн. наук, проф. Афонин И. Л., Табакаев Д. И.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: adel-379@rambler.ru

Аннотация — Рассмотрена разработка программной части системы хранения, передачи и обработки данных о состоянии морской среды, для оценки антропогенного воздействия на экосистему моря.

1. Введение

На данный момент времени остро стоит проблема: низкий уровень цифровизации данных в морской сфере деятельности. Из которой вытекает проблема отсутствия возможности контроля уровня загрязнения морской среды. Благодаря созданию системы мониторинга и сбору больших данных, будет покрыта большая часть поставленной проблемы. А именно: будет решен вопрос сбора и передачи больших данных морской среды; будет решен вопрос цифровизации данных в морской сфере деятельности; решен вопрос модернизации и цифровизации морских комплексов; решен вопрос оперативной передачи данных в контролирующие инстанции для своевременного принятия решений.

2. Основная часть

Рассмотрим характеристики и функции устройства для приема, передачи и обработки данных:

— производить слайдпоказ — передача записи в «облако» 1 кадра в секунду, для работы с данными можно использовать мобильный Internet;

— работать на локальный сервер хранения (размещается вместе с комплексом), для подключения и просмотра данных при подключении через облако, для работы с данными можно будет использовать мобильный Internet лучше подключение по «кабелю»;

— работать на непосредственную трансляцию в реальном времени, на теле портал, видеосервис и так далее;

— подключать комплекс по «кабелю»;

— иметь возможность подключение по каналу связи INTERNET, с использованием систем передачи сигнала;

— использовать протокол связи MQTT;

— иметь защиту данных по протоколу SSL по собственной вариации сертификата.

Характеристики новых алгоритмов сортировки больших данных:

— алгоритмы должны использовать алгоритмы нейросетевых технологий.

Характеристики устройства для передачи данных с датчиков и сенсоров. Устройство должно:

— иметь индивидуальный сенсор датчик со своим каналом передачи данных и автономным питанием;

— иметь мобильное устройство с функцией обработки данных от подключаемых сенсоров (датчиков) от 4 до 8 с автономным питанием;

— иметь мобильное устройство «технического зрения» позволяющее вести видео регистрацию конкретного объекта в форме слайд шоу с периодом - один кадр разрешением HD в минуту, 15 минут, 30 минут, 1 час по выбору пользователя;

— иметь наличие автономного питания (аккумулятор+солнечная панель), либо другие альтернативные системы (например, энергия от движения волны).

Функции, выполнение которых должен обеспечивать разрабатываемый научно-технический продукт: Функции:

— приём и передача данных с устройств измерения (датчиков) на базовую станцию при помощи, разрабатываемого авторского протокола;

— приём и передача данных с базовой станции в базу данных;

— приём и передача данных из базы данных в пользовательский интерфейс;

— запись и хранение данных, снимаемых устройствами измерения (датчиками) в базу данных;

— алгоритмизация данных в базе данных, собираемых устройствами измерения;

— сортировка данных по фильтрам (дата, месяц, год, количественный показатель), собираемых устройствами измерений;

— визуализация данных в виде графиков и сводных таблиц;

— формирование сетов данных за запрашиваемый период (день, неделя, месяц, год);

— выгрузка сформированных сетов данных на локальный диск.

3. Заключение

Разработана концепция устройства системы. На данную систему мониторинга получен грант от Фонда содействия инновациям по программе «Студенческий Стартап 2023» 3 очередь.

4. Список литературы

[1] Душкин, А. В. Моделирование систем управления и информационно-технического обеспечения. Учеб. пособие / А. В. Душкин, В. И. Новосельцев, В. И. Сумин. — М. : Горячая линия - Телеком, 2017. — 192 с.

STORAGE, PROCESSING AND TRANSMISSION OF DATA IN THE INFORMATION SYSTEM "ECOSYSTEM IIOT SEA"

Afonin I. L., Tabakaev D. I., Yarova A. V., Dzis M. E.
Scientific adviser: Afonin I. L., Tabakaev D. I.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The development of the software part of the system for storing, transmitting and processing data on the state of the marine environment, for assessing the anthropogenic impact on the marine ecosystem, is considered.

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ГРАФИЧЕСКОГО РЕДАКТОРА GIMP ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ОЛИМПИАДНЫХ КОМАНД

Гордеев Е. А., Вильсон Н. Г.
Научный руководитель: Вильсон Н. Г
Черноморское высшее военно-морское училище им. П. С.Нахимова, Россия
E-mail: nina0506@mail.ru

Аннотация — В настоящее время графические редакторы стали неотъемлемой частью работы в различных сферах, связанных с дизайном и обработкой изображений. Одним из таких редакторов является GIMP (GNU Image Manipulation Program), который предоставляет пользователю широкий спектр инструментов и функций для работы с графикой.

1. Введение

Программа GIMP (GNU Image Manipulation Program) — это свободный графический редактор, который позволяет производить множество операций с изображениями [1]. Он широко используется в различных сферах, таких как дизайн, реклама, веб-разработка и т.д. Для того чтобы улучшить свои навыки работы с GIMP и получить более глубокое понимание программы, можно использовать олимпиадные задания.

Основная задача GIMP заключается в том, чтобы обеспечить пользователю возможность производить множество операций с изображениями. Это может быть, как простая корректировка цвета и контрастности, так и более сложные задачи, такие как создание эффектов, добавление текста, создание коллажей и многое другое.

2. Основная часть

Одной из главных причин использования GIMP является его бесплатность. Это делает GIMP доступным для широкой аудитории, включая начинающих дизайнеров и студентов.

Еще одним преимуществом GIMP является его открытый исходный код. Это позволяет пользователям модифицировать программу под свои нужды и создавать собственные плагины и расширения для улучшения ее функциональности.

Работа с GIMP также позволяет пользователям получить опыт работы с графическими редакторами, что может быть полезно при поиске работы в сфере дизайна и обработки изображений. Кроме того, работа с GIMP может помочь улучшить навыки работы с другими программами, такими как Adobe Photoshop и Illustrator интерфейс показан на рис. 1.



Рис. 1

Хотя GIMP не обладает всеми функциями, которые есть в платных аналогах, он все же предоставляет широкий спектр инструментов и функций для работы с изображениями.

Сейчас этот программный продукт идет как предустановленный для отечественной операционной системы Astra Linux. Поэтому его повсеместно используют для компьютеров и ноутбуков Министерства Обороны РФ. И он идет как один из программ в олимпиадных дисциплинах по Информатике.

Олимпиадные задания могут быть разного уровня сложности и помогают участникам повысить свой уровень знаний и навыков.

Одним из примеров олимпиадных заданий в программе GIMP может быть задание на создание календаря. Курсанты могут получить список праздников и событий на год, а затем создать календарь с использованием GIMP. Задание может включать в себя создание фона, добавление изображений, текста и т.д. Это задание поможет курсантам понять, как работать с различными инструментами и функциями программы.

Еще одним примером олимпиадного задания может быть создание логотипа для компании. Курсанты могут получить информацию о компании, ее ценностях и целях, а затем создать логотип с использованием GIMP. Задание может включать в себя создание фона, выбор шрифта, добавление изображений и т.д. Это задание поможет курсантам развить свои навыки дизайна и работу с цветами.

3. Заключение

Работа в GIMP — это эффективный способ повысить уровень знаний и навыков работы с графикой. Они могут быть использованы как для самостоятельной работы, так и для проведения групповых занятий. Олимпиадные задания помогают курсантам лучше понять возможности программы и развить свои навыки работы с графикой.

4. Список литературы

[1] Шишкин, В. В. Графический растровый редактор Gimp : учеб. пособие / В. В. Шишкин, О. Ю. Шишкина, З. В. Степчева. — Ульяновск : УлГТУ, 2010. — 119 с.

ANALYISIS OF THE FEATURES OF THE GIMP GRAPHICS EDITOR FOR THE PREPARATION OF OLYMPIAD TASKS

Gordeev E. A., Wilson N. G.
Scientific adviser: Wilson N. G.
Black Sea Higher Naval School named after P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — Currently, graphic editor has become an integral part of work in various fields related to image design and processing. One of these editors is GIMP, which provides the user with a wide range of tools and functions for working with graphics.

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ БИБЛИОТЕК PYTHON В КАЧЕСТВЕ ОСНОВЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Соловьев А. А., Вильсон Н. Г.
Научный руководитель: Вильсон Н. Г
Черноморское высшее военно-морское училище им. П. С. Нахимова, Россия
E-mail: nina0506@mail.ru

Аннотация — В данной статье рассказывается о понятии нейронной сети. Также можно узнать, как используя математические основы разработать простой нейрон в программе Python.

1. Введение

Нейронные сети — это компьютерные системы, которые способны обрабатывать информацию, анализировать данные и находить закономерности в больших объемах информации. Они используются в различных областях, таких как машинное обучение, распознавание образов, робототехника и другие.

2. Основная часть

Математические основы нейронных сетей включают функции активации, которые определяют выходное значение нейрона в зависимости от входного значения. Наиболее распространенные функции активации — это сигмоидная функция и функция ReLU.

Функция активации — это математическая функция, которая применяется к сумме произведений входных значений на соответствующие им веса. Сигмоидная функция имеет форму S-образной кривой и используется для ограничения выходного значения нейрона в диапазоне от 0 до 1. Функция ReLU (Rectified Linear Unit) имеет вид прямой линии и используется для активации нейронов только при положительных входных значениях.

Веса — это числовые коэффициенты, которые определяют важность каждого входного значения для вычисления выходного значения. Каждый вход умножается на соответствующий вес, и все полученные произведения суммируются. Оптимальные значения весов определяются в процессе обучения перцептрона.

Перцептрон — это простейшая модель нейрона, которая имеет несколько входов и один выход. Он принимает на вход набор значений и выдает результат в зависимости от весов, которые задаются при обучении (рис. 1).

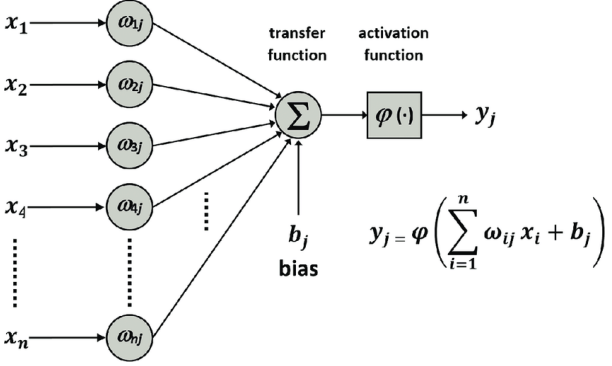


Рис. 1

Зная функцию для работы самого простого нейрона, используя библиотеку Python-Numpy. Ее используется во многих областях, включая науку о данных, машинное обучение, научные вычисления и другие. Она позволяет эффективно работать с большими объемами данных и быстро выполнять сложные математические операции. Numpy также предоставляет множество функций для создания массивов, изменения их формы, выполнения математических операций и многое другое. Она также поддерживает индексацию и нарезку массивов, что позволяет эффективно работать с подмассивами данных.

Обучение многослойного перцептрона заключается в определении оптимальных значений весов для каждого нейрона. Для этого используется метод обратного распространения ошибки. Он заключается в том, что сначала вычисляется ошибка между выходными значениями и ожидаемыми значениями, а затем эта ошибка распространяется назад по сети, чтобы определить вклад каждого нейрона в ошибку. Затем веса корректируются таким образом, чтобы уменьшить ошибку.

Ниже проиллюстрировано как можно разработать в программе Python самый простой нейрон (рис. 2)

Модель простого нейрона

Ввод [2]:
```
import numpy as np;
import random;
```

Ввод [12]:
```
def sigmoid(w,b,c):
    sig=1/(1+np.exp(w.dot(b)+c));

    return sig;
```

Функция для создание рандомных векторов

Ввод [14]:
```
def vector(x):
    vector=[];
    for i in range(0,x):
        vector.append(random.random());
    vector=np.array(vector);
    return vector;
```

Вывод нейрона

Ввод [16]:
```
W=vector(500);
B=vector(500);
s = sigmoid(w, b, 100)
print(s)
```

```
1.4385768891215796e-98
```

Рис. 2

3. Заключение

Математические основы нейронных сетей являются фундаментом для понимания принципов работы и обучения нейронных сетей. Нейронные сети могут использоваться для распознавания образов, классификации данных, прогнозирования результатов и многое другое.

THE USAGE OF PYTHON MATHEMATICAL LIBRARIES AS A BASIS FOR THE DESIGN OF NEURAL NETWORKS

Solovyov A. A., Wilson N. G.
Scientific adviser: Wilson N. G.
Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov, Russia

Abstract — In the article, the concept of a neural network is described. There also information about the use of mathematical foundations to develop a simple neuron in a Python program.

ЦИФРОВОЙ ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ЭКВАЛАЙЗЕР НА ОСНОВЕ ВСЕПРОПУСКАЮЩЕГО ФИЛЬТРА

Иванюк Т. А., Тыщук Ю. Н.
Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: drimov.serafim@bk.ru

Аннотация — Разработан алгоритм работы цифрового параметрического эквалайзера на основе всепропускающего фильтра.

1. Введение

Эквалайзер — устройство коррекции тембра сигнала, изменяющее амплитуды его частотных составляющих. Данные устройства имеют широкий спектр применений, например, при выравнивании частотных характеристик радиоканалов для обеспечения более высокой скорости передачи информации используются параметрические эквалайзеры. К преимуществам данного вида эквалайзеров можно отнести то, что в них можно регулировать не только усиление, но и настраивать частоту и полосу каждого отдельного фильтра. В докладе рассматривается построение цифрового параметрического эквалайзера на основе всепропускающих фильтров [1].

2. Основная часть

Так как для эквалайзера требуется фильтр с минимальным числом независимых друг от друга параметров, в докладе рассматриваются всепропускающие фильтры.

Передаточная характеристика данного фильтра определяется по формуле

$$A_1(z) = \frac{k + z^{-1}}{1 + k \cdot z^{-1}}.$$

Важным свойством в данном случае является то, что передаточная характеристика всепропускающего фильтра $A_N(Z)$, где N — порядок фильтра, обладает свойством симметрии коэффициентов числителя относительно знаменателя, благодаря этому он может быть полезен при построении на его основе фильтров режекции сигнала.

В докладе рассматривается комплексный коэффициент передачи режекторного фильтра на основе всепропускающего, который определяется по формуле

$$H(z) = \frac{1}{2} \cdot (1 + k_2) \cdot \frac{1 + 2 \cdot k_1 \cdot z^{-1} + z^{-2}}{1 + k_1 \cdot (1 + k_2) \cdot z^{-1} + k_2 \cdot z^{-2}}.$$

Основываясь на графиках АЧХ и ФЧХ, построенных согласно формуле комплексного коэффициента передачи режекторного фильтра был сделан вывод о влиянии коэффициентов k_1 и k_2 на вид данных характеристик режекторного фильтра. Коэффициент k_1 однозначно задаёт частоту, которая будет полностью подавлена, а k_2 задаёт полосу фильтра по уровню –3 дБ. Таким образом был получен фильтр, который можно перестраивать в реальном времени, просто меняя значения коэффициентов k_1 и k_2.

Завершающим этапом является разработка фильтра для одной из полос эквалайзера. Рассматривая комплексный коэффициент передачи режекторного фильтра и передаточную характеристику фильтра эквалайзера, полученную из выражения выходного сигнала, записанного в операторной форме, получаем формулу комплексного коэффициента передачи фильтра эквалайзера

$$H(e^{j\omega}) = \frac{1}{2} \cdot \left[1 + \alpha + (1 - \alpha) \cdot \frac{k_2 + k_1 \cdot (1 + k_2) \cdot e^{j\omega} + e^{j2\omega}}{1 + k_1 \cdot (1 + k_2) \cdot e^{j\omega} + k_2 \cdot e^{j2\omega}} \right].$$

На рис. 1 представлена зависимость АЧХ фильтра эквалайзера от коэффициента усиления α при одинаковой частоте настройки ω, нормированной к π.

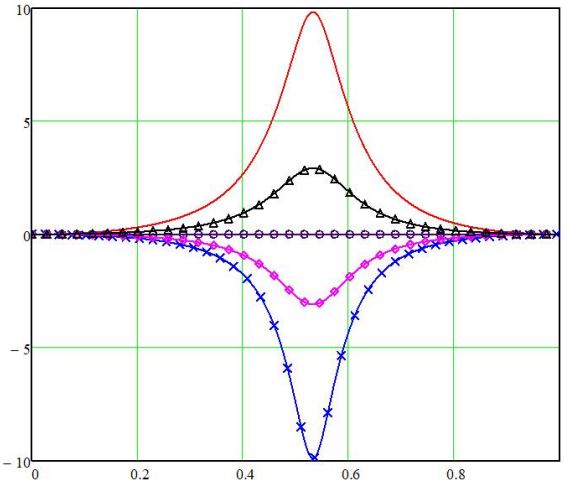


Рис. 1

Алгоритм работы параметрического цифрового эквалайзера реализуется как последовательное использование данного фильтра, настроенного на различные частоты.

3. Заключение

Таким образом, разработан алгоритм работы цифрового параметрического эквалайзера на основе всепропускающего фильтра.

Выявлена возможность построения параметрического эквалайзера с любым количеством настраиваемых полос, а также независимой регулировкой усиления фильтра на заданной частоте.

4. Список литературы

[1] Всепропускающие фильтры. Основные свойства и структурные схемы всепропускающих фильтров [Электронный ресурс] / Dsplib.ru — Режим доступа: http://www.dsplib.ru/content/allpass/allpass.html

DIGITAL PARAMETRIC EQUALIZER BASED ALL-PASS FILTER

Ivanyuk T. A., Tyschuk Y. N.
Scientific adviser: Tyschuk Y. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — An algorithm for operating a digital parametric equalizer based on an all-pass filter has been developed.

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ ЛОКАЛЬНЫХ СИСТЕМ НАВИГАЦИИ ОБЪЕКТОВ ПРИ ИХ ИЗУЧЕНИИ В ВУЗЕ

Байздренко А. А., Янко В. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Байздренко А. А.
Черноморское высшее военно-морское училище им. П. С. Нахимова, Россия
E-mail: baizdrenko@mail.ru

Аннотация — рассмотрен вариант реализации лабораторного стенда локальных систем навигации объектов на принципах построения разностно-дальномерных радионавигационных систем при их физическом моделировании ультразвуковыми волнами. Предлагаемый стенд дает возможность обучаемым на уровне программно-аппаратных средств изучать работу таких систем и позволяет совершенствовать алгоритмы обработки информации в ходе занятий.

1. Введение

В современной высшей школе постоянно повышаются требования к обучаемым в области практических знаний и умений. Это особенно актуально для технических ВУЗов. Так современные радиоэлектронные системы, и в частности навигации, требуют от их проектировщиков и эксплуатирующих специалистов комплексных знаний в области теории построения, схемотехники и программного обеспечения для их функционирования. Такие навыки могут быть привиты продуманной практической работой на специализированных стендах, где одновременно доступны программно-аппаратная часть изучаемого устройства и дана возможность работы реального воплощения своих идей как с аппаратную, так и в программную части стенда.

2. Основная часть

Физическое моделирование стенда локальной навигационной системы реализовано на основе использования ультразвуковых волн. На рис. 1 приведена структурная схема стенда.

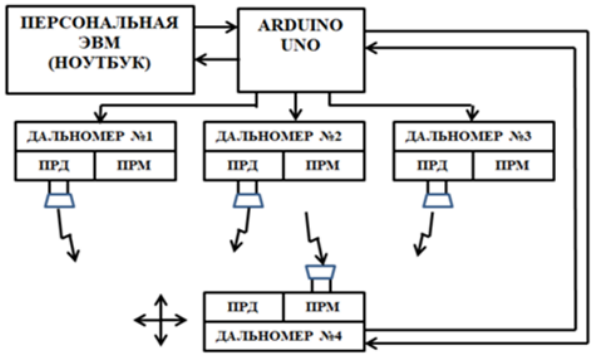


Рис. 1

Основу стенда составляют два вычислителя: на базе персональной ЭВМ и на платформе Arduino UNO.В качестве маяков системы на полигоне стенда размешены три дальномера типа HC-SR04 с известными расстояниями между ними (……) и отключенными приемными каналами. Четвертый дальномер HC-SR04 имеет возможность перемещения по рабочему полю полигона. В этом дальномере отключен передающий канал, а его канал приема принимает сигналы от трех маяком. В созданном варианте стенда программным способом разнесены моменты излучения импульсных посылок (8 периодов на частоте 40 КГц) каждым из маяков. Приемный канал подвижного объекта по проводу получает информацию об излучении каждого из маяков и вычисляя задержки от каждого из маяков передает их в персональную ЭВМ. В ЭВМ осуществляет расчет координат подвижного объекта и результаты выводятся на дисплей. За счет возможности точного позиционирования объекта на полигоне имеется возможность оценки показателей точности работы системы.

На стенде реализована и математическая модель работы системы, что позволило на этапах отладки стенда полностью отработать программную часть системы обработки информации в стенде с использованием имитаторов задержки сигнала

3. Заключение

Созданный стенд может использоваться на практических занятиях и в ходе курсового проектирования. Дальнейшим направлением развития стенда является расширения его функциональных возможностей, реализация беспроводной синхронизации для всех подвижных объектов на полигоне, более тонкий учет всех факторов, влияющих на точность работы стенда.

4. Список литературы

[1] Байздренко, А. А. Физическое моделирование локационных систем в учебном процессе / А. А. Байздренко // Морской сборник. — 2021. — № 7. — С. 78—82.
[2] Русаков, Д. А. Ультразвуковая локальная система позиционирования / Д. А. Русаков // Современные технологии в задачах управления, автоматики и обработки информации: Труды XXIV Международной научно-технической конференции, (14-20 сентября 2015 г., Алушта). — Москва : Издат. дом МЭИ, 2015. — С. 272—273.
[3] Создание ультразвуковой локальной системы позиционирования [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://ru.wikiversity.org/wiki/

LABORATORY STAND FOR MODELING SOFTWARE AND HARDWARE OF LOCAL NAVIGATION SYSTEMS OF OBJECTS DURING THEIR STUDY AT THE UNIVERSITY

Baizdrenko A. A., Yanko V. V.
Scientific adviser: Baizdrenko A. A.
Black Sea Higher Naval School named after P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — A variant of the implementation of a laboratory stand of local object navigation systems based on the principles of constructing difference-rangefinder radio navigation systems with their physical modeling by ultrasonic waves is considered. The proposed stand allows students to study the operation of such systems at the level of software and hardware and allows them to improve information processing algorithms during classes.

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ СКАНИРОВАНИЯ ДОКУМЕНТОВ

Шундрин М. И., Начаров Д. В., Дидус В.Т.
Научный руководитель: канд. техн. наук Начаров Д. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: maksimshundrin@inbox.ru

Аннотация — Приведены результаты разработки мобильного приложения, реализующего алгоритмы автоматического поиска контуров с широким диапазоном допустимых углов отклонения оси камеры.

1. Введение

В настоящее время существует актуальная задача создания полноценных скан-копий на основе фотографий документов, отснятых на камеру мобильного устройства. Решение этой задачи предполагает поиск контуров и выполнение геометрических преобразований для коррекции перспективных искажений изображения документа. Большинство мобильных приложений для сканирования документов имеют ограничения по диапазону допустимых углов отклонения оси камеры мобильного устройства от нормали к плоскости документа. Зачастую, поиск контуров выполняется путем ручного ввода координат углов документа.

В докладе представлены результаты разработки мобильного приложения, реализующего алгоритмы автоматического поиска контуров с широким диапазоном допустимых углов отклонения оси камеры.

2. Основная часть

Разработанное мобильное приложение реализует алгоритмы детекции контуров документов на изображении [1] и модифицированного преобразования перспективы изображения [2].

На рисунке 1 приведен пример фотографии документа со значительными перспективными искажениями, обусловленными тем, что сьемка производилась под углом примерно 30 градусов. На рисунке 2 приведен пример создания скан-копии документа разработанным приложением.

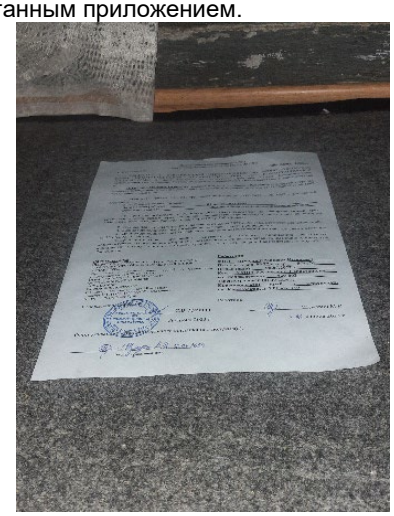


Рис. 1

Приложение реализовано на языке программирования Java с использованием *Android API*. Для доступа к камере мобильного устройства используется *класс MediaStore*. Для создания интерфейса приложения использовались стандартные классы *Button, ImageButton, View, ImageView, TextView, FrameLayout* и прочие. Для проектирования интерфейса использовался встроенный в *Android Studio xml*-редактор. Для поиска контуров и геометрических преобразований документа используется библиотека компьютерного зрения *OpenCV4.6.0*.

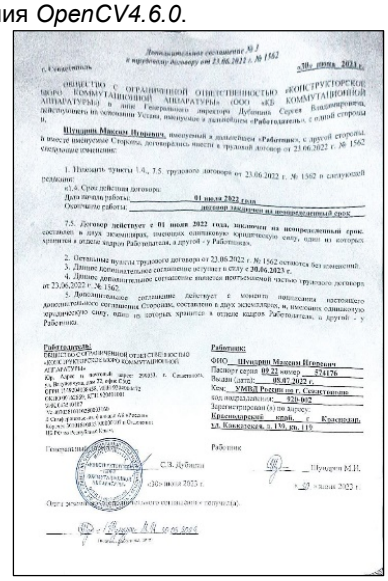


Рис. 2

Для документов, имеющих нестандартные размеры (квадратные листы, и т.п.) в приложении реализованы настройки, которые позволяют автоматически подбирать размер и соотношение сторон документа. Поддерживается сканирование документов форматов A1 — A9. Диапазон углов отклонения оси камеры, при которых выполняется сканирование с помощью разработанного приложения, примерно соответствует (30…120) градусов.

3. Заключение

Приведены результаты разработки мобильного приложения, реализующего алгоритмы автоматического поиска контуров с широким диапазоном допустимых углов отклонения оси камеры с последующей коррекцией перспективы изображения документа.

4. Список литературы

[1] Шундрин, М. И Алгоритм детекции контуров документов на изображениях / М. И. Шундрин, Д. В. Начаров, В.Т. Дидус // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций. — 2022. — № 5. — С. 164.

[2] Модифицированное преобразование перспективы изображения / М. И. Шундрин, В. Т. Дидус, Д. В. Начаров, А. Л. Поляков // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций. — 2022. — № 5. — С. 163.

MOBILE APPLICATION FOR DOCUMENT SCANNING

Shundrin M. I., Nacharov D. V., Didus V. T.
Scientific adviser: Nacharov D. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of a mobile application design, that implements algorithms for automatically searching for contours with a wide range of permissible angles of deviation of the camera axis are presented.

РАЗРАБОТКА НОВОГО МЕТОДА НАВИГАЦИИ ДЛЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

Девицына С. Н., Захаров А. П., Хорошайло В. С.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Девицына С. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: alechazaxarov@mail.ru

Аннотация — Предложена новая схема навигация для общественного транспорта вместо *GPS,* которая вместо получения координаты, находит долю от пройдённого маршрута, так как в маршруте общественного транспорта нам заранее известно, как он поедет, начало и конец пути, а также остановки на пути.

1. Введение

Сейчас на всех онлайн картах местоположение определяется с помощью датчика GPS, из-за чего есть погрешность, в свою очередь наш метод будет работать, используя только сеть интернет, датчик скорости и времени, сервер.

2. Основная часть

Общественный транспорт едет по определенному маршруту, который известен заранее, поэтому для навигации нам не обязательно узнавать координаты транспорта, можно просто узнать сколько проехал автобус. Для этого можно расположить в автобусе датчик скорости и времени, они считывают показания скорости и сколько с этой скоростью ехал автобус, и как только скорость изменяется они умножают скорость и время, получая расстояние, которое преодолел автобус, а также находят отношение от общего расстояние маршрута и передают эти данные на сервер, а оттуда уже и пользователям. Если скорость длительное время не изменяется, то каждую секунду будет производится расчёт расстояния.

Так как автобус не едет по прямой, а может менять полосы, для борьбы с погрешностями система будет определять, когда транспорт на остановке, если скорость долгое время не изменяется, значит автобус на остановке и система будет принимать расстояние до этой остановки.

В отличие от GPS есть ряд преимуществ.

Сейчас схема определения местонахождения общественного транспорта выглядит следующим образом, GPS-трекер, находящийся в автобусе передает сигнал на спутники, получая координату, далее, координата передается на сервера партнеров компаний, занимающихся картами, и с этих серверов информация попадает к пользователям, из-за этого долго пути есть задержка, и сам GPS дает погрешность 6—8 метров, а также зависит от погодных показателей.

Сравнение предлагаемой системы и GPS навигации представлено в таблице 1

Таблица 1

Параметр	GPS навигация	Вычисление доли пройдённого пути
Не точность	Не точность может достигать до 200 300 метров, из-за синхронизации.	Задержка зависит от пинга, в городских условиях который равен 50 мс, а также смена полос, которая может дать от остановки до остановки максимум 10 метров (так как скорость изменяется), так же погрешность самих приборов.
Влияние окружающей среды	На GPS влияет наличие препятствий в виде строений или деревьев, погода, так же другие источники сигнала.	Текущая нагрузка на сеть, препятствия в виде строений, расстояния до базовой станции, помехи и качество.
Нагрузка на сервера	Сначала сигнал поступает на автобус, оттуда он переходит на сервер приема сигналов где проходит базовую проверку. Потом для распределения нагрузки на сервис обработчик и потом к клиенту.	Так как вычисления, которые необходимы для работы, а именно вычисления расстояния и доли от пройдённого пути, которые передаются серверу достаточно иметь сервер для передачи этих данных клиенту.
Стоимость	Сейчас все автобусы комплектуются GPS-трекерами, которые мало стоят, а также сервисы для определения местонахождения транспорта имеют технологии для работы с ними	Для запуска данной технологии потребуется переоборудовать старые автобусы с GPS а так же новые сервера для работы с новыми данными.

3. Заключение

Таким образом, новая система является достойным аналогом и заменой GPS. И имеет ряд преимуществ. В виде точности, и простоты, но большей стоимости.

DEVELOPMENT OF A NEW NAVIGATION METHOD FOR PUBLIC TRANSPORT

Devitsyna S. N., Zakharov A. P., Khoroshailo V. S.
Scientific adviser: Devitsyna S. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A new navigation scheme for public transport instead of GPS is proposed, which, instead of receiving coordinates, finds a share of the route traveled, since in the public transport route we know in advance how it will go, the beginning and end of the path, as well as stops on the way.

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПРОВОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЛАБОРАТОРНЫХ СТЕНДОВ С ДИНАМИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ ДЛЯ ПРАКТИКУМА В ВУЗЕ

Байздренко А. А., Игнашева Е. П., Ульченко А. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Байздренко А. А.
Черноморское высшее военно-морское училище им. П. С. Нахимова, Севастополь
Севастопольский Государственный университет, Севастополь, Россия
E-mail: baizdrenko@mail.ru

Аннотация — рассмотрен вариант реализации лабораторного стенда с возможностью контроля параметров динамического объекта, встроенного в лабораторный стенд. Для снятия и передачи на стационарную часть стенда применена беспроводная технология Wi-Fi и кадровый режим передачи телеметрической информации.

1. Введение

Применение в лабораторном стендовом оборудовании современных информационных технологий позволяет при разработке и изготовлении таких стендов решать сложные технические задачи используя стандартные технические решения и промышленные узлы цифровой техники. Так, при исследованиях в ходе практических и лабораторных работ часто возникает задача снятия характеристик с подвижных объектов (вращающиеся механические узлы машин, платформы автоматических систем с датчиками углов и ускорений, роботизированные системы различных типов). Проводные соединения в этих условиях ограничивают снятие сигналов с требуемой точностью. Хорошо отработанные и широко применяемые беспроводные сетевые технологии идеально подходят для решения подобных задач. Рассмотрим один из вариантов её решения.

2. Основная часть

Для реализации обмена данными с подвижной платформой предлагается использовать беспроводную сеть, созданную на основе модуля ESP 8266.

ESP 8266 — это микроконтроллер, разработанный в 2014 году и выпускающийся компанией Espressif Systems. Модуль представляет собой сетевое решение с Wi-Fi-трансивером на борту плюс возможность выполнения записываемых в его память простейших приложений.

Модули ESP8266 могут работать как станция, поэтому мы можем подключить их к сети Wi-Fi. Библиотека ESP8266WiFi предоставляет широкий набор методов (функций) и свойств C++ для настройки и работы модуля ESP8266 в режиме станции и/или программной точки доступа.

Wi-Fi роутер и модуль Wi-Fi ESP 8266 взаимодействуют по протоколу TCP. Структурная схема стенда представлена на рис. 1.

Программа платформы ARDUINO UNO осуществляет прием сигналов с модуля датчиков, их оцифровку и формирование кадра. Кадр включает байты служебной информации и байты телеметрической информации (реализовано 8 каналов с возможность дальнейшего наращивания). Далее кадр через модуль ESP8266WiFi передается в беспроводную сеть. Аналогично пришедшие кадры управляющей информации дешифрируются на ARDUINO и в виде управляющих сигналов передаются на исполнительные устройства исследуемого объекта, оперативно изменяя режимы его работы в ходе опыта.

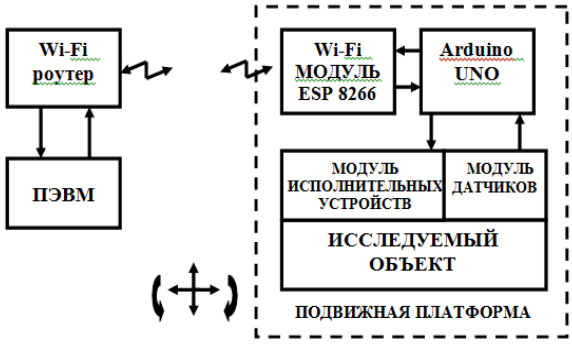


Рис 1.

Программное обеспечение стенда представлено тремя программами: две программы для модулей ESP8266 и ARDUINO UNO написанные в среде ARDUINO IDE и программа для управления стендом с ЭВМ написанную в среде Red Studio, обеспечивающая общее управление исследованием, позволяющая документировать информацию и воспроизводить ее из ранее записанной библиотеки.

3. Заключение

Предложенный подход при создании учебных и исследовательских стендов может использоваться для обеспечения практических занятиях и в ходе курсового проектирования.

4. Список литературы

[1] Программирование и обмен данными с «ARDUINO» по WI-FI посредством ESP8266 функций [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://habr.com/ru/post/407485.
[2] Arduino IDE для ESP8266: краткий обзор реализованных в настоящее время функций [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://esp8266.ru/arduino-ide-esp8266/
[3] Библиотека ESP 8266 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://arduino.esp8266.com/stable/ package_ esp8266com_ index.json

THE USE OF WIRELESS TECHNOLOGY IN THE DESIGN OF LABORATORY STANDS WITH DYNAMIC OBJECTS FOR A WORKSHOP AT A UNIVERSITY

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
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A variant of the implementation of a laboratory stand with the ability to control the parameters of a dynamic object built into a laboratory stand is considered. Wireless Wi-Fi technology and a frame mode of transmission of telemetric information were used to remove and transfer to the stationary part of the stand.



Секция 7

СХЕМОТЕХНИКА И КОМПОНЕНТНАЯ БАЗА ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

ПРИМЕНЕНИЕ АКТИВНЫХ Г-ОБРАЗНЫХ ФИЛЬТРОВ

Баранов А. Н., Баранов Н. А., Косюк В. И.
Научный руководитель: Баранов А. Н.
Черноморское высшее военно-морское училище им. П. С. Нахимова, Россия
E-mail: vir-kosyuk@yandex.ru

Аннотация — В электронной аппаратуре широко применяются активные RC-фильтры с операционными усилителями. Номиналы пассивных элементов (конденсаторов и резисторов) выбираются на основе полиномиальной аппроксимации, требуемой для конкретного применения. Реализация таких фильтров в виде каскадно включаемых звеньев упрощает создание фильтров высокого порядка, направляя усилия разработчиков на выбор электрической схемы звеньев [1]

1. Введение

В электронной аппаратуре широко применяются активные RC-фильтры с операционными усилителями (ОУ).

Номиналы пассивных элементов (конденсаторов и резисторов) выбираются на основе полиноминальной аппроксимации, требуемой для конкретного применения. Реализация активных RC-фильтров в виде каскадно включаемых звеньев упрощает создание фильтров высокого порядка направляя усилия разработчиков на выбор электрической схемы звеньев [1].

2. Основная часть

Например, фильтры с многопетлевой обратной связью [2] обладают рядом преимуществ. Такие схемы обладают равноминальными элементами, что позволяет создавать фильтры высоких порядков путём последовательного включения звеньев к выходам ОУ.

Степень выравнивания номиналов элементов-одно из важных условий технологичности электронных устройств. Наиболее интересен случай реализации фильтров с фиксированным коэффициентом передачи при равных номиналов ёмкостей и минимальном количестве элементов

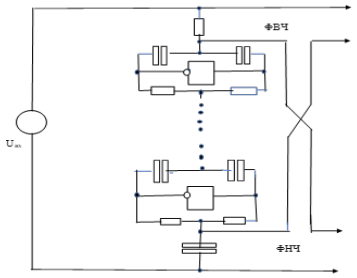


Рис. 1

Вопросы проектирования и расчета ФНЧ высокого порядка, которые отличаются отсутствием дополнительной погрешности при передаче сигналов постоянного тока в статье [3] предпринята попытка восполнить этот пробел.

В фильтрах на рис 1 в состав такого плеча входят все элементы, за исключением резистора R. Учитывая это, будем далее именовать рассматриваемые ФНЧ и ФВЧ активными Г-образными фильтрами.

В рассматриваемом активном фильтре порядок передаточной функции зависит от числа звеньев, количество которых произвольно. С возрастанием числа звеньев выходной импеданс фильтра не увеличивается; фильтр является минимальным.

Расчет активных Г-образных фильтров выполнялся по известной методике [1]. Для ФНЧ и ФВЧ до 7-го порядка включительно при условии идеальности ОУ были выведены операторные передаточные функции, в общем виде соответствующие фильтрам Баттерворта, Бесселя, Чебышева и Легранжа. Затем через коэффициенты аппроксимирующих полиномов Баттерворта, Бесселя и Чебышева были рассчитаны все RC-элементы равноминальных схем Г-образных фильтров. В результате были составлены таблицы [3], с численными значения коэффициентов для определения номиналов RC-элементов фильтров порядка N. Схема ФНЧ 7-го порядка представлена на рис.2 Для расчёта ФВЧ необходимо все резисторы поменять на конденсаторы и наоборот, соблюдая порядковые номера.

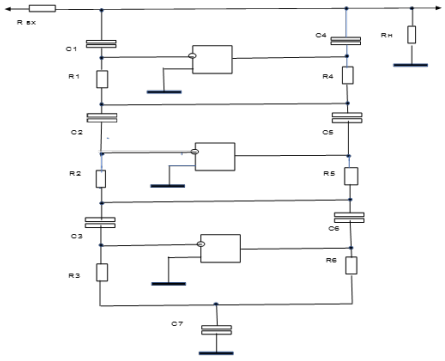


Рис. 2

3. Заключение

Реализация равноминальных RC-фильтров Бесселя и Баттерворта не встречают затруднений как равными ёмкостями, так и с равными резисторами. При этом интересен активный Г-фильтр Баттервор та 3-го порядка в котором равны и ёмкости и сопротивления.

4. Список литературы

[1] Синтез активных RC-цепей. Современное состояние и проблемы / Галямичев Ю.П. [и др.] ; Под ред. А. А. Ланны. — М. : Связь, 1975. — 35 с.
[2] Хьюлсман, Л. П. Ведение в теорию и расчет активных фильтров: пер. с англ. / Л. П. Хьюлсман, Ф.Е. Аллен. — М. : Радио и связь, 1984. — 151 с.
[3] Успенский, В. Г. Активные Г-образные RC-фильтры / В. Г. Успенский, Н. Ю Тимкина // Журнал «Радиотехника». — 1987. — № 4. — С. 34—39.
[4] Успенский, В. Г. А.с. СССР SU №1376239 H03 H11/12. БИ №7, 1988.
[5] Марше, Ж. Операционные усилители и их применение : пер. с франц. / Ж. Марше. — Л. : Энергия, 1974. — 287 с.

APPLICATION OF ACTIVE L-SHAPED FILTERS

Baranov A. N., Baranov N. A., Kosyuk V. I.
Scientific adviser: Baranov A. N.
Black Sea Higher Naval School named after P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — Active RC filters with operational amplifiers are widely used in electronic equipment. Passive element values (capacitors and resistors) are selected based on the polynomial fit, required for a particular application. The implementation of such filters in the form of cascaded links simplifies the creation of high-order filters, directing the efforts of developers to the choice of the electrical circuit of the links.

РАСЧЕТ ВАХ МНОГОБАРЬЕРНЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР С ВЕРТИКАЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ, СОДЕРЖАЩИХ 2D-МАТЕРИАЛЫ

Абрамов И. И., Коломейцева Н. В., Романова И. А., Щербакова И. Ю., Поляков И. С., Ермак В. О.
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 многобарьерных гетероструктур содержащих 2D-материалы, в частности SiO_2/MoS_2, с вертикальным транспортом с использованием модифицированной комбинированной модели.

1. Введение

В качестве материалов для резонансно-туннельной гетероструктуры выбрана система SiO_2/MoS_2 ввиду значительного количества публикаций различных исследовательских групп, занимающихся получением экспериментальных образцов различных наноэлектронных приборов нового поколения, в частности полевых транзисторов, сенсоров и т.д.

2. Основная часть

Комбинированная модель, с помощью которой проводилось моделирование гетероструктуры с вертикальным транспортом, и ее модификации детально описаны в [1, 2].

В статье проведены научные исследования, посвященные тестированию и оптимизации программного обеспечения по расчету коэффициента прохождения трехбарьерных гетероструктур, содержащих 2D-материалы, с вертикальным транспортом (рис. 1), а также по расчету вольт-амперной характеристики (ВАХ) исследуемой гетероструктуры (рис. 2).

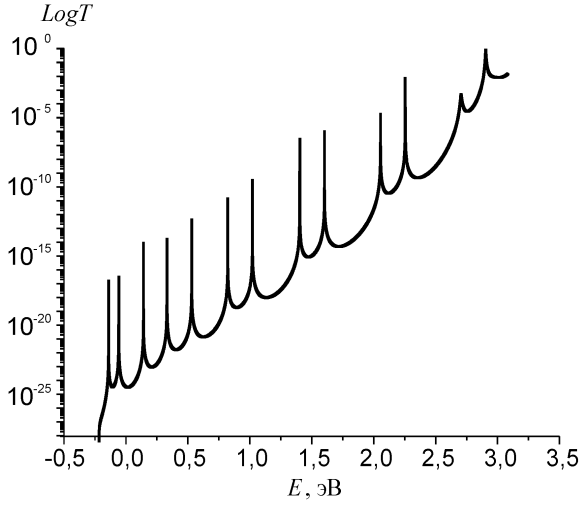


Рис.1

В качестве тестовой структуры была выбрана трехбарьерная гетероструктура на основе SiO_2/MoS_2. Основные параметры исследуемой структуры следующие: потенциальные барьеры высотой 3,3 эВ, диэлектрическая проницаемость SiO_2 — 3,9, диэлектрическая проницаемость MoS_2 — 7,2, ширина потенциальных барьеров — 1,7 нм, ширина потенциальных ям, расположенных между барьерами — 3,6 нм, ширина приконтактных областей — 20 нм, концентрация примеси приконтактных областей $7{,}5\cdot10^{25}$ m^{-3}.

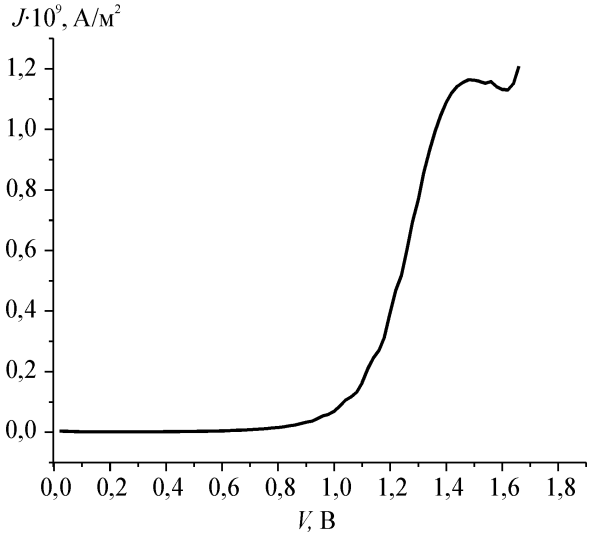


Рис. 2

Тестовые расчеты подтвердили адекватность предложенной модели.

3. Заключение

В данной работе показаны возможности предложенной комбинированной модели для расчета ВАХ гетероструктур, содержащих 2D-материалы, с вертикальным транспортом на примере моделирования трехбарьерной гетероструктуры на основе SiO_2/MoS_2.

4. Список литературы

[1] Simulation of various nanoelectronic devices based on 2D materials / I. I. Abramov [et al] // Proc. of SPIE. — 2022. — Vol 12157. — P. 121570U-1-9.

[2] Моделирование приборных структур на основе двухслойного графена и других 2D-материалов с помощью системы NANODEV / И. И. Абрамов, В. А. Лабунов, Н. В. Коломейцева, И. Ю. Щербакова // X Междунар. науч. конф. «Материалы и структуры современной электроники» 12—14 окт. 2022, Минск, БГУ. — С. 330 — 334.

CALCULATION OF IV-CHARACTERISTICS OF MULTIBARRIER HETEROSTRUCRURES BASED ON 2D-MATERIALS WITH VERTICAL TRANSPORT

Abramov I. I., Kalameitsava N. V., Romanova I. A., Shcherbakova I. Y., Polyakov I. S., Ermak V. O.
Scientific adviser: Abramov I. I.
Belarusian State University Of Informatics And Radioelectronics, Belarus

Abstract — In the paper, the simulation of multibarrier heterostructures included 2D-materials, for example SiO_2/MoS_2 with the vertical transport is considered with the use of modified combined model.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ДВУНАПРАВЛЕННЫЙ ИЗОЛИРОВАННЫЙ DC/AC ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

Бурлака В. В., Гулаков С. В., Головин А. Ю.
ФГБОУ ВО «Приазовский государственный технический университет», Россия
E-mail: vburlaka@rambler.ru

Аннотация — Представлена оригинальная схема изолированного DC/AC преобразователя. Схема построена на основе LLC преобразователя, который был модифицирован для работы с переменным напряжением. Преобразователь может выполнять ряд функций, таких как: зарядное устройство, источник бесперебойного питания, инвертор связи с сетью возобновляемых источников. Он может быть также использован как изолированный DC/DC преобразователь и даже в качестве стабилизатора переменного напряжения.

1. Введение

В условиях отсутствия доступа к распределительной сети задача обеспечения питания электрооборудования становится актуальной. Причем в качестве источников энергии могут выступать генераторы, аккумуляторные батареи (АКБ) или солнечные панели. В этой связи целесообразным является создание универсального преобразователя, обеспечивающего работу со всеми перечисленными источниками.

2. Основная часть

Предложено схемное решение преобразователя, который может обеспечивать: преобразование постоянного напряжения АКБ в переменное 220 В; зарядку АКБ от солнечных панелей или источника переменного напряжения; стабилизацию переменного напряжения (например, для питания ответственного оборудования от источника с негарантированным качеством напряжения).

Схема силовой части преобразователя приведена на рис. 1.

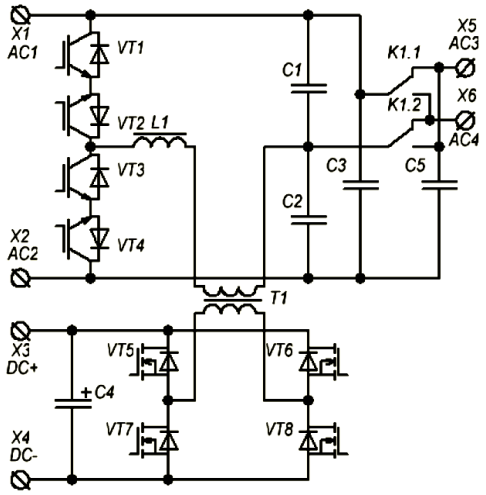


Рис. 1

Преобразователь построен на основе LLC конвертера. Со стороны переменного напряжения применен полумост на двунаправленных ключах (VT1—VT4), работающий с коэффициентом заполнения 50 % и нагруженный на резонансный контур L1T1C1C2. Со стороны шины постоянного напряжения (X3, X4) применен мост на полевых транзисторах VT5 — VT8, нагруженный на обмотку трансформатора силового высокочастотного трансформатора T1.

Отличительной особенностью является то, что для управления мостом VT5 — VT8 используется ШИМ последовательность и за счет изменения коэффициента заполнения становится возможным изменять коэффициент передачи преобразователя при жесткой выходной характеристике, характерной для LLC конвертеров, работающих на резонансной частоте. Эта особенность используется для формирования синусоидального напряжения на клеммах X1, X2 в режиме источника бесперебойного тока от АКБ, подключенного к X3, X4. Напротив, в режиме зарядного устройства переменное или постоянное напряжение с X1, X2 преобразуется в напряжение АКБ. При работе с солнечными панелями возможно отслеживание точки максимальной мощности (MPPT — Maximum Power Point Tracking) для обеспечения минимального времени заряда АКБ.

В режиме стабилизатора переменного напряжения входом являются клеммы X2, X6, выходом — X2, X5. VT7, VT8 открыты постоянно; VT1—VT4 совместно с L1 образуют классический полумостовой двуполярный преобразователь, коэффициент передачи которого определяется коэффициентом заполнения управляющих импульсов, подаваемых на затворы VT1—VT4. Реле K1 переключает режимы повышения/понижения напряжения.

Схема управления представленным преобразователем выполнена на 32-битном однокристальном микроконтроллере с ядром ARM. Мощность экспериментального образца 400 Вт.

3. Заключение

Предложен универсальный преобразователь, схемное решение которого позволяет реализовать набор функций, включающий зарядное устройство, источник бесперебойного питания, инвертор связи с сетью, стабилизатор переменного напряжения. Наличие такого универсального источника позволит заменить несколько отдельных устройств, что в полевых условиях является актуальным и позволяет уменьшить необходимое количество оборудования и обеспечить его взаимозаменяемость.

4. Список литературы

[1] Bidirectional single stage isolated DC-AC converter / V. Burlaka [et al] // Proc. of IEEE KhPI Week on Advanced Technology (KhPI Week). — 2020. — P. 343—346.

UNIVERSAL BIDIRECTIONAL ISOLATED DC/AC CONVERTER

Burlaka V. V., Gulakov S. V., Golovin A. Yu.
Pryazovskyi State Technical University, Russia

Abstract — An original topology of isolated DC/AC converter is presented. The schematic is based on LLC resonant converter, which had been modified for operation with AC voltage. The converter is suitable for a number of applications, such as battery charger, uninterruptible power supply, grid-tie inverter for renewable sources. It may also be used as an isolated DC/DC converter and even as an AC voltage regulator.

СИСТЕМА БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ

Бурлака В. В., Гулаков С. В., Головин А. Ю.
ФГБОУ ВО «Приазовский государственный технический университет», Россия
E-mail: vburlaka@rambler.ru

Аннотация — Представлено схемное решение системы беспроводной передачи энергии со сниженными требованиями к точности настройки резонансных контуров. Это достигается за счет применения квазирезонансного преобразователя на передающей стороне, что позволяет расширить рабочий диапазон частот. Предложенная схема может быть использована для построения систем беспроводной зарядки БПЛА и/или другого оборудования с пыле- и влагозащитой.

1. Введение

Актуальность работы объясняется широким распространением оборудования, питающегося от встроенных аккумуляторов: беспилотные летательные аппараты, портативные радиостанции, тактические фонари, электрические транспортные средства. Зарядка аккумуляторов осуществляется зачастую контактным способом, подключением источника энергии посредством разъемного соединения. Это требует наличия технического персонала для производства коммутаций; требует организации защиты разъемного соединения от воздействия окружающей среды (влага, грязь и т.д.), а также защиты от поражения персонала электрическим током. Поэтому актуальной является разработка технических средств беспроводной передачи энергии, которые позволят исключить использование разъемных соединений, улучшить электробезопасность, а главное — дадут возможность сделать процесс зарядки автоматическим.

2. Основная часть

Зачастую системы беспроводной передачи энергии строятся с применением двух магнитносвязанных резонансных контуров, настроенных на близкие частоты. Примером являются беспроводные зарядные устройства стандарта QI. Однако при масштабировании системы и необходимости обеспечить работу при значительном разбросе параметров контуров, а также в условиях изменения коэффициента связи в широких пределах схема с двумя резонансными цепями оказывается малоэффективной из-за ограничения передаваемой активной мощности.

В этой связи предложена и опробована схема с квазирезонансным преобразователем на передающей стороне, отличающаяся тем, что контур передатчика настроен на частоту значительно ниже резонансной частоты приемного контура. Это приводит к тому, что передаточная функция системы по активной мощности в рабочей полосе частот имеет один максимум, что облегчает поиск оптимального режима работы (в экспериментальной системе использован метод PAO — Perturb And Observe). Регулирование передаваемой мощности может быть реализовано как путем изменения частоты, так и путем изменения напряжения питания преобразователя передатчика. К недостаткам предложенного метода следует отнести сложность реализации передачи данных от приемника методом обратного рассеяния (back scattering) из-за того, что передающий контур работает на частоте значительно выше резонансной.

Схема силовой части системы приведена на рис. 1.

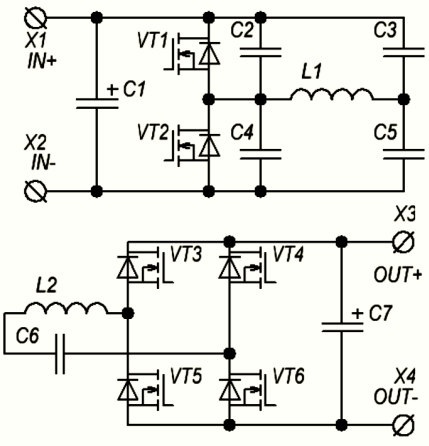


Рис. 1

Преобразователь передатчика построен на полумосте VT1—VT2, нагруженном на контур L1C3C5. Конденсаторы C2 и C4 предназначены для обеспечения «мягкого» закрытия силовых транзисторов (квазирезонансный режим работы) за счет ограничения скорости роста напряжения. Полумост работает с коэффициентом заполнения 50 % и переменной частотой. Передающая катушка L1 индуктивно связана с приемной L2. Приемник состоит из контура L2C6 и синхронного мостового выпрямителя VT3—VT6.

Схема управления представленным преобразователем выполнена на 32-битном однокристальном микроконтроллере с ядром ARM. Мощность экспериментального образца 250 Вт, напряжение конца заряда батареи 25,2 В (6S Li-Ion).

3. Заключение

Предложена схема беспроводной передачи энергии с уменьшенной чувствительностью к точности настройки резонансных контуров и работающая в большом диапазоне коэффициента связи между приемной и передающей катушками.

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 Aprl, 2018. — Kyiv : Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2018. — P. 572—575.

WIRELESS ENERGY TRANSFER SYSTEM

Burlaka V. V., Gulakov S. V., Golovin A. Yu.
Priazovskyi State Technical University, Russia

Abstract — A circuit topology of the wireless energy transfer system with lowered requirements to the accuracy of resonant tanks tuning is proposed. This is achieved by using a quasi-resonant converter on the transmitter side, which allows to operate in a wide frequency range. The proposed circuit topology can be used to realize the wireless charging systems for UAVs and/or other equipment with moisture- and dust-proof requirements.

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ СВАРОЧНЫЙ ИНВЕРТОР

Бурлака В. В., Гулаков С. В., Головин А. Ю.
ФГБОУ ВО «Приазовский государственный технический университет», Россия
E-mail: vburlaka@rambler.ru

Аннотация — Представлено оригинальное схемное решение инверторного сварочного источника питания с повышенным коэффициентом мощности и увеличенным напряжением поджига дуги. Отличительной особенностью разработанного инвертора является сниженный потребляемый от сети ток за счет повышенного до 0,9—0,95 коэффициента мощности (против 0,5—0,7 у обычных широко распространенных инверторов), облегченный поджиг дуги. При этом силовая часть источника не содержит корректора коэффициента мощности в явном виде, что дало возможность снизить себестоимость сварочного инвертора и сохранить небольшие габариты и массу.

1. Введение

Сварка является одним из важных технологических процессов, а основной частью выпускаемого сварочного оборудования являются источники питания для дуговой сварки. Поэтому создание высокоэффективных сварочных источников питания, обеспечивающих преобразование энергии с высоким КПД и удовлетворяющих современным стандартам электромагнитной совместимости технических средств, является актуальной задачей.

2. Основная часть

Авторами предложен оригинальный путь построения сварочных инверторных источников, заключающийся в использовании характерных особенностей нагрузки таких источников — сварочной дуги, для повышения коэффициента мощности.

Мгновенная мощность, потребляемая от сети однофазным сварочным источником с близким к единице коэффициентом мощности, должна быть пропорциональна квадрату мгновенного напряжения сети. В источниках с корректором коэффициента мощности (ККМ) это обеспечивается за счет применения преобразователя с таким схемным решением, которое позволяет управлять входным током, и специального алгоритма управления. На выходе ККМ имеется буферный накопитель (обычно емкостного типа), задача которого — сглаживание пульсаций мощности, имеющих удвоенную частоту сети, т.е. 100 Гц. К этому накопителю и подключается преобразователь, обеспечивающий питание нагрузки — сварочной дуги — и формирование заданного режима сварки.

Между тем, тепловая инерционность сварочной ванны дает возможность обеспечить сохранения качества сварочного процесса при наличии переменной составляющей с частотой 100 Гц в мощности дуги. Однако при этом необходимо предотвращать падение мощности до нуля, поскольку это может привести к деионизации дугового промежутка и погасанию дуги. Поэтому в этом случае нужно обеспечивать поддержание «дежурной» дуги с небольшим током (10—15 А), который достаточен для поддержания ионизации дугового промежутка.

Вышесказанное было положено в основу создания оригинального сварочного инверторного источника с повышенным коэффициентом мощности [1]. Использован принцип прямого преобразования с неполным промежуточным сглаживанием сетевого напряжения (т.н. схема Valley-Fill); система управления источником обеспечивает модуляцию выходной мощности пропорционально квадрату мгновенного напряжения сети и поддержание заданной средней мощности дуги. Кроме этого, обеспечено поддержание «дежурной» дуги в моменты перехода сетевого напряжения через нуль.

Схема силовой части источника приведена на рис. 1.

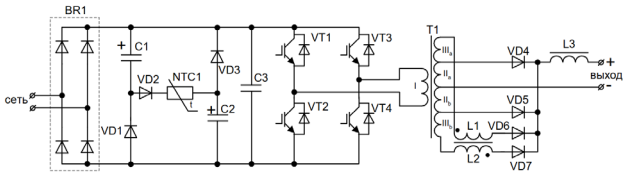


Рис. 1

Можно показать, что максимум коэффициента мощности в этом случае составляет более 0,97, а коэффициент гармоник входного тока — менее 25 %. Устойчивость горения дуги при этом обеспечивается схемным решением выходного выпрямителя — введением вольтодобавки с реактивным ограничением тока (элементы L1, L2, VD6, VD7). Такое построение схемы дает возможность резко снизить запас энергии в накопительных конденсаторах (C1, C2), снизив тем самым габариты и себестоимость источника, а также избежать применения специальных схем ограничения зарядного тока (при значительной запасенной в конденсаторах энергии обычно применяют мощный резистор и силовое реле с нормально разомкнутым контактом, включенным параллельно этому резистору).

3. Заключение

Разработано схемное решение однофазного инверторного сварочного источника питания с повышенным коэффициентом мощности и увеличенным напряжением холостого хода, отличающееся отсутствием управляемых полупроводниковых ключей в выпрямителе и сниженным запасом энергии сглаживающих конденсаторов.

4. Список литературы

[1] Бурлака, В. В. Разработка теоретических и научно-технологических принципов создания энергоэффективных инверторных источников питания для сварочных процессов и родственных технологий: дисс. докт. техн. наук. — Краматорск : Донбасская государственная машиностроительная академия, 2018. — 333 с.

PROSPECTIVE WELDING INVERTER

Burlaka V. V., Gulakov S. V., Golovin A. Yu.
Priazovskyi State Technical University, Russia

Abstract — Original circuit solution for inverter welding power supply with increased power factor and increased arc ignition voltage is presented. A distinctive feature of the developed inverter is the reduced current drawn from the mains due to the power factor increased to 0.9-0.95 (against 0.5-0.7 for conventional widely used inverters), improved arc ignition. At the same time, the power part of the inverter does not contain a power factor corrector in an explicit form, which made it possible to lower the cost of the welding inverter and retain small dimensions and weight.

ИМПУЛЬСНЫЙ ПОВЫШАЮЩИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ С ПОВЫШЕННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ УПРАВЛЕНИЯ ЗАТВОРОМ СИЛОВОГО ТРАНЗИСТОРА

Романов Т. Р., Егоров В. В.
Научный руководитель: Егоров В. В.
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Россия
E-mail: timur_romanov2103@mail.ru

Аннотация — Разработана схема импульсного преобразователя, который позволяет решить проблему питания драйверов источников питания. Главной задачей являлось максимальное упрощение схемы, которое позволило бы получить хороший КПД и минимизировать затраты на стандартные преобразователи напряжения.

1. Введение

Современные устройства часто содержат импульсные преобразователи питания как устройства с достаточно высоким КПД. Данный вид стабилизаторов и преобразователей питания в последние десятилетия получил широкое распространение: были созданы масса вариантов схем и специализированной элементной базы вроде драйверов или полноценных микросхем управления и генерации для импульсных блоков питания. При разработке блока индикации в СКБ-4 МАИ возникла необходимость разработки импульсного повышающего преобразователя от номинального значения напряжения 5 В до номинального напряжения 150 В (для управления газоразрядными индикаторами), однако возникла трудность, что большинство стандартных драйверов источников питания требуют на входах питания напряжения от 10 В и выше для эффективного управления затвором транзистора. Добавление в устройство дополнительного полноценного преобразователя напряжения с 5 В до 10—15 В было принято нецелесообразным ввиду неоправданного увеличения стоимости компонентов и габаритов печатных плат.

2. Основная часть

На рис. 1. приведена электрическая принципиальная схема полученного нами преобразователя напряжения, где проблема недостаточного питания затвора силового транзистора решается.

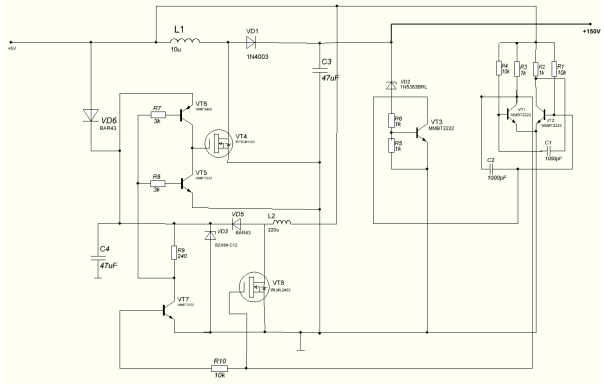


Рис. 1

Схема представляет собой классический импульсный повышающий преобразователь напряжения без гальванической развязки. Повышение напряжение достигается за счёт накопления энергии в индуктивности L1 на интервале, когда транзистор VT4 открыт. Когда транзистор VT4 закрывается, ток через диод VD1 устремляется в конденсатор C3, повышая на нем величину разности потенциалов.

Затвор транзистора VT4 управляется через драйвер, собранный на транзисторах VT5, VT6 и VT7. Транзисторы VT5 и VT6 обеспечивают максимально прямоугольный фронт импульсов управления затвором транзистора VT4, что повышает КПД системы. Номинальным входным напряжением является 5 В, что означает, что работа транзистора VT4 в ключевом режиме становится затруднительной и требуется обеспечение питания затвора повышенным напряжением. Это можно решить добавлением небольшого числа дополнительных элементов. На элементах L2, VT8, VD5 и C4 организован ещё один повышающий преобразователь, позволяющий повысить значение напряжение на драйвере силового транзистора до величины 13—15 В (напряжение стабилизации стабилитрона VD3).

Задающий генератор является единым для всей системы и собран на транзисторах VT1, VT2 и VT3. Транзистор VT3 представляет собой усилитель обратной связи, отпирание которого блокирует мультивибратор на транзисторах VT1 и VT2.

3. Заключение

Введенная дополнительная цепь питания, серьёзно повысив надёжность работы транзистора VT4 в ключевом режиме, вносит незначительный негативный вклад в общий КПД, в то время как повышение общего КПД от корректной работы силового транзистора значительно. Можно говорить об успешном схемотехническом решении поставленной задачи.

4. Список литературы

[1] Попов, В. П. Основы теории цепей : учеб. для вузов. — 3-е изд., испр. / В. П. Попов. — М. : Высшая школа, 2000. — 575 с.

[2] Костиков, В. Г. Источники электропитания электронных средств. Схемотехника и конструирование: Учебник для вузов. — 2-е изд. / В. Г. Костиков, Е. М. Парфенов, В. А. Шахнов. — М. : Горячая линия - Телеком, 2001. — 344 с.

PULSE STEP-UP VOLTAGE CONVERTER WITH INCREASED EFFICIENCY OF GATE CONTROL OF A POWER TRANSISTOR

Romanov T. R., Egorov V. V.
Scientific adviser: Egorov V. V.
Moscow Aviation Institute, Russia

Abstract — A circuit of a pulse converter has been designed, which allows solving the problem of powering power supply drivers. The main task was to simplify the circuit as much as possible, which would allow to obtain good efficiency and minimize the cost of standard voltage converters.

МОДУЛЬ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОДСТРОЙКИ РЕЗОНАНСА УЗКОПОЛОСНОГО ФИЛЬТРА ДЛЯ РАБОТЫ В СИСТЕМАХ С ЧАСТОТНЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ КАНАЛОВ

Поливцев А. Д., Егоров В. В.
Научный руководитель: Егоров В. В.
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Россия
E-mail: ADPolivtsev@mai.education

Аннотация — В работе рассматривается создание узкополосного автоматически перестраиваемого фильтра для решения задач различения различных сигналов по частотам.

1. Введение

В ходе работы был разработан и изготовлен прототип аналогового перестраиваемого узкополосного фильтра с автоматическим вводом в резонанс, позволяющий переключаться между поддиапазонами шириной в 2 кГц в диапазоне от 61 до 79 кГц. Это решение предназначено для использования в узкополосном PLC-модеме для реализации технологии частотного разделения каналов.

2. Основная часть

В основе устройства лежит последовательный колебательный контур, развязанный по постоянному току с источником сигнала. На рис. 1 приведена Принципиальная схема аналоговой части

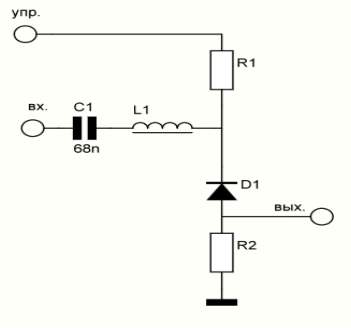


Рис. 1

Управление достигается постоянным положительным напряжением на управляющем входе.

Для реализации устройства был выбран варикап КВ127А. Рабочий диапазон управляющего напряжения был выбран от 0 до 5 В ввиду его удобства (напряжение 5 В является базовым для многих микроконтроллеров и логических микросхем). В этом диапазоне напряжений емкость варикапа колеблется от 275 до 150 пф. Для входа в требуемый диапазон частот используется индуктивность L1, равная 26 мГн, а для создания достаточно узкой полосы пропускания — сопротивление R1, равное 220 Ом.

Моделирование этой схемы было проведено в среде PROTEUS, где для упрощения варикап был заменен на постоянную емкость. В то же время была определена частотная характеристика для крайних значений емкости варикапа, чтобы проверить выполнение условия резонанса и оценить уровень полосы пропускания фильтра, который должен составлять не более 2 кГц.

Далее была предложена концепция цифровой части устройства, позволяющего осуществлять автоматическую подстройку частоты фильтра при переключении между поддиапазонами. Структурная схема предлагаемого устройства приведена на рис. 2.

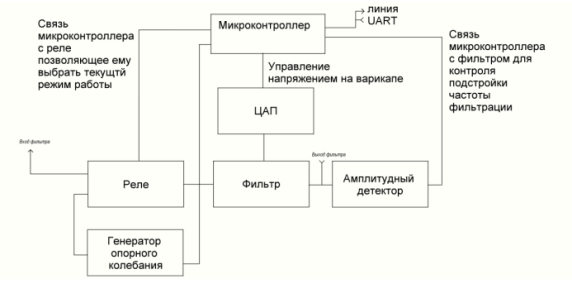


Рис. 2

Микроконтроллер получает информацию по внешней линии связи (UART), на какой из поддиапазонов необходимо настроить фильтр. Система переходит в режим настройки путем переключения реле в режим, в котором вход фильтра подключен к выходу генератора частоты, равной середине требуемого поддиапазона. В то же время с помощью цифроаналогового преобразователя (ЦАП) на варикапе устанавливается напряжение, равное нулю, и далее постепенно повышается, при этом постоянно оценивается амплитуда на выходе фильтра с помощью АЦП микроконтроллера. При обнаружении максимума амплитуды соответствующее значение напряжения на варикапе фиксируется. Затем микроконтроллер выдает команду успешной настройки по внешней линии связи и переключает вход фильтра на выход предыдущего каскада с помощью реле, с которого в систему поступает полезный сигнал.

3. Заключение

Проведенные эксперименты позволили опытным путем добиться оптимальной величины грубого и точного шага настройки напряжения варикапа. В результате был промоделирован, изготовлен на уровне прототипа, запрограммирован и отлажен модуль автоматически перестраиваемого узкополосного фильтра.

4. Список литературы

[1] Каганов, В. И. Радиотехнические цепи и сигналы. Компьютеризированный курс: учеб. пособие / В. И. Каганов. — Форум, 2018. — 498 с.

[2] Бернард, С. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение / С. Бернард. — Издат. дом «Вильямс», 2004. — 1104 с.

THE MODULE OF AUTOMATIC RESONANCE TUNING OF A NARROWBAND FILTER FOR OPERATION IN SYSTEMS WITH FREQUENCY DIVISION OF CHANNELS

Polivtsev A. D., Egorov V. V.
Scientific adviser: Egorov V. V.
Taganrog State University, Russia

Abstract — In the paper, the creation of a narrowband automatically tunable filter is considered for solving problems of distinguishing different signals by frequencies.

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ

Барздун В. Д., Жильцов О. Г., Шинтябин Е. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук Мурзин Д. Г.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: shinshin02@mail.ru

Аннотация — В статье рассматривается принцип работы и применение ультразвукового очистителя воды, который позволяет эффективно удалять различные загрязнения с поверхности твердых тел в моющих жидкостях. Описываются основные физические эффекты, лежащие в основе ультразвуковой очистки, а также факторы, влияющие на ее качество и скорость.

1. Введение

Ультразвуковая очистка является одним из наиболее современных и эффективных способов очистки водоёмов от различных загрязнений. Ультразвуковая очистка основана на использовании ультразвуковых колебаний, которые вводятся в моющую жидкость тем или иным способом.

Ультразвуковые колебания вызывают ряд нелинейных эффектов в жидкости, таких как кавитация, акустические течения, звуковое давление и звукокапиллярный эффект.

Эти эффекты приводят к разрушению мелких частиц, находящихся в воде.

2. Основная часть

Ультразвуковая очистка — способ очистки, основанный на использовании нелинейных эффектов, возникающих в жидкости под действием ультразвуковых колебаний.

Для осуществления ультразвуковой очистки необходимо иметь устройство, которое способно генерировать и передавать ультразвуковые колебания в пространство.

Принцип работы ультразвукового очистителя воды заключается в следующем. Генератор ультразвука вырабатывает электрический сигнал заданной частоты и амплитуды.

Этот сигнал поступает на излучатель ультразвука, который является пьезоэлектрическим преобразователем.

Излучатель ультразвука под действием электрического сигнала начинает колебаться с той же частотой и амплитудой, что и сигнал. Колебания излучателя ультразвука передаются в пространство.

В жидкости возникают ультразвуковые волны, которые распространяются во все стороны. Ультразвуковые волны создают в жидкости переменное давление, которое приводит к образованию и росту микроскопических пузырьков газа. Эти пузырьки называются кавитационными, а явление их образования - кавитацией. Когда кавитационные пузырьки достигают критического размера, они схлопываются с большой скоростью и силой, выделяя при этом тепло и создавая микроударные волны. Эти микроударные волны бьют по поверхности загрязнений, разрушая их.

Недостатками являются:

— дороговизна оборудования;

— работа только в прямой «видимости» как продемонстрированно на рис. 1.

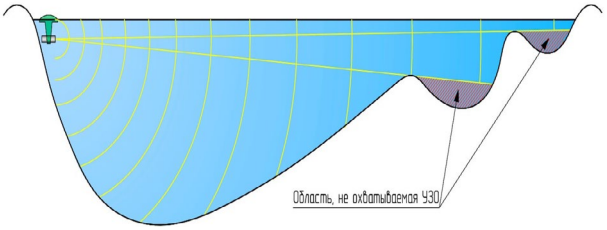


Рис. 1

Преимуществами являются

— возможно применение без вреда для живых организмов (рыбы, лягушки и т. д.);

— регулировка дальности работы при помощи замены излучателя

3. Заключение

Ультразвуковой очиститель воды является эффективным и современным способом очистки от различных загрязнений. Устройство имеет ряд преимуществ перед другими методами очистки, такими как механическая, химическая или термическая.

Ультразвуковой очиститель воды позволяет повышать качество и надежность очистки, заменять огнеопасные и токсичные растворители на более безопасные, предотвращать коррозию и окисление поверхности, обеззараживать воду от бактерий и микроорганизмов. Данная технология имеет широкое применение в разных отраслях промышленности, медицине, быту и сельском хозяйстве.

4. Список литературы

[1] Агапов, А. Н. Ультразвуковые методы очистки и диагностики воды / А. Н. Агапов. — М. : Агропромиздат, 2001. — 223 с.

[2] Негметзянов, О. А. Ультразвуковые технологии в водном хозяйстве / О. А. Негметзянов. — Казань : Казанский научный центр РАН, Инженерная академия РАН, 2006. — 345 с.

[3] Гурвич, В. Б. Ультразвук и кавитация в акустической гидрохимии / В. Б. Гурвич, Ю. С. Дьяков, В. Д. Румянцев. — М. : Акустика, 2010. — 656 с.

ULTRASONIC WATER PURIFIER

Barzdun V. D., Zhiltsov O. G., Shintabin E. V.
Scientific adviser: Murzin D. G.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the principle of operation and the use of an ultrasonic water purifier, which allows you to effectively remove various contaminants from the surface of solids in washing liquids, is discussed. The main physical effects underlying ultrasonic cleaning are described, as well as factors affecting its quality and speed.

ПОТЕРИ МОЩНОСТИ В УСИЛИТЕЛЯХ, РАБОТАЮЩИХ В РЕЖИМЕ *G*

Мельников А. В., Капнопуло Д. В., Муратов А. Э., Колтунов А. С.
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, работающего в режиме *G*. Найдены выражения для расчёта мощности, рассеиваемой на коллекторах транзисторов оконечного каскада. Приведены зависимости мощности потерь от амплитуды выходного напряжения.

1. Введение

Максимальная мощность при усилении звуковой фонограммы бывает востребована относительно редко. Поэтому большую часть времени усилитель воспроизводит сигналы относительно небольшой амплитуды. При этом потери мощности, связанные с нагревом коллектора транзистора, определяются, в том числе, и напряжением питания оконечного каскада. Чтобы уменьшить потери мощности рассеяния на коллекторе, снижают напряжение питания при малом уровне входного сигнала. То есть переходят от режима *B* к режиму *G* [1, 2]. В литературе имеется описание работы усилителя, работающего в режиме *G* [1, 2, 3], однако анализ потерь мощности рассеяния на коллекторе не проводился.

2. Основная часть

На рис. 1 изображен принцип переключения напряжения питания оконечного каскада в режиме *G* при двухуровневом напряжении питания (±*E* или при малом сигнале ±*E*/2).

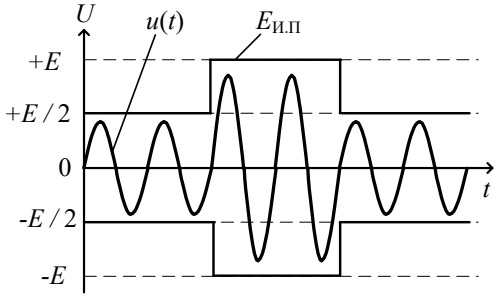


Рис. 1

Известно, что мощность рассеяния на коллекторе транзистора в двухтактном каскаде можно найти из соотношения

$$P_К = (P_0 - P_Н) / 2 \quad , \qquad (1)$$

где $P_К$ — мощность рассеяния на коллекторе транзистора; P_0 — мощность, отбираемая от источника питания; $P_Н$ — мощность, отдаваемая в нагрузку.

Подставим в выражение (1) значения P_0 и $P_Н$ для каскада, работающего в режиме *B*, затем после несложных преобразований получим

$$P_К = \frac{E^2}{R_Н}\left[\frac{1}{\pi}\frac{U_{ВЫХ}}{E} - \frac{1}{2}\left(\frac{U_{ВЫХ}}{E}\right)^2\right],$$

где *E* — напряжение источника питания; $R_Н$ — сопротивление нагрузки; $U_{ВЫХ}$ — напряжение на выходе усилителя.

На рис. 2 изображена зависимость мощности потерь на коллекторе от выходного напряжения для режимов *B* и *G*. Расчёты проведены для *E* = 20 В, $R_Н$ = 4 Ом.

Видно, что максимальное тепловыделение на коллекторе транзистора наблюдается при $U_{ВЫХ}$ = 0,637·*E*.

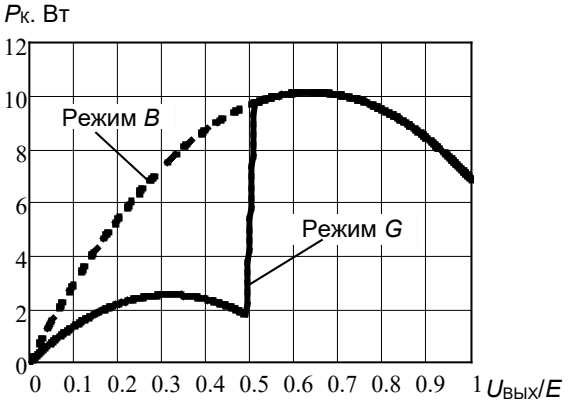


Рис. 2

Анализ показывает, что использование двухуровнего напряжения питания позволяет снизить потери мощности на нагрев коллектора в 3—5 раз для фонограмм различных видов (речь, классическая музыка, популярная музыка и др.), что позволяет уменьшить размеры как радиатора, так и всего усилительного устройства.

3. Заключение

Проведён анализ работы усилителя мощности низкой частоты, работающего в режиме *G*. Найдены выражения для расчёта мощности потерь на коллекторе, оценено уменьшение потерь на нагрев коллектора при двухуровневом напряжении питания.

4. Список литературы

[1] A class-G switched-capacitor RF power amplifier / S-M Yoo [et al] // IEEE Journal ofsolid-state circuits. — 2013. — Vol 48, No 5. — P. 1212—1223.

[2] Мельников, А. В. Усилители низкой частоты класса *B* с изменяемым напряжением цепей питания / А. В. Мельников, В. А. Русев // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций : сб. науч. тр. / под ред. Ю.Б. Гимпилевича. — Изд-ва : РНТОРЭС им. А.С. Попова, СевГУ, 2021. — №4. — С. 182.

[3] 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.

POWER LOSSES IN G-CLASS AMPLIFIERS

Melnikov A. V., Kapnopulo D. V., Muratov A. E.,
Koltunov A. S.
Scientific adviser: Melnikov A. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — An analysis of the low-frequency power amplifier operating in class *G* has been carried out. Expressions are found for calculating the power dissipated on the collectors of the transistors of the final stage. The dependences of the loss power on the amplitude of the output voltage are given.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГОБАРЬЕРНЫХ РЕЗОНАНСНО-ТУННЕЛЬНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ $GaN/Al_{0,18}Ga_{0,82}N$ С ВЕРТИКАЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Абрамов И. И., Щербакова И. Ю., Коломейцева Н. В., Романова И. А., Ермак В. О., Поляков И. С.
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 рассмотрена модель резонансно-туннельных структур на $GaN/Al_{0,18}Ga_{0,82}N$ с вертикальным транспортом, модифицированная с учетом необходимости моделирования шестибарьерных структур. Предложены алгоритм и программное обеспечение модели резонансно-туннельных структур.

1. Введение

Теоретическое исследование резонансно-туннельных гетероструктур на основе материальной системы GaN/AlGaN проводится с помощью различных физико-математических моделей, основанных на различных методах, например, с использованием комбинированных моделей, учитывающих влияние как активных, так и пассивных областей устройства, прилегающих к контактам.

2. Основная часть

В работе предложена модифицированная модель РТС, предназначенная для моделирования многобарьерных гетероструктур с вертикальным транспортом. Она основана на разработанных ранее комбинированных моделях резонансно-туннельных диодов [1,2], в которых решается система уравнений Шредингера и Пуассона. С учетом исходных данных РТС на основе материальной системы $GaN/Al_{0,18}Ga_{0,82}N$ с вертикальным транспортом модифицированы алгоритм и программное обеспечение, реализующие модель [3].

Рассмотрим пример моделирования шестибарьерной РТС. Исследуемая гетероструктура состоит из следующих слоев: 1) эмиттера и коллектора шириной по 20 нм; 2) спейсерных областей шириной по 2 нм; 3) областей барьеров и квантовых ям, расположенных между спейсерами. Потенциальные барьеры $Al_{0.18}Ga_{0.82}N$ имеют протяженность по 2,4 нм каждый, а квантовые ямы GaN– по 4,9 нм каждый. Приконтактные области легированы донорной примесью $1 \cdot 10^{25}$ $м^{-3}$. Диэлектрические проницаемости GaN и $Al_{0.18}Ga_{0.82}N$ равны соответственно 8,9 и 8,82, а эффективные массы данных материалов равны $0{,}2m_0$ и $0{,}223m_0$. Высота потенциальных барьеров для данной материальной системы составляет 0,22 эВ.

На рис. 1 приведены результаты моделирования исследуемой шестибарьерной гетероструктуры с вертикальным транспортом, полученные с использованием предложенной модели. Сходимость решения при нахождении самосогласованного потенциала достигается за 18-30 итераций. Критерием сходимости выступает параметр ε. Когда поправка электростатического потенциала становится меньше заданного значения ε, решение найдено. Далее на основе полученного значения потенциала, рассчитывается коэффициент прохождения носителей заряда через исследуемую гетероструктуру. На завершающем этапе вычисляется плотность тока в зависимости от приложенного смещения (рис. 1).

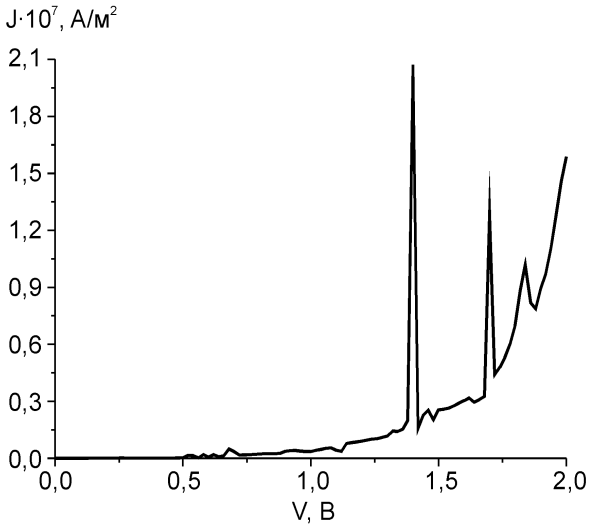


Рис. 1

3. Заключение

В работе представлены результаты моделирования ВАХ шестибарьерной гетероструктуры на основе материальной системы $GaN/Al_{0,18}Ga_{0,82}N$ с вертикальным транспортом, полученные с применением разработанной модели.

4. Список литературы

[1] Абрамов, И. И. Комбинированная модель резонансно-туннельного диода / И. И. Абрамов, И. А. Гончаренко, Н. В. Коломейцева // Физика и техника полупроводников, 2005. — Т. 39, № 9. — С. 1138—1145.

[2] Абрамов, И. И. Комбинированная двухзонная модель резонансно-туннельного диода / И. И. Абрамов, И. А. Гончаренко, Н. В. Коломейцева // Физика и техника полупроводников, 2007. — Т. 41, № 11.— С. 1395—1400.

[3] Simulation of various nanoelectronic devices based on 2D materials / I. I. Abramov [et al] // Proc. of SPIE. — 2022. — Vol 12157. — P. 121570U-1-9.

SIMULATION OF MULTIBARRIER RTS BASED ON $GaN/Al_{0,18}Ga_{0,82}N$ WITH VERTICAL TRANSPORT

Abramov I. I., Shcherbakova I. Y., Kalameitsava N. V., Romanova I. A., Ermak V. O., Polyakov I. S.
Scientific adviser: Abramov I. I.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus

Abstract — In the paper, the model of resonant-tunnelling structures based on $GaN/Al_{0,18}Ga_{0,82}N$ with vertical transport has been modified taking into account necessity of simulation of six-barrier heterostructures. Algorithm and software of the resonant tunneling structure model are considered.

ИНТЕГРАЛЬНЫЙ КМОП 180 нм ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ ФИЛЬТР НИЖНИХ ЧАСТОТ ДЛЯ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Манько А. С., Зеленкевич Д. Ю., Смаилов С. Ф., Ветров И. Л.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Ветров И. Л.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: asmanko@sevsu.ru

Аннотация — Представлены результаты разработки и исследования топологии интегрального фильтра нижних частот с программно-перестраиваемой частотой среза в диапазоне 3—192 кГц, предназначенного для применения в гидроакустических системах связи и локации. Размеры топологии фильтра, выполненного по отечественной КМОП-технологии 180 нм, составляют 300×220 мкм.

1. Введение

Подводные акустические системы связи и гидролокации ввиду особенностей распространения используют звуковой и ультразвуковой диапазон, ограниченный значением порядка 200 кГц. Обязательным элементом приёмного тракта таких систем является фильтр нижних частот (ФНЧ). Фильтр не только обеспечивает частотную избирательность полезного сигнала, но и исключает влияние высокочастотных коммутационных помех и эффекта наложения спектра на входной сигнал АЦП.

В докладе представлены результаты разработки и моделирования топологии интегрального ФНЧ на основе отечественной КМОП-технологии 180 нм в САПР *Cadence Virtuoso IC Design*.

2. Основная часть

При реализации ФНЧ на основе *RC*-интегратора достичь частоты среза в килогерцовом диапазоне возможно лишь путём использования больших номиналов сопротивлений *R* и емкостей *C*. При интегральном исполнении их номиналы принято ограничивать значениями 40—50 кОм и 20 пФ соответственно. Это связано с большой занимаемой площадью и ощутимым влиянием паразитных параметров.

По этой причине в качестве низкочастотных интегральных фильтров распространение получили G_mC — интеграторы на основе проводимости G_m [1]. Частота среза $f_{ср}$ таких фильтров определяется как

$$f_{ср} = \frac{G_m}{2\pi C}.$$

В качестве проводимости G_m в интегральных ФНЧ используют передаточную проводимость операционного усилителя крутизны *OTA* (*Operational Transconductance Amplifier*), которая может достигать значений вплоть до сотен микросименс.

Разработанная схема *OTA* выполнена на основе сдвоенного дифференциального каскада. В усилитель введены цепи стабилизации напряжения средней точки, а также два дополнительных дифференциальных входа для введения обратной связи. Для перестройки крутизны G_m используется 6-битный ЦАП, который в зависимости от управляющего кода регулирует крутизну характеристики за счёт изменения ширины канала выходного МОП-транзистора.

На основе каскадно-соединённых *OTA*, охваченных отрицательными обратными связями, выполнен ФНЧ 5-го порядка (рис. 1). Номиналы емкостей рассчитаны в соответствии с типом максимально плоской характеристики (Баттерворта).

Результаты пост-топологического моделирования, разработанного ФНЧ приведены в таблице 1.



Рис. 1

Таблица 1

Параметр	Значение
Диапазон напряжений питания, В	3—3,6
Диапазон рабочих температур, °*C*	–60—85
Площадь топологии, мм^2	0,066 (0,30×0,22)
Тип характеристики фильтра	Баттерворта
Порядок ФНЧ	5-й
Число управляющих разрядов, бит	6
Диапазон перестройки $f_{ср}$, кГц	3—192
Шаг перестройки $f_{ср}$, кГц	3,04
Погрешность перестройки $f_{ср}$, не более	0,06 кГц 2,0 %
Неравномерность АЧХ в рабочей полосе частот, дБ, не более	0,35
Точка компрессии на 1 дБ по входу *IP*1*dB*, мВ, не более	450
Ток потребления, мкА, не более	850

3. Заключение

В докладе представлены результаты разработки топологии КМОП 180 нм интегрального ФНЧ, программно-перестраиваемого в диапазоне 3—192 кГц с шагом 3 кГц. Описаны внедрённые схемотехнические и топологические решения.

4. Список литературы

[1] Lo, T. Y. 1V CMOS Gm-C Filters Design and Applications / T. Y. Lo, C.-C. Hung. — Taipei : Springer, 2009. — 158 p.

AN INTEGRAL CMOS 180 nm TUNABLE LOW-PASS FILTER FOR SONAR SYSTEMS

Manko A. S., Zelenkevich D. Y., Smailov S. F., Vetrov I. L.
Scientific adviser: Vetrov I. L.
LTD «SevSU Engineering Center»

Abstract — The results of design and research of an integral low-pass filter layout with a programmable cutoff frequency in the range of 3-192 kHz intended for underwater acoustic communications and sonar applications are considered. The chip size of filter layout based on the domestic Russian CMOS technology 180 nm is 300×220 μm.

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ПОДЛОЖКИ НИОБАТА ЛИТИЯ НА СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ

Галуцкий В. В., Гедерим А. А.
Научный руководитель: канд. физ.- мат. наук, доц. Галуцкий В. В.
Кубанский государственный университет, Россия
Email: picines01@mail.ru

Аннотация — Рассмотрено влияние состава кристаллической подложки ниобата лития на спектры поглощения. Приведены результаты измерений как до формирования волноводов и изменения состава кристаллической подложки ниобата лития, так и после изменения состава и формирования волноводных структур.

1. Введение

Градиентный ниобат лития является прекрасной подложкой для формирования волноводов, благодаря его способности к созданию градиентного показателя преломления. Это значит, что можно создать волновод с постепенно изменяющимся показателем преломления по всей длине, что приводит к улучшению качества передачи сигнала.

В данной работе выявлена связь спектра поглощения с составом кристаллической подложки.

2. Основная часть

Волноводы на основе ниобата лития с содержанием OH-группы имеют более высокую эффективность, потому что OH-группы вызывают более сильное поверхностное зарядовое поле, что облегчает распространение световой энергии. Также увеличение концентрации OH-группы уменьшает потерю фотонов при передаче света через волновод.

В результате этого был проведен эксперимент, где рассмотрено влияние состава кристаллической подложки ниобата лития на спектр поглощения.

Спектры поглощения до изменения состава кристаллической подложки и формирования волноводных структур показаны на рис. 1, рис. 2.

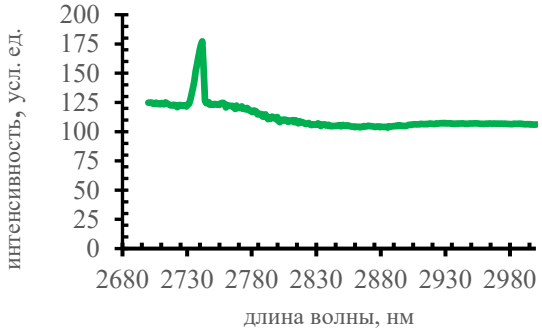


Рис. 1

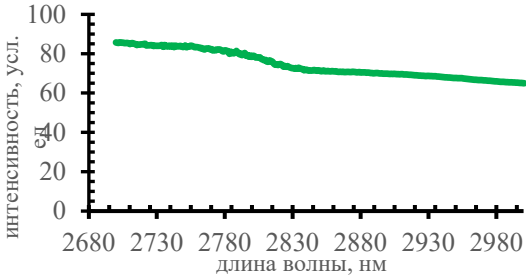


Рис. 2

Спектры поглощения после изменения состава кристаллической подложки и формирования волноводных структур показаны на рис. 3, рис. 4.

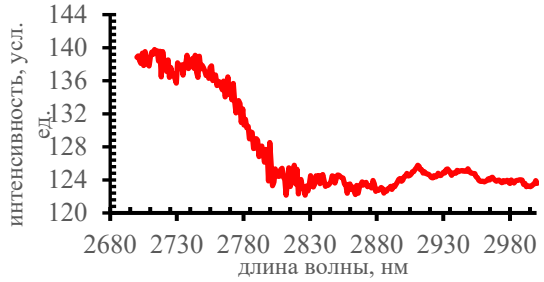


Рис. 3

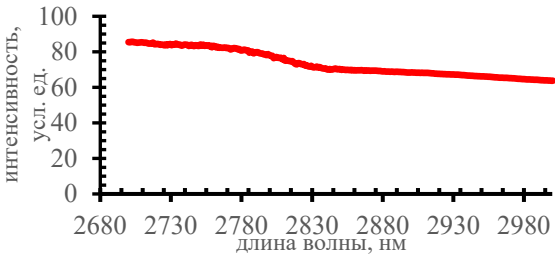


Рис. 4

3. Заключение

Таким образом, у подложки ниобата лития с волноводными структурами значения спектров поглощения больше. Это происходит по причине того, что при протонном обмене происходит насыщение пластины водородом (OH-группами), а OH-группы вызывают более сильное поверхностное зарядовое поле, что облегчает распространение световой энергии. При изменении состава кристаллической подложки интенсивность увеличилась.

4. Список литературы

[1] Кузьминов, Ю. С. Ниобат и танталат лития – материалы для нелинейной оптики / Ю. С. Кузьминов. — М. : Наука, — 1975. — 224 с.

[2] Никоноров, Н. В. Волноводная фотоника: учеб. пособие, курс лекций /, Н. В. Никоноров,. С. М. Шандаров. — СПб. : СПбГУ ИТМО, 2008. — 142 с.

THE INFLUENCE OF THE COMPOSITION OF THE CRYSTALLINE SUBSTRATE OF LITHIUM NIOBATE ON INFRARED ABSORPTION SPECTRA

Galutsky V. V., Gederim A. A.
Scientific adviser: Galutsky V. V.
Kuban State University, Russia

Abstract — The influence of the composition of the crystalline substrate of lithium niobate on infrared absorption spectra is investigated. The results of measurements are presented both before the formation of waveguides and the change in composition of the crystalline substrate of lithium niobate, as well as after the change in composition and formation of waveguide structures.

ИНТЕГРАЛЬНЫЙ КМОП 180 нм РЕЗИСТИВНЫЙ УПРАВЛЯЕМЫЙ АТТЕНЮАТОР

Зеленкевич Д. Ю., Манько А. С., Смаилов С. Ф., Ветров И. Л.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Ветров И. Л.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: dima_zelenkevich_00@mail.ru

Аннотация — Представлены результаты разработки и моделирования топологии интегрального КМОП 180 нм резистивного управляемого аттенюатора с диапазоном перестройки коэффициента ослабления 0—31 дБ и размерами 220×170 мкм.

1. Введение

При разработке приемных и передающих модулей особое внимание уделяется способу регулировки коэффициента усиления линейного тракта. Одним из вариантов является применение управляемых аттенюаторов, выполненных на резистивных ячейках. Несмотря на большие размеры топологии, к их достоинствам относят простоту регулировки коэффициента усиления, низкий коэффициент шума при практически нулевом потреблении, обусловленном исключительно токами утечки.

В докладе представлены результаты разработки и моделирования топологии интегрального резистивного управляемого аттенюатора на основе отечественной КМОП-технологии 180 нм в САПР *Cadence Virtuoso IC Design*.

2. Основная часть

Разработанный аттенюатор (рис. 1) позволяет регулировать коэффициент ослабления в диапазоне от 0 до 31 дБ с шагом 1 дБ. Структурно аттенюатор представляет собой 5 последовательных коммутируемых ячеек с коэффициентами ослабления 1 дБ, 2 дБ, 4 дБ, 8 дБ и 16 дБ соответственно.

Выбор номиналов сопротивлений резистивных ячеек осуществляется на основании требуемых величин входного и выходного сопротивления, которые, как правило, принимают равными друг другу. Входное сопротивление разработанного аттенюатора рассчитано на согласование с источником сигнала с внутренним сопротивлением 10 кОм, в роли которого выступает используемый малошумящий усилитель (МШУ).

Для избежания влияния паразитных параметров и сохранения компактности топологии номиналы сопротивлений ячеек не должны превышать 50 кОм.

Исходя из имеющихся ограничений на номиналы сопротивлений R в качестве ячеек выбраны топологии Т-образного и мостового Т-образного аттенюатора, как указано в таблице 1.

Таблица 1

Ячейка	Тип топологии	Пояснение
1 дБ	Мостовая Т-образная	Малые номиналы R для малых ослаблений
2 дБ		
4 дБ		
8 дБ		
16 дБ	Т-образная	Малые номиналы R для больших ослаблений

Для конфигурации состояния аттенюатора в ячейки введены транзисторные ключи, состоящие из двух транзисторов с разным типом проводимости, что позволяет существенно понизить токи утечки [1]. Для обеспечения пониженного сопротивления в открытом состоянии размеры ключей выбраны равными w = 200 мкм, l = 360 нм.

Результаты пост-топологического моделирования разработанного аттенюатора приведены в таблице 2.

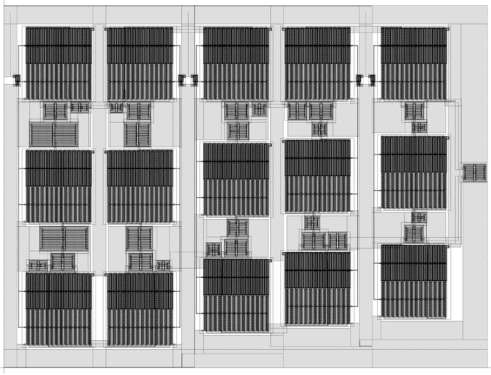


Рис. 1

Таблица 2

Параметр	Значение
Диапазон напряжений питания, В	3—3,6
Диапазон рабочих температур, °*C*	–60—85
Площадь топологии, мм^2	0,037 (0,22×0,17)
Диапазон рабочих частот, МГц	*DC*—6,8
Число управляющих разрядов, бит	5
Диапазон перестройки ослабления $K_{осл}$, дБ	0—31
Погрешность ослабления $K_{осл}$, дБ, не более	0,1
Шаг перестройки $\Delta K_{осл}$, дБ	0,998
Точка компрессии на 1 дБ по входу *IP*1*dB*, В, не более	3,5

3. Заключение

В докладе представлены результаты разработки топологии интегрального КМОП 180 нм резистивного управляемого аттенюатора с диапазоном перестройки коэффициента ослабления от 0 до 31 дБ и шагом 1 дБ.

4. Список литературы

[1] МОП-ключ с малым значением падения напряжение при малом токе утечки / Домбровский Р. [и др.] // Компоненты и Технологии. — 2015. — № 12. — С. 90—91.

AN INTEGRAL CMOS 180 nm RESISTIVE CONTROLLED ATTENUATOR

Zelenkevich D. Y., Manko A. S., Smailov S. F., Vetrov I. L.
Scientific adviser: Vetrov I. L.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of design and simulations of an integral CMOS 180 nm resistive controlled attenuator layout with a range of attenuation 0-31 dB and chip size 220×170 μm are considered.

ИНТЕГРАЛЬНЫЙ КМОП 180 нм ТОКОВЫЙ КОМПАРАТОР С ЗАЩЁЛКОЙ С ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬЮ 5 мкВ

Смаилов С. Ф., Манько А. С., Зеленкевич Д. Ю., Ветров И. Л.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Ветров И. Л.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: sfsmailov@sevsu.ru

Аннотация — Представлены результаты разработки и исследования топологии интегрального токового компаратора с защелкой с размерами 40×82 мкм на основе отечественной КМОП-технологии 180 нм. Чувствительность компаратора достигает 5 мкВ при смещении нуля 170 мкВ, а ток потребления не превышает 180 мкА.

1. Введение

Аналоговый компаратор представляет собой устройство, реализующее сравнение уровней входных сигналов. Выходным сигналом компаратора является высокий уровень при $V_{in1} > V_{in2}$ или низкий уровень в обратном случае.

Компараторы аналоговых сигналов нашли широкое применение в схемах контроля и регулировки напряжения, а также являются неотъемлемыми элементами практически всех типов интегральных аналогово-цифровых преобразователей (АЦП).

В докладе представлены результаты разработки и моделирования топологии интегрального компаратора для АЦП последовательного приближения на основе отечественной КМОП-технологии 180 нм в САПР *Cadence Virtuoso IC Design*.

2. Основная часть

К наиболее важным характеристикам компаратора относят:

— чувствительность, которая представляет собой минимальную разность входных напряжений, которую компаратор способен различить;

— напряжение смещения нуля, равное минимальному требуемому входному постоянному смещению, относительно которого сравниваются входные сигналы;

— ток потребления компаратора, на долю которого приходится большая часть энергопотребления микросхем АЦП.

При этом необходимо учитывать, что высокая чувствительность достигается за счёт повышения опорного тока сравнения, который приводит к увеличению общего потребления схемы. По этой причине в микросхемах АЦП обычно применяют динамические компараторы, также известные как компараторы с защёлкой (*latch comparator*) [1].

Сравнение в таких компараторах не выполняется непрерывно, а осуществляется при поступлении тактовых импульсов *Ltch*, формируемых при необходимости сравнения. Для этого в нагрузку компаратора вводится триггер-защёлка для хранения результата. Импульсы *Ltch* выполняют сброс триггера для последующего сравнения.

Принцип работы разработанного компаратора состоит в сравнении токов, протекающих в плечах дифференциального каскада. Величины токов управляются входным напряжением на затворах транзисторов. В результате в одном из плеч каскада формируется больший ток, который достигает порогового напряжения защёлки быстрее тока другого плеча, и на соответствующем выходе защёлки устанавливается высокий логический уровень.

В разработанный компаратор (рис. 1) введены цепи, обеспечивающие развязку входных аналоговых напряжений от импульсных помех на выходе, а также два выходных инвертора, выполняющих выравнивание фронтов.

Результаты пост-топологического моделирования разработанного компаратора приведены в таблице 1.

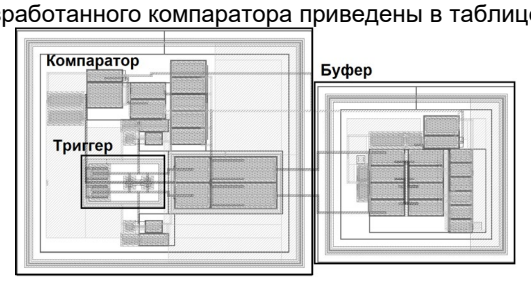


Рис. 1

Таблица 1

Параметр	Значение
Диапазон напряжений питания, В	3—3,6
Диапазон рабочих температур, °*C*	–60—85
Площадь топологии, мкм^2	3280 (40×82)
Чувствительность, мкВ, не менее	5
Смещение нуля, мкВ, не более	170
Тактовая частота *Ltch*	До 15 МГц
Время переключения, нс, не более	3
Ток потребления, мкА, не более	180

3. Заключение

В докладе представлены результаты разработки топологии КМОП 180 нм интегрального компаратора, чувствительность которого составляет не менее 5 мкВ при смещении нуля 170 мкВ. Полученные характеристики компаратора позволяют применять его в высокоразрядных АЦП, предназначенных для звуковых и ультразвуковых приложений.

4. Список литературы

[1] Design of Low-Power High-Speed Double-Tail Dynamic CMOS Comparator Using Novel Latch Structure / R. Jain [et al] // Uttar Pradesh Section International Conference on Electrical, Computer and Electronics (UPCON). — 2017. — № 4. — P. 217—222.

AN INTEGRAL CMOS 180 nm CURRENT LATCH COMPARATOR WITH 5 uV SENSITIVITY

Smailov S. F., Manko A. S., Zelenkevich D. Y.,
Vetrov I. L.
Scientific adviser: Vetrov I. L.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of design and research of an integral latched comparator layout with dimension of 40x82 μm on the domestic Russian CMOS technology of 180 nm are presented. The sensitivity of the comparator is up to 5 μV at a zero offset of 170 μV, and the current consumption does not exceed 180 μA.

ОПТИМИЗАЦИЯ КРИСТАЛЛОВ ПЛАНАРНЫХ ДИОДОВ ШОТТКИ ДЛЯ РАБОТЫ В X-, Ka- И W-ДИАПАЗОНАХ

Торхов Н. А., Ткаченко М. О., Манько А. С.
Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук Торхов Н. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: natorkhov@mail.sevsu.ru

Аннотация — Проведена оптимизация конструкции кристаллов планарных *Me*/*n*- n^+- *GaAs* диодов Шоттки с вискером и анодным воздушным выводом «Меза-Меза» для работы в *X*-, *Ka*- и *W*-диапазонах.

1. Введение

Сегодня на рынке электронной компонентной базы, не существует универсальных конструктивных решений кристаллов планарных безкорпусных *GaAs* диодов Шоттки, работающих во всех частотных диапазонах. Поэтому одним из возможных вариантов решения данной проблемы является оптимизация конструктивных решений диодных кристаллов для работы в более узких диапазонах, например, в *X*-, *Ka*- и *W*-диапазонах.

2. Основная часть

В работе использовалась универсальная конструктивная схема планарного *Me*/*n*- n^+- *GaAs* безкорпусного диода Шоттки с вискером и анодным воздушным выводом «Меза-Меза» [1] (далее — диод), электронно-микроскопическая фотография которой показана на рис. 1.

Оптимизация конструкции для работы в *X*-, *Ka*- и *W*-диапазонах осуществлялась путем изменения размеров наиболее критичных конструктивных элементов, эквивалентные элементы которых в соответствии с компактной моделью (КМ) диода описываются индуктивностью L_{br} и сопротивлением R_{br} воздушного моста (*air bridge*), емкостями C_i, C_W и C_{boc}, сопротивлениями омических контактов R_{AB} и R_{CB} (рис. 1).

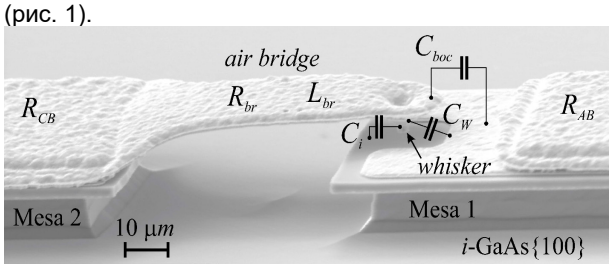


Рис. 1

Особенностью, используемой КМ [2] является то, что она содержит 22 эквивалентных элемента, количества которых достаточно для более точного учёта влияния приборных ограничений на предельные физически возможные частоты f_L = 10—100 ТГц используемых контактов Шоттки [3].

Моделирование и оптимизация частотных зависимостей модулей малосигнальных *S*-параметров оптимизированных конструктивных решений при нулевом смещении на аноде осуществлялись с использованием САПР *AWR Microwave Office* (рис. 2). Согласование по входу и выходу обеспечивалось подстройкой согласующих емкостей. При выборе значений параметров эквивалентных элементов КМ учитывалось влияние электромагнитного взаимодействия на значение индуктивности системы мост-металлизация обратной стороны подложки.

В качестве критерия оценки границ частотного диапазона использовалось значение коэффициента отражения по входу $S_{11} \le -10$ дБ (КСВН ≤ 2).

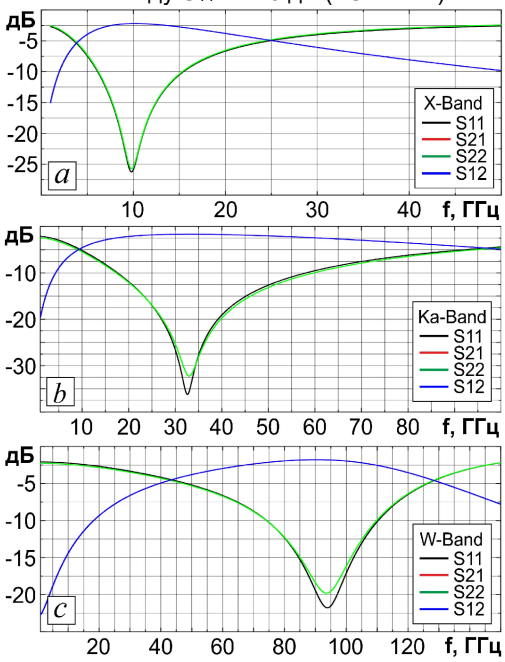


Рис. 2

3. Заключение

Оптимизация конструкций кристаллов планарных *Me*/*n*- n^+- *GaAs* диодов Шоттки с вискером и анодным воздушным выводом «Меза-Меза» позволила разработать конструктивные решения диодных кристаллов для работы в *X*-, *Ka*- и *W*-диапазонах.

4. Список литературы

[1] Торхов, Н. А. Способ изготовления диода с вискером терагерцового диапазона. Патент № 2635853, приоритет от 26.01.2016, дата регистрации 16.11.2017.

[2] Торхов, Н. А. Компактная модель диода с вискером терагерцового диапазона. Патент № 176768, приоритет от 11.02.2016, дата регистрации 29.01.2018.

[3] Torkhov, N. A., Babak, L. I., Kokolov, A. A. On the application of schottky contacts in the microwave, extremely high frequency, and THz ranges. Semiconductors. 2019. Т. 53. № 12. P. 1688 — 1698; DOI: 10.21883/FTP.2019.12.48630.9215.

OPTIMIZATION OF PLANAR SCHOTTKY DIODE SCTRUCTURE FOR OPERATION IN THE X-, Ka- AND W-BANDS

Torkhov N. A., Tkachenko M. O., Manko A. S.
Scientific adviser: Torkhov N. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The planar Me/n- n^+- GaAs Schottky diode structure with a whisker and an air anode lead is optimized for operation in the X-, Ka- and W-bands.

ИНТЕГРАЛЬНЫЙ КМОП 180 нм ФОРМИРОВАТЕЛЬ КВАДРАТУРНЫХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ ПЕТЛИ ФАПЧ

Зеленкевич Д. Ю., Манько А. С., Смаилов С. Ф., Ветров И. Л.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Ветров И. Л.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: dima_zelenkevich_00@mail.ru

Аннотация — Представлены результаты разработки и моделирования топологии интегрального КМОП 180 нм формирователя квадратурных сигналов на основе петли ФАПЧ в диапазоне 3—200 кГц и размерами 230×50 мкм.

1. Введение

В современных приемо-передающих модулях для повышения скорости передачи информации применяют квадратурные виды модуляции. При приеме таких сигналов для их детектирования необходимо обеспечить формирование *I*- и *Q*-сигналов гетеродина, за которое отвечает формирователь квадратурных сигналов (ФКС). При проектировании ФКС особые требования предъявляются к точности установки квадратурного фазового сдвига и стабильности частоты.

В докладе представлены результаты разработки и моделирования топологии интегрального ФКС на основе отечественной КМОП-технологии 180 нм в САПР *Cadence Virtuoso IC Design*.

2. Основная часть

В раннее представленной работе [1] показан способ формирования квадратурных сигналов на основе квадратурного делителя частоты (КДЧ). Для устранения недостатка, связанного с необходимостью использования на входе учетверенной частоты $4F_{ref}$, в представленный ФКС на основе КДЧ введена петля фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ), как показано на рис. 1.

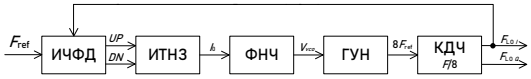


Рис. 1

В качестве импульсного частотно-фазового детектора (ИЧФД) выбрана схема детектора «опережения-отставания» с динамическим диапазоном обрабатываемых фаз от 0 до 360°. Это позволяет избежать явления «ложного синхронизма» (*false lock*), которое возникает из-за неоднозначности определения разности входных фаз, превышающей 180°, и последующему захвату неправильной частоты.

Источник тока накачки заряда (ИТНЗ) выполнен на двух коммутируемых сигналами ИЧФД источниках тока, заряжающих и разряжающих емкость фильтра нижних частот (ФНЧ).

За основу генератора, управляемого напряжением, (ГУН) выбрана схема универсального таймера *NE*555 [3]. Перестройка частоты генератора осуществляется путем изменения длительности заряда и разряда емкости за счет изменения тока, протекающего через управляемую линию задержки (ЛЗ) на инверторе. Такой способ управления позволяет снизить номинал емкости, требуемой для формирования низкочастотных сигналов.

При этом в ГУН используется схема линеаризации характеристики управления на усилителе с отрицательной обратной связью, которая поддерживает постоянную крутизну перестройки при напряжениях, близких к границе диапазона.

Топология разработанного ФКС представлена на рис. 2, а результаты пост-топологического моделирования приведены в таблице 1.

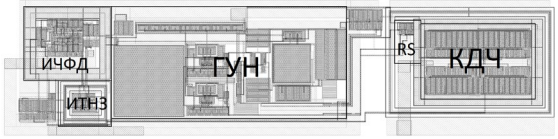


Рис. 2

Таблица 1

Параметр	Значение
Диапазон напряжений питания, В	3—3,6
Диапазон рабочих температур, °*C*	–60—85
Площадь топологии, мм^2	0,012 (0,23×0,05)
Диапазон рабочих частот, кГц	3—200
Время установления, мс, не более	12,5
Фазовый шум ГУН, дБ/Гц, не более	–84 100 Гц
Погрешность квадратурного сдвига, не более	0,002
Максимальный ток потребления, мкА	290

3. Заключение

В докладе представлены результаты разработки топологии интегрального КМОП 180 нм формирователя квадратурных сигналов на основе петли ФАПЧ с диапазоном рабочих частот 3—200 кГц. Разработанный ФКС может использоваться в связных приемниках гидроакустических сигналов в качестве гетеродина для квадратурной обработки сигналов.

4. Список литературы

[1] Формирователь квадратурных сигналов на симметричных дифференциальных D-триггерах / А. С. Манько, Д. Ю. Зеленкевич, С. Ф. Смаилов, И. Л. Ветров // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций. — 2022. — № 5. — С. 174.

[2] Тельнов, А. А. Проектирование системы фазовой автоподстройки частоты / А. А. Тельнов // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». — 2022. — Т. 15. — № 7. — С. 37—46.

[3] Camenzind, H. Designing Analog Chips [Электронный ресурс]. — Режим доступа: www.designinganalogchips.com (дата обращения: 18.09.2023).

AN INTEGRAL CMOS 180 nm QUADRATURE SIGNAL GENERATOR BASED ON PLL

Zelenkevich D. Y., Manko A. S., Smailov S. F.,
Vetrov I. L.
Scientific adviser: Vetrov I. L.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of design and simulations of an integral CMOS 180 nm quadrature signal generator based on PLL in the range of 3-200 kHz and chip size 230×50 μm are considered.

ИНТЕГРАЛЬНЫЙ КМОП 180 нм 12-БИТНЫЙ ЦИФРО-АНАЛОГОВЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ СО ВЗВЕШИВАНИЕМ ТОКОВ

Смаилов С. Ф., Манько А. С., Зеленкевич Д. Ю., Ветров И. Л.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Ветров И. Л.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: sfsmailov@sevsu.ru

Аннотация — Представлены результаты разработки 12-битного дифференциального цифро-аналогового преобразователя, выполненного на принципе суммирования токов на основе отечественной КМОП-технологии 180 нм. Быстродействие ЦАП достигает 35 МГц при пониженных *DNL*/*INL* не более 0,1 *LSB*.

1. Введение

Цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) представляет собой устройство для преобразования двоичного кода в пропорциональный аналоговый сигнал. ЦАП широко применяются в устройствах обработки и передачи информации, схемах управления и являются составной частью почти всех структур АЦП.

В докладе представлены результаты разработки и моделирования топологии интегрального токового ЦАП для АЦП последовательного приближения на основе отечественной КМОП-технологии 180 нм в САПР *Cadence Virtuoso IC Design*.

2. Основная часть

По принципу работы ЦАП подразделяют на строковые, резистивные *R*-2*R*, ЦАП на переключаемых конденсаторах, σ-Δ преобразователи и ЦАП с суммированием токов. Среди перечисленных типов выбран цифро-аналоговый преобразователь, работающий по принципу взвешивания токов, поскольку он обладает сравнительно наибольшим быстродействием и высокой устойчивостью характеристик к технологическому разбросу при использовании транзисторных источников тока.

Упрощенная структура ЦАП со взвешиванием токов состоит из параллельно включенных источников тока, токи которых пропорциональны величине разряда (*I*, 2*I*, …, *NI*), и ключей, управляемых цифровым кодом и коммутирующих соответствующие источники тока. В результате суммирования ток, протекающий через сопротивление нагрузки $R_н$, пропорционален входному коду. При проектировании многоразрядных ЦАП (как правило, выше 6 бит) используют составной ЦАП из нескольких преобразователей с меньшей разрядностью. Это позволяет уменьшить занимаемую площадь топологии и понизить чувствительность к технологическому разбросу параметров.

Базовая ячейка разряда, разработанного ЦАП (рис. 1) состоит из транзисторного источника тока на *M*1, *M*2 и двойного ключа на *M*3, *M*4. *M*1 является токозадающим источником, а вспомогательный источник *M*2 используется для стабилизации напряжения на стоке *M*1 и, следовательно, тока разряда. Ячейки *N*-х разрядов формируются путём параллельного включения *N* базовых ячеек, что позволяет получить в *N* раз больший ток. Токозадающие напряжения V_{bp} поступают с выхода формирователя токозадающих напряжений (ФТЗН) по схеме токового зеркала на затворы транзисторов *M*1 и *M*2.

Топология разработанного цифро-аналогового преобразователя представлена на рисунке 2, а результаты пост-топологического моделирования приведены в таблице 1.

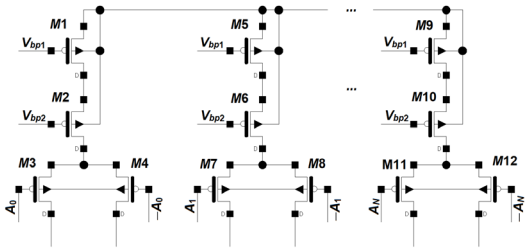


Рис. 1

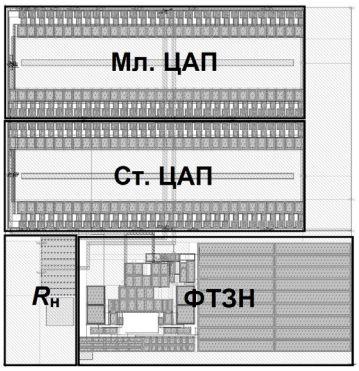


Рис. 2

Таблица 1

Параметр	Значение
Диапазон напряжений питания, В	3—3,6
Диапазон рабочих температур, °*C*	–60—85
Площадь топологии, мм^2	0,021 (0,15×0,14)
Диапазон вых. напряжений, мВ	±492
Макс. быстродействие, МГц	35
Дифференциальная/интегральная нелинейность (*DNL*/*INL*), *LSB*	0,10/0,10
Ток потребления, мкА, не более	420

3. Заключение

В докладе представлены результаты разработки топологии КМОП 180 нм 12-разрядного токового ЦАП, ток потребления которого не превышает 420 мкА при интегральной и дифференциальной нелинейности, не превышающих 0,1 *LSB*.

AN INTEGRAL CMOS 180 nm 12-BIT CURRENT STEERING DIGITAL-TO-ANALOG CONVERTER

Smailov S. F., Manko A. S., Zelenkevich D. Y.,
Vetrov I. L.
Scientific adviser: Vetrov I. L.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of design of an integral 12-bit differential current steering digital-to-analog converter based on the domestic Russian CMOS technology 180 nm are presented. DAC's conversation frequency is 35 MHz with reduced *DNL*/*INL* no more than 0,1 LSB.



Секция 8

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

ИДЕНТИФИКАЦИЯ КОЛОНИЙ БАКТЕРИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЁРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Рыбалко С. Ю., Цапик Д. К., Степанов И. А., Горлова А. А., Полтавская С. С.
Научный руководитель: канд. биол. наук, доц. Рыбалко С. Ю., Цапик Д. К.
Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Россия
E-mail: alexandragorlova10a@gmail.com, sofiapoltavskaya05@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены методы распознавания колоний бактерий с помощью сверточной нейронной сети для диагностики инфекций по материалам, полученным бактериоскопическим методом исследования.

1. Введение

Нейронные сети всё глубже проникают в повседневную деятельность, их также используют в научных целях. К перспективному аспекту использования нейронных сетей (далее — нейросетей) можно отнести построение систем компьютерного зрения для определения колоний бактерий. Внедрение таких систем существенно упростит диагностику инфекционных заболеваний, вызываемых различными колониями патогенных бактерий.

2. Основная часть

Распознавание изображений с помощью нейронной сети включает несколько типовых операций на каждом слое, ключевым из которых является свертка, во время которой нейронная сеть удаляет лишнее и оставляет полезное — то, что помогает анализировать изображение, например, линии, края и так далее [3].

Из признаков, которые выделил сверточный слой, нейронная сеть выбирает самые важные, а несущественные удаляет. К результату можно применить снова сверточный слой и сделать несколько циклов. Это нужно для того чтобы выстроить иерархию признаков от самых примитивных до более сложных [3].

Первые слои нейросети анализирует мелкие детали изображения, а на следующих слоях появляются более сложные объекты. Чем глубже слой сети, тем более сложные признаки она извлекает. На последних слоях нейросеть выявляет признаки и пытается соотнести их с конкретными изображениями и определить, что именно на них изображено [3].

Эффективная и точная идентификация колоний бактерий требует подготовку качественных микрофотографий с целью обучения нейронных сетей. В качестве колонии для обучения и идентификации была выбрана патогенная бактерия Helicobacter pylori — спиралевидная бактерия имеющая множество жгутиков на одном конце (лофотрих) [1]. Дополнительно нейронная сеть обучена на распознавание следующих бактерий: Escherichia coli, Candida albi- cans, Enterococcus [1].

Обучение нейронной сети состояло из следующих этапов: а) подготовка структурированной библиотека микрофотографий семейств бактерий в количестве 1000 штук для каждого вида колоний; б) постановка алгоритмов для обучения; в) оценка точности распознавания. Использована нейронная сеть свертки, являющейся сетью прямого распространения. В процессе обучения эта сеть обрабатывает входные данные поочередно в каждом слое и вычисляла потери, обозначающие отклонение прогнозируемой метки для изображения от правильной, а также распространяла градиенты обратно по сети для корректировки весовых коэффициентов в каждом слое. Повторяя этот процесс для большого набора данных, сеть постепенно «обучается», то есть подбирает весовые коэффициенты для достижения оптимального результата [3].

Для ускорения вычислений PyTorch был использован графический процессор GPU Nvidia [3,4]. Выполнение обучения модели заняло около 50 часов с полученной вероятностью около 85%.

3. Заключение

Была показана возможность эффективного использования нейросети свертки пакета PyTorch для обучения достоверной идентификации бактерий Helicobacter pylori бактериоскопическим методом с использованием системы технического зрения. Созданная нейронная сеть свертки показала достаточную достоверность идентификации бактерии Helicobacter pylori. Специфичность 75%; чувствительность 80%, для повышения данных показателей до целевого уровня, необходимо дальнейшее обучение нейросети.

Нейронные сети имеют многообещающие перспективы для процесса предварительного скрининга бактериальных колоний, имеют преимущества в выявлении новых характеристик на микрофотографиях, что может оказать некоторую помощь лабораторному персоналу в обработке клинических исследований.

4. Список литературы

[1] Blaser, M. An Endangered Species in the Stomach / M. Blaser // Sci Am. — 2005. — 292(2). — P. 38—45.
[2] Huang, L. Novel neural network application for bacterial colony classification / L. Huang, T. Wu // Theoretical Biology and Medical Modelling. — 2018. — 15(1). — P. 1—15.
[3] Bengio, Y. Representation Learning: A Review and New Perspectives / Y. Bengio, A. Courville, P. Vincent // IEEE T Pattern Anal. — 2013. — 35(8). — P. 1798—828.
[4] Official English Documentation for ImageAll [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://imageai.readthedocs.io/en/latest.

IDENTIFICATION OF BACTERIA COLONIES USING CONVOLUTION NEURAL NETWORK

Rybalko S. Y., Tsapik D. K., Gorlova A. A.,
Stepanov I. A., Poltavskaya S. S.
Scientific advisers: Tsapik D. K., Rybalko S. Y.
V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Russia

Abstract — Methods for identifying destruction colonies using a convolutional neural network for diagnostics, using materials obtained by bacterioscopic study, are considered.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТРАССИРОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ С ПОМОЩЬЮ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ПАКЕТА PYGENE

Нудьга А. А., Цапик Д. К., Горлова А. А., Полтавская С. С.
Научный руководитель: канд. тех. наук, доц. Нудьга А. А.
Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского, Россия
E-mail: tsapikdk@cfuv.ru, alexandragorlova10a@gmail.com, sofiapoltavskaya05@gmail.com

Аннотация — Предложена методика автоматической трассировки печатных плат с помощью пакета PyGene на языке программирования Python.

1. Введение

Автоматизированная трассировка печатных плат — одна из важнейших задач современной радиоэлектроники, поскольку высокая степень интеграции компонентов не позволяет ограничиться одним слоем проводящих дорожек. Ошибочно спроектированная структура проводящих слоев приводит к избыточному тепловыделению, перекрестным помехам, а также несогласованностью полного сопротивления. Все эти проблемы, в последнем итоге, могут привести к сбоям или же полной неработоспособности радиоэлектронного устройства [1]. Современный междисциплинарный подход, заключающийся в использовании генетических алгоритмов из области биоинформатики, призван помочь решить данную проблему.

2. Основная часть

Автоматическая трассировка печатных плат — это процесс автоматического соединения электрических компонентов на печатной плате через проводящие дорожки [3].

Оптимальный процесс трассировки может быть осуществлен только методом полного перебора, который заключается в полном переборе всех возможных соединений между компонентами на плате. Он гарантирует нахождение оптимального решения, но требует значительного количества вычислительных ресурсов и времени. Существует большое количество различных методов трассировки, таких как волновой, лучевой и их модификации. В настоящее время получили распространение канальные алгоритмы трассировки, которые обеспечивают полное разведение цепей и могут быть адаптированы к различным условиям, технологическими ограничениями и правилам [1, 2].

Для улучшения вышеуказанным методов можно использовать генетических алгоритмы. Впервые эта методология была предложена Джоном Холландом в 1975 г. Биологическая основа для адаптационных процессов заключается в эволюции от одной генерации к другой, выполняется путём исключения «слабых» и оставления оптимальных или квази-оптимальных элементов [3, 4].

Основная особенность генетических алгоритмов состоит в том, что анализируется не одно решение, а некоторое подмножество квазиоптимальных решений, называемых «хромосомами» или стрингами. Это подмножество носит название «популяция». В каждой популяции хромосомы могут подвергаться действиям различных операторов. При этом происходят процессы, аналогичные действиям, которые случаются в естественной генетике.

Для экспериментальной части исследования была использована библиотека PyGene на языке Python, за основу был взят пример программы, решающий задачу коммивояжера. [4]

В качестве примера для трассировки была выбрана схема автомобильного усилителя «Only Music». После работы программы было получено множество вариантов трассировки печатной платы, качество которых коррелировалось со временем работы приложения. Однако, генетический алгоритм, реализованный в PyGene не гарантирует получение оптимального решения, требует эффективной формулировки критерия отбора хромосом, и средняя длительность работы алгоритма трассировки печатной платы превосходит классические эвристические методы и методы полного перебора.

3. Заключение

Генетические алгоритмы позволяют исследовать большое пространство возможных решений и находить достаточно хорошие результаты. Они могут быть эффективными для автоматической трассировки печатных плат, особенно при работе с большими платами или сложными требованиями [2].

4. Список литературы

[1] Правильная структура слоев на печатных платах [Электронный ресурс] / СИТИ ЭЛЕКТРОНИКС. — Режим доступа: https://www.ct-electronics.ru/post/pravil-naya-struktura-sloyev (дата обращения: 08.08.2023).
[2] Давиденко, В. Н. Генетический алгоритм для трассировки двухслойных каналов [Электронный ресурс] / В. Н. Давиденко // Известия ЮФУ. Технические науки. — 1997. — №2. — Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/geneticheskiy-algoritm-dlya-trassirovki-dvuhsloynyh-kanalov (дата обращения: 03.08.2023).
[3] Shervani, N. Algorithms for VLSI Physical Design Automation / N. Shervani. — Kluwer Academic Publishers, USA, 1995. — 538 p.
[4] PyGene [Электронный ресурс] / PyPI. — Режим доступа: https://pypi.org/project/pygene/ (дата обращения: 08.08.2023).
[5] OnlyMusic [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://ldsound.info/only-music-2-7-om-2-7/ (дата обращения: 08.08.2023).

AUTOMATION OF PRINTED BOARD ROUTING USING GENETIC ALGORITHMS OF THE PYGENE PACKAGE

Nudga A. A., Tsapik D. K., Gorlova A. A., Gorlova A. A.
Scientific adviser: Nudga A. A.
V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Russia

Abstract — The method for automatic tracing of printed circuit boards using the PyGene package in the Python programming language is proposed.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ АНПА MIDDLEAUV

Липко И. Ю.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: ivanlipko@yandex.ru

Аннотация — Производится идентификация математической модели горизонтального движения подводного аппарата MiddleAUV. Приведено сравнение модельных и экспериментальных данных движения аппарата.

1. Введение

Для эффективного построения управления автономными необитаемыми подводными аппарата (АНПА) необходимо получение качественной математической модели его движения. Для этого производятся эксперименты, по которым затем воспроизводится математическая модель в виде передаточных функций. В частности, MiddleAUV является подводным аппаратом небольшого размера (ДхШхВ: 380×285×285 мм, вес: 1 кг.) и обладает двумя моторами для вертикального движения и двумя для горизонтального движения, рули отсутствуют. Робот снабжён донной камерой, направленной строго вниз.

Эксперименты над роботом проводились в бассейне лаборатории «Робототехники и интеллектуальных систем управления». Стены бассейна выполнены из прозрачного стекла и позволяют наблюдать за роботом. Внизу бассейна уложена шахматная доска, выступающая в качестве маркера, позволяющего фиксировать относительное горизонтальное положение АНПА.

2. Основная часть

Математическая модель ищется как семейство передаточных функций, связывающих входы в виде команд управления скоростями вращения моторов, и выходами в виде угловой скорости вращения и скорости движения АНПА. Координаты и курсовой угол АНПА могут быть найдены путём суммирования соответствующих скоростей.

По поводу линейной математической модели объекта идентификации было принято несколько гипотез: влияние проводов, взаимовлияние винтов не существенно и не влияет на отклонение аппарата от курса, параметры моторов и винтов не изменяются со временем, моторы одинаковы, нелинейные эффекты вроде насыщения и гистерезиса отсутствуют [1].

Во время проведения экспериментов выполнялись движения вперёд с разной скоростью, что позволило получить разгонные кривые, статические характеристики, взаимовлияние моторов и компенсировать их для успешной идентификации; циркуляции АНПА на оба борта с целью замеров угловых скоростей [2]. Сверка данных с навигационной системы и видеопотока позволила убедиться в том, что видеокамера является достаточно точным датчиком.

Поиск параметров передаточной функции осуществлялся с помощью адаптивного метода подпространств Гаусса-Ньютона и начальными условиями, полученными с помощью инструментального метода. Соответствующие численные методы реализованы в пакете MATLAB.

В работе приведены примеры моделирования полученной линейной модели и сконструированной с помощью неё нелинейной модели в задачах движения по маршруту (рис. 1, 2).

Отличительной особенностью результата является нелинейная модель АНПА, содержащая в себе основную линейную часть, нелинейные элементы в виде блоков насыщения, блоков нечувствительности, регуляторы положения и курса.

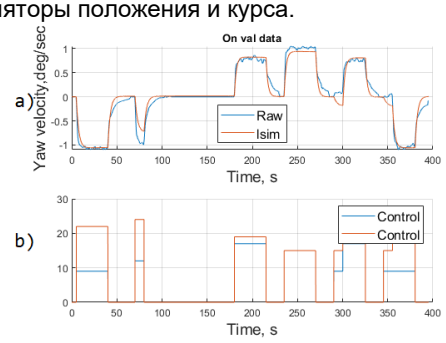


Рис. 1

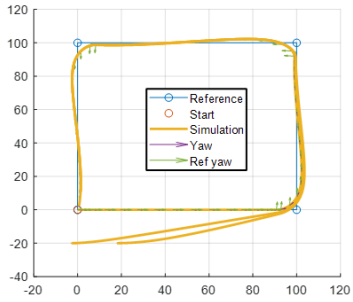


Рис. 2

3. Заключение

Проведены эксперименты с движением подводного аппарата MiddleAUV, выполнена идентификация его математической модели горизонтального движения. Показано сравнение полученной модели с экспериментальными данными.

4. Список литературы

[1] Lipko I. The Influence of Uncertainties and Inaccuracies in the Parameters on the Underwater Vehicle Model / I. Lipko, K. Dementiev // 2022 ICIEAM, Russian Federation. — 2022. — P. 664—669.

[2] Lipko I. Identification of the Horizontal Movement of the Underwater Vehicle MiddleAUV / I. Lipko // 2022 Int. Russian Automation Conference, Russian Federation. — 2022. — P. 820—825.

IDENTICAFICATION AND CONTROL OF HORIZONTAL MOVEMENT OF MIDDLEAUV

Lipko I. U.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The identification of mathematical model of horizontal movement of MiddleAUV is carried out. The comparison of simulation results and real data was made to make sure of quality.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИИ-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОРТИРОВКИ И ОЦЕНКИ МЕДИЦИНСКИХ БАЗ ДАННЫХ

Барздун В. Д., Жильцов О. Г., Шинтябин Е. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук Мурзин Д. Г.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: oleg.zhilczov@gmail.com

Аннотация — В настоящей статье рассматривается применение искусственного интеллекта (ИИ) для сортировки и оценки медицинских баз данных. Современная медицина генерирует огромное количество данных, требующих систематизации и анализа. Искусственный интеллект предоставляет эффективные инструменты для обработки таких данных, улучшая процессы принятия решений и обеспечивая более точные диагнозы.

1. Введение

С развитием современных медицинских технологий объем медицинских данных растет экспоненциально. Эти данные включают в себя клинические записи, результаты обследований, изображения и многое другое. Однако, эффективное управление и анализ такого объема информации становится сложной задачей. Здесь на сцену выходят ИИ-технологии, способные автоматизировать процессы сортировки, классификации и оценки медицинских данных.

2. Основная часть

Рассмотрим пример применения ИИ для сортировки изображений снимков МРТ пациентов с подозрением на опухоль головного мозга. Такой процесс требует высокой точности и скорости обработки. В данном случае, сверточные нейронные сети (CNN) могут быть использованы для автоматического анализа и классификации изображений.

Система работает следующим образом: сначала, нейронная сеть обучается на большом наборе размеченных изображений МРТ с обозначенными опухолями и без. Затем, после обучения, она может автоматически анализировать новые изображения и определять наличие опухоли с высокой точностью. Это существенно ускоряет процесс диагностики и позволяет врачам быстрее предпринимать необходимые меры.

Ещё один пример работы ИИ показан на одной из задач министерства здравоохранения, в которой с одного региона по всем больницам собирают массив данных по болезням. Благодаря возможностям ИИ все беспорядочные данные проходят обработку и рассортировываются по перечню заболеваний МКБ-10. Далее следует анализ количества разного рода болезней для выявления превышения уровня нормы. Это позволяет держать уровень заболеваемости в регионе в пределах нормы особенно в периоды сезонного обострения или при опасном для здоровья человека вирусе, например, как Covid-19.

Также изучение большого объёма данных предоставляет возможности в мониторинге выделения финансовых средств, выплачиваемых государством в качестве помощи при разного рода хронических заболеваниях. Дата сеты проходят анализ в том числе и для поиска аномалий в плане выплат на лечение из бюджетных средств, что позволяет вовремя грамотно перераспределить финансы на действительно нуждающихся лиц. На рис. 1 можно увидеть пример структуры таблицы для подобных операций.

```
RangeIndex: 718812 entries, 0 to 718811
Data columns (total 17 columns):
ID                                718812 non-null object
дата рождения                     718812 non-null object
пол                               718812 non-null object
район                             718812 non-null object
ID категории инвалидности         718805 non-null object
категория инвалидности            718812 non-null object
ID диагноза                       718800 non-null object
Диагноз                           718800 non-null object
выписанные лечебные препараты     718812 non-null object
дата выписки                      718812 non-null object
дата отпуска                      718812 non-null object
дозировка                         672937 non-null object
количество упаковок               718812 non-null object
цена за упаковку                  718812 non-null float64
стоимость                         718812 non-null float64
источник финансирования           718812 non-null object
Unnamed: 16                       3 non-null object
dtypes: float64(2), object(15)
memory usage: 93.2+ MB
```

Рис. 1

Кроме сортировки, ИИ также может быть применен для оценки и мониторинга медицинских данных. Рассмотрим пример применения временных рядов и рекуррентных нейронных сетей для анализа данных мониторинга сердечного ритма пациентов с аритмией. ИИ может обучиться на данных электрокардиограмм (ЭКГ) пациентов и предсказывать возможные аритмии в будущем. Такой подход позволяет врачам более эффективно мониторить состояние пациентов и предпринимать профилактические меры.

3. Заключение

Использование ИИ-технологий для сортировки и оценки медицинских данных имеет огромный потенциал для улучшения качества медицинской практики. Оно позволяет автоматизировать сложные задачи обработки данных, снижает риск ошибок и повышает точность диагнозов. Однако, следует учитывать этические аспекты и необходимость повышенной безопасности при внедрении ИИ в медицину.

4. Список литературы

[1] Соколов, И. В. Применение искусственного интеллекта в медицине / И. В. Соколов, А. А. Иванов // Медицинская информатика и инженерия. — 2020. — № 2. — С. 15—22.
[2] Горбунова, Е. С. Искусственные нейронные сети в анализе медицинских данных / Е.С. Горбунова, Д.А. Петров, А.С. Смирнов // Медицинская техника. — 2019. — № 4. — С. 45—50.
[3] Лебедева, О. Ю. Применение сверточных нейронных сетей для обработки изображений в медицине / О. Ю. Лебедева, Е. С. Козлова, Т. А. Михайлова // Вестник медицинской техники и технологии. — 2021. — № 1. — С. 36—41.

USING AI TECHNOLOGIES FOR SORTING AND EVALUATION OF MEDICAL DATABASES

Barzdun V. D., Zhiltsov O. G., Shintyabin E. V.
Scientific adviser: Murzin D. G.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the application of artificial intelligence (AI) for sorting and evaluating medical databases is consideired. Modern medicine generates an enormous amount of data that requires organization and analysis. Artificial intelligence provides efficient tools for processing such data, enhancing decision-making processes, and providing diagnoses that are more accurate.

СЕГМЕНТАЦИЯ ЗАПРЕЩЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА РЕНТГЕНОВСКИХ СНИМКАХ БАГАЖА

Дементьев В. Е., Андриянов Н. А.
Научный руководитель: д-р техн. наук, доц. Дементьев В. Е.
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Россия
E-mail: nikita-and-nov@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена задача сегментации рентгеновских снимков багажа в задаче обеспечения безопасности аэропортов. Разработана модель на базе архитектуры SegFormer, а также исследованы методы U-Net, K-means и ISODATA. Показано, что трансформерная модель превосходит существующие аналоги в рассмотренной задаче.

1. Введение

В современном мире, где воздушное сообщение стало неотъемлемой частью повседневной жизни, обеспечение безопасности в аэропортах приобретает все большее значение. Одним из ключевых аспектов обеспечения безопасности является обнаружение запрещенных предметов в багаже [1, 2]. Это представляет собой сложную и ответственную задачу, которая требует высокой точности и эффективности.

Операторы, занимающиеся обнаружением запрещенных предметов, играют важную роль в этом процессе. Однако, несмотря на их профессионализм и тренировку, длительные смены и постоянное напряжение могут приводить к усталости и снижению внимания. Это, в свою очередь, может снижать эффективность и точность процесса обнаружения.

В последние годы нейросети стали мощным инструментом для решения сложных задач распознавания и классификации. Их способность обрабатывать большие объемы данных и выявлять паттерны в изображениях открывает новые перспективы для автоматизации процесса обнаружения запрещенных предметов в аэропортах. Тем не менее, проведенный анализ показывает, что в этой теме практически не применяются алгоритмы сегментации, которые также могли бы дать положительный эффект.

2. Основная часть

В работе будет рассмотрено несколько способов сегментации изображений. Классические модели обучения без учителя K-средних и ISODATA, сверточная нейронная сеть U-Net, а также новейшая трансформерная архитектура SegFormer.

Обработка производилась для рентгеновских снимков, полученных в аэропорту Ульяновска. При этом в обучающей выборке было 165 изображений, размеченных в Roboflow. А в тестовой выборке было 32 изображения. На рис. 1 показан пример снимка.

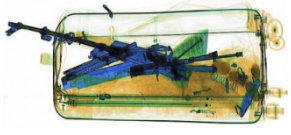


Рис. 1

Существует несколько основных подходов к сегментации. Один из них — это пороговая сегментация, которая основана на установлении порога интенсивности пикселей. Другой подход — сегментация на основе регионов, который группирует пиксели на основе их сходства по различным критериям, таким как цвет, текстура или градиент. Современные алгоритмы сегментации все чаще основаны на нейронных сетях, и в частности на сверточных нейронных сетях (CNN). Однако в последнее время появились и архитектуры на базе трансформеров.

После проведения обучения было выполнено тестирование моделей. В качестве основной метрики использовалась коэффициент Дайса. Он позволяет оценить степень перекрытия (похожести) между результатами сегментации и эталонной разметкой. Результаты для разных моделей показаны в таблице 1.

Таблица 1

Модель	Dice-score
K-means	0,318
ISODATA	0,334
U-Net	0,674
SegFormer	0,712

Анализ представленных данных показывает, что алгоритмы обучения без учителя крайне неэффективны в этой задаче. Вместе с тем, использование трансформерной архитектуры позволили получить порядка 3 % прироста по сравнению со сверткой.

3. Заключение

Результаты нашего эксперимента подчеркивают существенное превосходство современных нейросетевых моделей над классическими методами. При этом SegFormer продемонстрировала наилучший результат с Dice-score 0,712, что говорит о великом потенциале данной архитектуры в решении задач обнаружения опасных объектов.

4. Список литературы

[1] Andriyanov, N. Deep Learning for Detecting Dangerous Objects in X-rays of Luggage / N. Andriyanov // Eng. Proc. — 2023. — Vol 33, No 20. — P. 1—6.

[2] Application of Machine Learning Methods for the Analysis of X-ray Images of Luggage and Hand Luggage / N. Andriyanov, I. Czarnowski, R. Howlett, L.C. Jain // Intelligent Decision Technologies. KES-IDT 2023. Smart Innovation, Systems and Technologies. — 2023. — Vol 352. — Springer, Singapore. — P. 310—316.

5. Благодарности

Работа выполнена при поддержке стипендии Президента Российской Федерации, СП-3738.2022.5.

SEGMENTATION OF PROHIBITED OBJECTS ON BAGGAGE X-RAYS

Dementiev V. E., Andriyanov N. A.
Scientific adviser: Dementiev V. E.
Financial University under the Government of Russian Federation, Russia

Abstract — The problem of baggage X-ray image segmentation in the task of airport security is considered. A model based on SegFormer architecture is developed and U-Net, K-means and ISODATA methods are investigated. It is shown that the transformer model outperforms existing analogs in the considered task.

ПРОГНОЗ ВРЕМЕНИ УДЕРЖАНИЯ КУРСА В ЗАДАННОМ СЕКТОРЕ НА ПРИМЕРЕ АНПА MIDDLEAUV

Липко И. Ю.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: ivanlipko@yandex.ru

Аннотация — Разработан алгоритм прогноза времени на основе использования наиболее вероятных траекторий движения подводного аппарата и оценок квазипотенциалов. Приведены результаты прогноза в сравнении с истинными значениями.

1. Введение

Автономный необитаемый подводный аппарат (АНПА) для передачи данных с помощью лазерного приёмопередатчика наводится приёмопередатчик подводной станции. Для осуществления сеанса связи лазер судна должен достаточно точно попадать в «объектив» приёмника, что накладывает ограничения на курсовой угол АНПА в виде сектора возможных углов. В процессе удержания подводного аппарата на заданном курсе происходят колебания из-за действия внешних возмущений. При сильном отклонении сеанс связи прекращается и АНПА придётся совершать дополнительные манёвры с целью выхода на заданный курсовой угол для повторения сеанса. Требуется прогнозировать время, в течении которого возможно произвести сеанс связи, т.е. отклонение курса будет не более заданного порога. Успешное прогнозирование позволит реализовать эффективную систему ситуационного управления [1].

2. Основная часть

Исследуемый АНПА описывается системой линейных дифференциальных уравнений

$$\dot{x} = Ax + \sigma\xi(t),\ x(0) = x_0, \qquad (1)$$

где x — вектор состояния, A — матрица системы, σ — волатильность, образующая матрицу диффузии $a = \sigma\sigma^T$, $\xi(t)$ — гауссовский белый шум, x_0 — начальное состояние. Для ограничения сектора курса задаётся пороговое значение курса $\theta \in x_{thr}$, которое судно не должно превышать, находясь в текущем состоянии x_c.

В уравнение объекта (1) вводится малый параметр ε

$$\dot{x} = Ax + \varepsilon\sigma\xi(t),\ x(0) = x_0,$$

и решается задача минимизации для случая бесконечного слева времени и выхода из аттрактора

$$x^* = \arg \min_{x(-\infty)=0, x(0)=x_\Pi} V(\infty, O, x_\Pi).$$

где $V(t,x,y) = \min_{\varphi_0=x,\varphi_t=y} S_t(\varphi)$ – квазипотенциал из состояния x в состояние y в течении времени t, функционал действия $S_T = \int_0^T \left(\dot{x} - f(x,t)\right)^T \sigma\sigma^T \left(\dot{x} - f(x,t)\right) dt$.

Это позволяет получить наиболее вероятную траекторию (инстантон) x^* движения АНПА в случае отклонения его курса под действием внешних возмущений. Само прогнозирование возможного выхода за порог сектора производится путём сопоставления его текущего состояния с наиболее вероятными траекториями.

Поскольку пересечение может происходить вдоль разных пороговых значений, в том числе и дальних, принадлежащих множеству инстантонов X^*, то минимизация проводиться как вдоль времени, так и соответствующих инстантонов

$$T_{thr} = T - \operatorname{argmin}_{x^* \subset X^*} \operatorname*{argmin}_{t\in[0,T]} \|x_c - x^*(t)\|. \qquad (2)$$

Для демонстрации результатов работы алгоритма оценки времени используется математическая модель горизонтального движения АНПА MiddleAUV. Были вычислены инстантоны к разным порогам, включая основной порог в 5^o и соответствующие оценки квазипотенциалов в каждый отсчёт времени. Движение к порогам происходит с похожей скоростью изменения курсового угла. Для проверки алгоритма прогнозирования времени была проведена симуляция движения АНПА к порогу $x_{thr} = 5^o$ и отобрано 500 траекторий, пересекающих его за 15 секунд.

Результаты прогноза показаны на рис. 1 — оценки времени и соответствующие состояния на траекториях. Если сравнивать прогнозируемое время, то за 2 секунды до пересечения порога, в худшем случае, траектория была на уровне примерно 3,86 градуса отклонения, за 1 секунду до этого — на уровне 4,6 градуса отклонения. Соответствующие оценки времени составляют 3,28 с и 1,68 с. Первая оценка все еще кажется вполне нормальной, но вторая оценка довольно велика по сравнению с истинным временем. Это один из плохих случаев. Близость к порогу не определяет однозначно и линейно время, через которое этот порог будет пересечён, что подтверждается симулированием: аппарат может сколь угодно долго колебаться возле предельных курсов и так и не пересечь их.

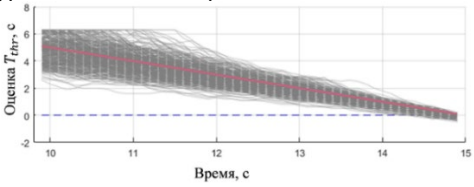


Рис. 1

3. Заключение

Разработан алгоритм прогноза времени, в течении которого курс АНПА будет находиться в заданном секторе. Показаны результаты статистического моделирования, подтверждающие работоспособность алгоритма.

4. Список литературы

[1] Dubovik, S. A. Situational Control in Stochastic Systems / S. A. Dubovik, A. A. Kabanov, I. U. Lipko // 2019 III Int. Conf. on Control in Technical Systems (CTS), St. Petersburg, Russia. — 2019. — P. 64—68.

PREDICTION OF THE TIME HOLDING IN A GIVEN SECTOR ON EXAMPLE OF MIDDLEAUV

Lipko I. U.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — An algorithm for predicting the time based on the use of the most probable trajectories of the underwater vehicle and estimates of quasi-potentials has been developed. The results of the forecast are presented in comparison with the true values.

РАЗВИТИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ: ПОДДЕРЖКА АРХИТЕКТУР ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОРОВ

Красильниченко И. Д., Старчан А. Д., Мурзин Д. Г.
Научный руководитель: канд. техн. наук Мурзин Д. Г.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: igor.krasilnichenko2@mail.ru

Аннотация — В данной статье исследуется развитие отечественной операционной системы с фокусом на поддержку архитектур отечественных процессоров. Рассмотрены особенности отечественных процессорных архитектур, включая Эльбрус и КОМДИВ-64, и их роль в развитии российской операционной системы.

1. Введение

Операционные системы играют ключевую роль в эффективной работе современных компьютерных систем. Российская операционная система [1] имеет потенциал для развития и конкуренции на мировом рынке. В данной статье исследуется важный аспект этого развития — поддержка отечественных процессорных архитектур, таких как Эльбрус и КОМДИВ-64.

2. Основная часть

Эльбрус и КОМДИВ-64 являются разработанными в России процессорами, каждый со своими уникальными особенностями. Эльбрус, основанный на архитектуре RISC-V, отличается высокой энергоэффективностью и поддержкой параллелизма. Этот процессор предназначен для широкого круга применений. С другой стороны, КОМДИВ-64 предназначен в основном для промышленных и высокопроизводительных вычислительных приложений. Микропроцессоры данной серии реализуют набор команд архитектуры MIPS IV (ISA). Рис. 1 иллюстрирует внешний вид обоих процессоров: слева представлен процессор Эльбрус, а справа — КОМДИВ-64.



Рис. 1

Одной из ключевых ролей отечественных процессорных архитектур в развитии российской операционной системы [2] является улучшенная совместимость. Поддержка отечественных архитектур позволяет операционной системе эффективно использовать возможности и оптимизировать работу с данными процессорами. Благодаря этому достигается более высокая производительность и стабильность работы системы. Кроме того, использование отечественных архитектур снижает зависимость от импортных решений, что способствует развитию внутреннего потенциала и независимости российской операционной системы.

Отечественные процессорные архитектуры находят широкое применение в различных областях. Например, в суперкомпьютерных системах они демонстрируют высокую производительность и масштабируемость, что делает их предпочтительным выбором для выполнения тяжелых вычислительных задач. Кроме того, отечественные архитектуры находят применение во встроенных системах. В данном случае они предоставляют энергоэффективность и надежность, что особенно важно для устройств с ограниченными ресурсами. Таким образом, отечественные процессорные архитектуры являются неотъемлемой частью развития российской операционной системы и находят применение в различных областях информационных технологий.

3. Заключение

Поддержка отечественных процессорных архитектур является важным шагом в развитии отечественной операционной системы. Она улучшает совместимость, снижает зависимость от импорта и способствует развитию внутреннего потенциала. Применение отечественных архитектур в суперкомпьютерных системах и встроенных устройствах продемонстрировало их потенциал.

4. Список литературы

[1] Дмитриев, А. Отечественные микропроцессоры: разработка, создание экосистемы / А. Дмитриев, В. Петров. — Издат. дом ВШЭ, 2018. — 230 с.
[2] Ситников, А. Развитие отечественного процессорного производства в цифровой экономике / А. Ситников. — 2020. — 186 с.

DEVELOPMENT OF A DOMESTIC OPERATING SYSTEM: SUPPORT OF DOMESTIC PROCESSOR ARCHITECTURES

Krasilnichenko I. D., Starchan A. D., Murzin D. G.
Scientific adviser: Murzin D. G.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the development of a domestic operating system with a focus on supporting domestic processor architectures is considered. The features of domestic processor architectures, including Elbrus and KOMDIV-64, and its role in the development of the Russian operating system are considered.

РАЗРАБОТКА ПРОТОКОЛА ПЕРЕДАЧИ НАВИГАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ ВНУТРИ ГИДРОАКУСТИЧЕСКОЙ СРЕДЫ

Крамарь О. А., Альчаков В. В., Абкеримов Т. В., Димин М. Э.
Научные руководители: Крамарь О. А., канд. техн. наук Альчаков В. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: tvabkerimov@mail.sevsu.ru

Аннотация — Рассмотрены два алгоритма передачи навигационной информации в подводной среде посредством гидроакустической связи. Приведено описание протоколов внутри эмулятора гидроакустической сети.

1. Введение

В современном мире актуальность и значимость подводной навигации автономных необитаемых подводных аппаратов все больше возрастает. Однако, передача информации в подводной среде сталкивается с рядом технических трудностей: радио и оптическая связь не работают на дальние расстояния, а гидроакустическая, являющейся стандартом передачи данных, сталкивается с особенностями распространения сигнала в водной среде — есть проблемы многолучевого распространения сигнала, интерференции и шума [1]. Для решения таковых проблем вводят протоколы канального и сетевого уровня.

2. Основная часть

В подводной среде беспроводные узлы являются равными (по аналогии с электромагнитными наземными сетями) — сеть называется самоорганизующейся (англ. Ad-hoc). На данный момент, устройства, которые используются в данных сетях, не имеют единый стек протоколов, и не способны справляться с одновременной передачей информации от нескольких устройств и регистрировать ошибки. Протоколы канального уровня необходимы для разграничения доступа к среде [2].

Тестирование алгоритмов проводится на эмуляторе подводной гидроакустической сети (программный каркас *EviNS*). Протокол физической среды — модификация навигационных *AT*-команд.

Для осуществления передачи на канальном уровне было реализовано несколько алгоритмов: *CSMA/CA* и *DACAP*. Каждый узел использует конечный автомат, определяющий состояние по таблице формата, представленного в таблице 1.

Таблица 1

Состояния\сигнал	Сигнал1 (internal)	Сигнал…	Сигнал(m) (*rcv_cts*)
Состояние1 (IDLE)	обработчик 1 x 1	…	обработчик 1 x m
…	…	…	…
Состояние(n) (Recv/Transmit)	обработчик n x 1	…	обработчик n x m

Протокол *CSMA/CA* (рис. 1) — узел, перед тем как начать передачу данных, "слушает" среду на предмет наличия других сигналов. В случае если другие узлы осуществляют передачу, узел откладывает свою на случайный промежуток времени [3].

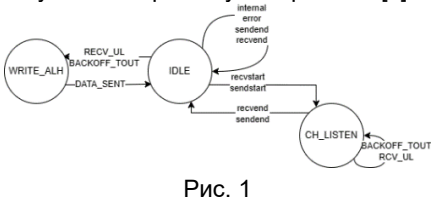


Рис. 1

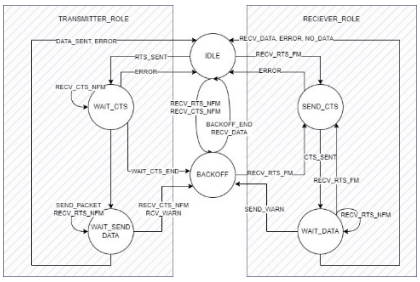


Рис. 2

Протокол *DACAP* (рис. 2) [4] — алгоритм строится на времени передачи пакета между передающим и принимающим узлом, величина приоритета строится на дальности между ними, а *RTS/CTS* рукопожатия необходимы для разграничения передачи между близко находящимися узлами. Если узел, не участвует в передаче, он переходит в состояние «отката» (англ. *backoff*), из которого выходит по окончанию некоторого промежутка времени ожидания или конца передачи других узлов.

$$T_{пер} = \begin{cases} t_{м ин} - 2U/c, & U/c < \frac{t_{м ин} - м ин(\Delta D/c, t_{данных}, 2T - t_{м ин})}{2} \\ 2(U + \Delta D)/c - t_{м ин}, & U/c > \frac{t_{м ин} - м ин(\Delta D/c, t_{данных}, 2T - t_{м ин})}{2} \end{cases}$$

В сравнении, протокол *CSMA* показывает лучшие показатели по скорости в чистой воде, однако худшие относительно *DACAP* показатели гарантированной доставки в условиях внешнего зашумления [3].

3. Заключение

В результате рассмотрены и реализованы протоколы *CSMA/CS* и *DACAP* для гидроакустической среды. В дальнейшем эти протоколы будут использоваться в составе стека с сетевыми протоколами для передачи данных между узлами опосредованно.

4. Список литературы

[1] Kabanov, A. Marine Internet of Things Platforms for Interoperability of Marine Robotic Agents: An Overview of Concepts and Architectures / A. Kabanov, V. Kramar // Journal of Marine Science and Engineering. — 2022. — No 9 (10). — P. 1279.

[2] Kebkal, K. G. Solutions for Underwater Communication and Positioning Network Development / K. G. Kebkal, A. I. Mashoshin, N. V. Morozs // Gyroscopy and Navigation. — 2019. — No 3. — P. 161—179.

[3] Petrioli, C. comparative performance evaluation of MAC protocols for underwater sensor networks Quebec City / C. Petrioli, R. Petroccia, M. A. Stojanovic // QC: IEEE. — 2008. — P. 1—10.

[4] Peleato, B. Distance aware collision avoidance protocol for ad-hoc underwater acoustic sensor networks / B. Peleato, M. Stojanovic // IEEE Communications Letters. — 2007. — No 12. — P. 1025—1027.

NAVIGATIONAL INFORMATION TRANSMISSION PROTOCOL DEVELOPMENT FOR UNDERWATER VEHICLES WITHIN A HYDROACOUSTIC ENVIRONMENT

Kramar O. A., Alchakov V. V., Abkerimov T. V., Dimin M. E.
Scientific advisers: Kramar O. A., Alchakov V. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Two algorithms for transmitting navigational information in the underwater environment through hydroacoustic communication are considered. A description of the protocols inside the hydroacoustic network emulator is provided.

ПРОТОКОЛЫ УПРАВЛЕНИЕ ДОСТУПОМ К ГИДРОАКУСТИЧЕСКОЙ СРЕДЕ

Крамарь В. А., Якунин Р. Д.
Научный руководитель: д-р техн. наук., проф. Крамарь В. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: goodroma1404@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены методы передачи данных в подводной среде, используя различные протоколы передачи данных в симуляторы гидроакустической среды. Основное внимание уделяется исследованию влияния разных протоколов на стабильность пакета передаваемых данных, к устойчивости разных возникающих факторов в водной среде.

1. Введение

Рост количества устройств, используемых в подводной деятельности, побудил к интенсивным исследованиям в области подводных беспроводных сетей для соединения всех этих устройств. Основными видами передачи данных под водой является гидроакустическая и оптическая связь. Гидроакустические волны могут распространяться на значительные расстояния — в зависимости от частоты, на десятки или даже сотни километров. Поэтому рассмотрим передачу данных на основе гидроакустических модемах.

2. Основная часть

Подводный симулятор UWSim визуализирует виртуальный подводный сценарий, который можно настроить с помощью стандартного программного обеспечения для моделирования. Управляемые подводные аппараты, надводные суда и роботы-манипуляторы, а также моделируемые датчики могут быть добавлены в сцену и доступны извне через сетевые интерфейсы. Это позволяет легко интегрировать инструмент визуализации с существующими архитектурами управления.

UWSim был модернизирован для моделирования поведения подводной беспроводной связи для сети роботов и называется UWSim-NET.

Сценарий моделирования представлял собой область размером 7 на 7 км, продемонстрированный на рис. 1, автономный необитаемый подводный аппарат (АНПА) будут отдаляться от места погружения.



Рис. 1

Это делается для сравнения производительностей протоколов S-FAMA, CS-ALOHA и DACAP, АНПА передают пакеты данных всякий раз, когда отдаляется от места погружения, поэтому не тратят время на установление связи.

Рис. 2 иллюстрирует результаты. DACAP и S-FAMA тратят около 2 % энергии на столкновения, но DACAP обеспечивает гораздо более высокую пропускную способность. CS-ALOHA обеспечивает более высокую пропускную способность при низких нагрузках, но тратит слишком много энергии на пропускную способность канала — 20 % при предлагаемой нагрузке 0,5 и 50 % при предлагаемой нагрузке 1. Кроме того, его пропускная способность снижается при увеличении нагрузки, чего нельзя сказать ни о DACAP, ни о S-FAMA. В случае пика нагрузки DACAP отдает приоритет передачам между близкими узлами, быстрее сбрасывая избыточную нагрузку, чтобы вернуться в область нормальной работы (предлагаемая нагрузка от 0 до 1).

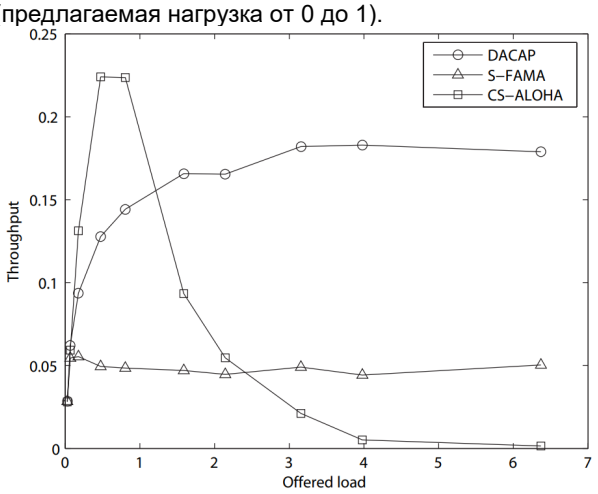


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, можно сделать вывод, что протоколы передачи данных можно использовать в разных ситуациях, когда нужно быстро и с максимальным шансом доставки данных, или наоборот, когда нужно экономить энергию и неважно как много раз придаться отправить данные.

4. Список литературы

[1] Вершинин, А. С. Экспериментальная оценка скорости передачи данных макета гидроакустического модема / А. С. Вершинин // Труды СПИИРАН. — 2016. — С. 40—48.

[2] Luo, H. Software-Defined Architectures and Technologies for Underwater Wireless SensorNetworks: A Survey / H. Luo // IEEE Commun. Surv Tutorials, Sept. 26—29, 2018. — 2018. — P. 2855—2888.

PROTOCOLS FOR MANAGING ACCESS TO THE HYDROACOUSTIC ENVIRONMENT

Kramar V. A., Yakunin R. D.
Scientific adviser: Kramar V. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Methods of data transmission in the underwater environment are considered, using various protocols for transmitting data to simulators of the hydroacoustic environment. The main attention is paid to the study of the influence of different protocols on the stability of the transmitted data packet, to the stability of various emerging factors in the aquatic environment.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ НАВЕДЕНИЯ АВТОНОМНЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ В ПРИСУТСТВИИ ПОДВОДНЫХ ТЕЧЕНИЙ

Жиляков П. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: yany_@mail.ru

Аннотация — Разработан подход к анализу устойчивости системы наведения автономных подводных аппаратов на заданный объект в горизонтальной плоскости при действии неконтролируемого постоянного течения.

1. Введение

Проблемы, связанные с решением задачи наведения на заданный объект автономных подводных аппаратов (АПА), обусловлены тем, что АПА представляют собой сложные объекты с точки зрения разработки систем управления из-за их нелинейной кинематики, динамики и непредсказуемости окружающей среды [1].

2. Основная часть

В данной работе рассматривается задача наведения АПА в горизонтальной плоскости при действии постоянного течения. Управление формируется по изображениям, поступающих с видеокамеры (до 30м при подсветке объекта) или гидроакустического датчика, измеряя угол визирования, характеризующий положение объекта (например, его центроида).

Управляющее воздействие системой ищется, используя метод погони [2].

$$\tau_\psi = k_\psi\left(\psi - \psi_t\right) = k_\psi\left[\psi - arctg\left(\frac{y_f - y}{x_f - x}\right)\right],$$

где углы ψ, ψ_t показаны в [3], k_ψ — параметр.

Для обеспечения желаемой продольной скорости, используется пропорционально-интегральный регулятор. Уравнения кинематики преобразуются с помощью замены координат [3]. В образованной замкнутой системе уравнений, правая часть уравнения имеет сингулярную точку — обращается в бесконечность в момент окончания наведения АПА. Это обстоятельство существенно осложняет ее исследование с использованием известных по литературе методов.

Наш подход [3] основывается на методах теории устойчивости, позволяющих обеспечить желаемое поведение АПА. Специфика, рассматриваемой задачи анализа устойчивости определяется её терминальным характером — правые части замкнутой управляемой системы имеют сингулярную точку в момент окончания процесса наведения. Это обстоятельство существенно затрудняет решение задачи, не позволяя использовать известные методы. В случае линейных терминальных систем с сингулярной точкой определения устойчивости и получение условий с помощью преобразования Лапласа их обеспечивающих были предложены в [4]. Мы обобщаем эти определения на случай нелинейных моделей, разрабатываем подход к анализу их устойчивости, основанный на методе функций Ляпунова, и предлагаем критерии устойчивости. Поученные результаты иллюстрируются компьютерным моделированием.

Для иллюстрации предложенного подхода, в статье [3], использовалась модель АПА торпедообразного типа.

Прежде всего, мы показываем, что выбор навигационного параметра k_ψ может приводить как к устойчивости, так и неустойчивости замкнутой системы.

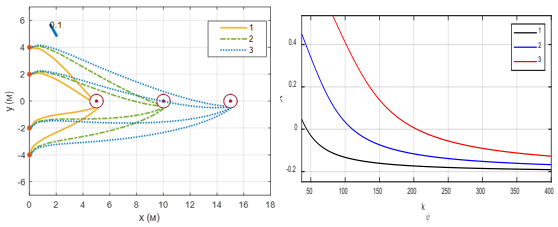


Рис. 1

На рис. 1 показаны траектория движения АПА (для различных начальных условий и начальных дальностей 5 м, 10 м, 15 м) и зависимости минимального значения λ действительных частей собственных чисел матрицы $\tilde{A}$ от навигационного параметра k_ψ (для трех продольных скоростей: 1—0,5, 2—1,0, 3—1,5 м/с). График зависимости λ от k_ψ позволяет выбрать его значение из условия устойчивости. Видно, что при увеличении величины желаемой продольной скорости необходимо одновременно увеличивать навигационный параметр k_ψ.

3. Заключение

Предложенный в работе подход, основанный на методах теории устойчивости терминальных систем, может быть использован при разработке систем управления сближения АПА с заданным объектом.

4. Список литературы

[1] Fossen, T. Handbook of marine craft hydrodynamics and motion control / T. Fossen. — John Wiley & Sons, 2011. — p. 575.

[2] 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.

[3] Скороход, Б. А. Устойчивость системы наведения автономных подводных аппаратов в присутствии подводных течений / Б. А. Скороход, П. В. Жиляков // Морские интеллектуальные технологии. — 2023. — № 3. — Ч. 1. — С. 70—78.

[4] Барабанов, А. Т. Теория линейных нестационарных систем с особой точкой / А. Т. Барабанов // Устойчивость систем: Автомат. и телемех. — 1969. — № 6. — С. 5—16.

INVESTIGATION OF THE STABILITY OF THE GUIDANCE SYSTEM OF AUTONOMOUS UNDERWATER VEHICLES IN THE PRESENCE OF UNDERWATER CURRENTS

Zhilyakov P. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — An approach has been developed to analyze the stability of the guidance system of autonomous underwater vehicles on a given object in a horizontal plane under the action of an uncontrolled constant current.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ ПО ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЯМ

Ляшко А. Д.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: Lyasko.sasha@mail.ru

Аннотация — Разработан алгоритм динамического позиционирования подводного аппарата Middle AUV над заданным объектом.

1. Введение

Актуальность темы данной работы заключается в том, что в настоящее время ведутся интенсивные исследования в области разработки автономных подводных аппаратов (ПА). Задача разработки системы управления для их динамического позиционирования над заданным объектом является одним из важных направлений. Использование подобных систем позволяет выполнять такие операции как замена деталей подводного оборудования, наблюдение за трубопроводами, обеспечение водолазных и спасательных работ, осмотр кабелей, глубоководных исследований и так далее.

2. Основная часть

Визуальное сервоуправление (Visual Servoing) включает методы, использующие информацию, извлекаемую в реальном времени о заданном объекте с помощью видеокамеры для управления [1]. Преимущество визуального сервоуправления состоит в возможности использования недорогих видеокамер. Кроме того, видеокамеры имеют более высокое разрешение и частоту обновления по сравнению, например, с акустической системой позиционирования.

Идея данного метода заключается в минимизации ошибки между координатами проекции характерной точки объекта, найденной на изображении, и координатами желаемого положения этой точки на плоскости изображения. Метод визуального сервоуправления предполагает использование матрицы взаимосвязи скоростей перемещения подводного аппарата в пространстве и скоростей движения характерных точек в координатах изображения.

Используемый для проверки работы предлагаемого алгоритма ПА MiddleAUV (рис. 1) имеет два двигателя для перемещения вперёд/назад и на подъём/погружение, аккумулятор и навигационно-пилотажный датчик. Также на борту ПА имеются вперёд смотрящая и донная видеокамеры, разрешения изображений которых составляют 640×480 пикселей. Система управления ПА позволяет подавать значение скорости на каждый движитель по отдельности.



Рис. 1

Предполагается, что ПА, перемещается в горизонтальной плоскости и управление осуществляется с помощью продольной линейной скорости и угловой скорости рыскания. ПА должен на дне обнаружить заданный объект (пластину), определить на изображении принадлежащую объекту целевую точку (центр пластины) и расположить ПА в пространстве над объектом таким образом, чтобы целевая точка была расположена в центре изображения, получаемого донной видеокамерой при условии воздействия сил течения на ПА. Результаты эксперимента в режиме динамического позиционирования ПА показаны на рис. 2. Видно, что объект остается в пределах видимости камеры.



Рис. 2

3. Заключение

Предложенные законы управления тестировались с использованием компьютерного моделирования, экспериментов в море с ПА MiddleAUV. Эксперименты проводились: при течении и без. Время моделирования было заданно 40 секунд. Видно, что система управления приводит ПА в окрестность.

4. Список литературы

[1] Chaumette, F. Visual servo control / F. Chaumette, S. Hutchinson // II Advanced approaches, IEEE Robot. Automat. Mag., 2007. — P. 109—118.

DEVELOPMENT AND STUDY OF ALGORITHMS FOR DYNAMIC POSITIONING OF UNDERWATER VEHICLES BASED ON VIDEO IMAGES

Liashko A. D.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — An algorithm for dynamic positioning of the Middle AUV over a given object has been developed.

РЕЛАКСАЦИОННЫЕ И СМЕШАННЫЕ КОЛЕБАНИЯ В МОДЕЛЯХ КИБЕРФИЗИКИ

Дубовик С. А., Липко И. Ю.
Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Дубовик С. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: ivanlipko@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрены нелинейные системы со смешанными колебаниями. Предложена методика расчета, основанная на принципе больших уклонений.

1. Введение

Теория нелинейных колебаний берет начало в работах нижегородской школы математиков и физиков под руководством А. А. Андронова еще в 30-х годах прошлого столетия. В хорошо известной книге по теории колебаний А. А. Андронова, А. А. Витта и С. Э. Хайкина была вскрыта роль малых параметров в указанной теории и заложены основы методики расчётов генераторов, мультивибраторов и других устройств нелинейной радиофизики. В течение всей второй половины 20-го века эта часть теории управления достаточно интенсивно развивалась. И все-таки сегодня мы наблюдаем нечто новое: практически одни и те же модели теории нелинейных колебаний становятся ключевыми и в прогнозировании атмосферно-океанических процессов, и в анализе сетей биоподобных нейронов (нейроморфных систем), и в процессах социального развития и во многом другом, что можно охватить принятым словом «киберфизика». Цель настоящей работы в том, чтобы показать, как устроены такие модели и предложить метод грубого прогноза.

2. Основная часть

Для изложения принципиальных моментов в интересующих нас моделях киберфизики обратимся к работе [1] и к представленному там хорошо известному уравнению Ван-дер-Поля. Для компонент вектора состояния $X = (x, y)^T$ система имеет вид

$$\varepsilon \frac{dx}{dt} = y - \frac{1}{3}x^3 + x, \quad \frac{dy}{dt} = -x, \qquad (1)$$

где $\varepsilon \geq 0$ - малый параметр. Система (1) является сингулярно возмущенной; для нее при $\varepsilon = 0$ получаем вырожденную систему

$$y - \frac{1}{3}x^3 + x = 0, \quad \frac{dy}{dt} = -x,$$

траектории всех решений которой лежат на кубической параболе $L = L_1 \cup L_0 \cup L_2$, представленной на рис. 1 пунктиром. Траектории возмущенной системы (1) изображены сплошными линиями и, выходя из начальных точек, они при возрастании t (указано стрелками) приближаются (медленно) к устойчивым отрезкам $L_1 = (-\infty, S_1]$ и $L_2 = (\infty, S_2]$, но не к $L_0 = (S_1, S_2)$: из точек S_1 и S_2 фазовая точка быстро перескакивает в зоны притяжения устойчивых многообразий (соответственно) L_2и L_1. Вдоль полученного таким образом замкнутого контура реализуется далее чередование медленных и быстрых отрезков движения (релаксаций), не попадая во внутреннюю окрестность нулевой неподвижной точки. Усложнение моделей, о котором шла речь во введении, как раз приводит к тому, что фазовая точка попадает и внутрь контура, задерживаясь там на случайные промежутки времени (малые колебания, пропорциональныеε, содержащие также и аддитивный малый шум), после чего опять возвращаясь к большим колебаниям $O(1)$ [2].

В настоящей работе предлагается метод прогнозирования для таких моделей смешанных колебаний (mixed-mode oscillations), состоящий из двух этапов:

— анализ больших уклонений малых колебаний на основе линеаризованного уравнения [3];

— прогноз больших колебаний на основе детерминированной нелинейной модели.

Реализация такой прогнозирующей системы позволяет сделать на первом этапе, по сути, систему мониторинга, а на втором этапе предиктивную систему, позволяющую предугадать будущее поведение системы.

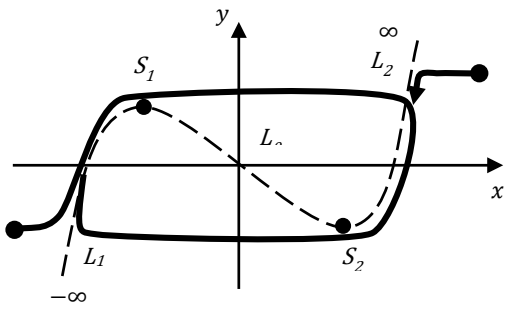


Рис. 1

3. Заключение

Предложен простой метод прогноза описываемой модели смешанных колебаний на основе сочетания принципа больших уклонений для стохастической линеаризованной модели и детерминированного прогноза больших отклонений малых колебаний.

4. Список литературы

[1] Мищенко, Е. Ф. Дифференциальные уравнения с малым параметром при старшей производной и релаксационные колебания / Е. Ф. Мищенко, Н. Х. Розов. — М. : Наука, 1975. — 248 с.

[2] Mixed-mode oscillations of El Nino–southern oscillation / A. Roberts [el al] // Journal of the Atmospheric Sciences. 2016. — Vol 73, No 4. — P. 1755—1766.

RELAXATION AND MIXED-MODE OSCILLATIONS IN CYBERPHYSICS MODELS

Dubovik S. A., Lipko I. U.
Scientific adviser: Dubovik S. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Nonlinear systems with mixed oscillations are considered. A calculation method based on the principle of large deviations is proposed.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Осадченко А. Е., Полевик Д. Д.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Осадченко А. Е.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: polevikdan@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены подходы к реконструкции объектов с помощью фотограмметрии и нейронных сетей. Исследована работа нейросетей с различными архитектурами.

1. Введение

Сбору и анализу данных, а в последствии реконструкции изображений, уделяется всё больше внимания исследователями и практиками. Полученные трехмерные данные существующей инфраструктуры используются для определения геометрических свойств целых объектов и их составных компонентов. Также реконструкция изображений широко применяется в таких отраслях, как медицина и археология [1, 2].

Преобразование 3D данных из формата облака точек, полученных от объекта, в трехмерные структурированные или объектные представления в формат CAD для более наглядной иллюстрации. Полученные таким методом объекты и модели могут быть использованы для дальнейшего принятия решений, таких как ремонт или замена поражённого участка [3, 4].

Существует несколько классических подходов к реконструкции 3D объектов из изображения, к ним относятся фотограмметрия и гибридный подход. Для получения 3D модели предлагается использовать интеллектуальный подход.

2. Основная часть

Исследуется подход реконструкция объектов только с помощью фотограмметрии, используется стереопара с фиксированной стереобазой. Ключевое отличие от гибридного подхода реконструкции объектов в этом случае заключается в том, что не используются сторонние методы и устройства для получения точного расстояния до объекта, такие как датчики расстояния или лидар. После получения облака точек со стереопары используется нейросетевой алгоритм, который создаёт полигональную сетку для реконструкции объекта.

Для реализации обнаружения объекта используется модель сверточной нейронной сети VGG16. Архитектура нейронной сети представлена на рис. 1. Основное преимущество использования нейронной сети VGG16 заключается в высокой точности работы. В результате работы программы средняя точность обнаружения достигает 93 %. Главным недостатком работы является вес нейронной сети из-за большого количества сверточных слоёв.

Для дальнейшего применения интеллектуального подхода к идентификации подводных объектов необходимо получить облако точек из найденных фрагментов изображения.



Рис. 1

3. Заключение

Реализация обнаружения искомого объекта с использованием сверочной нейронной сети VGG16 достигает приемлемых значений, однако скорость обучения и вес нейронной сети велики. Из-за присутствия данных недостатков развёртывание алгоритма на одноплатных компьютерах является затруднительным.

4. Список литературы

[1] Rabbani, T. Efficient hough transform for automatic detection of cylinders in point clouds / T. Rabbani, F. Van Den Heuvel. // Isprs Wg Iii/3, Iii/4. — 2005. — Vol 3. — P. 60—65.

[2] Schnabel, R. Efficient RANSAC for point-cloud shape detection / R. Schnabel, R. Wahl, R. Klein // Computer graphics forum. — Blackwell Publishing Ltd, 2007. — Vol 26. — № 2. — P. 214—226.

[3] Skeleton-based 3D reconstruction of as-built pipelines from laser-scan data / J. Lee [et al] // Automation in construction. — 2013. — Vol 35. — P. 199—207.

[4] Ahmed, M. F. Automatic detection of cylindrical ob-jects in built facilities / M. F. Ahmed, C. T. Haas, R. Haas // Journal of Computing in Civil Engineering. — 2014. — Vol 28, No 3. — P. 04014009.

AN INTELLIGENT APPROACH TO THE IDENTIFICATION OF UNDERWATER OBJECTS

Osadchenko A. E., Polevik D. D.
Scientific adviser: Osadchenko A. E.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Approaches to the reconstruction of objects using photogrammetry and neural networks are considered. The work of neural networks with different architectures is investigated.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ СЕНСОРА ДАННЫХ В ПРОГРАММНЫЙ КАРКАС EviNS

Крамарь О. А., Димин М. Э., Абкеримов Т. В.
Научный руководитель: Крамарь О. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: dimin.maksim@yandex.ru

Аннотация — Реализовано программное решение, представляющее собой конечный автомат, реализующий эффективный процесс обмена данными, взятыми из датчиков на борту подводного аппарата. Кроме того, проведены исследования помехоустойчивости при передаче по оптическому каналу связи. Приведены результаты исследования.

1. Введение

В рамках реализации подводного сегмента концепции Морского интернета вещей [1] используются устройства, оснащённые различными датчиками, а также гидроакустическими и оптическими средствами связи для организации процесса обмена данными под водой. Для повышения эффективности этого процесса используются алгоритмы, позволяющие считать данные из датчиков и передать их с минимумом потерь. Реализация данных алгоритмов происходит с использованием программного каркаса EviNS (Evologics intelligent Networking Software).

2. Основная часть

Организация подводной связи с использованием гидроакустических модемов на базе программного каркаса EviNS состоит в определении структуры конечного автомата, способного собрать данные из датчика или памяти устройства и передать его по оптическому или гидроакустическому каналам [2]. Такой подход обусловлен тем, что сам каркас написан согласно парадигме событийного программирования, в котором в рамках выбранных задач описываются ключевые состояния, переходы между которыми осуществляются в зависимости от входящих сигналов. Пример автомата представлен на рис. 1.

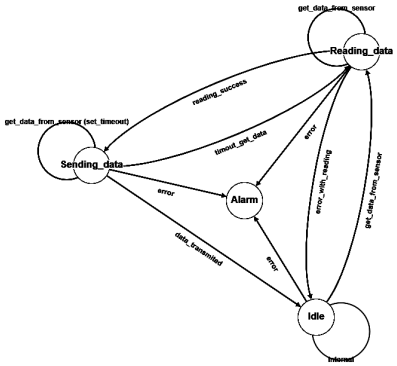


Рис. 1

EviNS предполагает возможность встраивания и выбор протоколов MAC уровня (например, Dacap, Tone-Lohi и т.п.) и сетевого уровня (Flooding, ICRP) доступа к среде для передачи данных по гидроакустическому каналу посредством AT-команд. Это позволяет обрабатывать коллизии при обмене данными между несколькими устройствами, увеличить дальность передачи, а также снизить потери.

В зависимости гидрологических характеристик и преследуемых задач, для передачи может быть выбран оптический канал. Например, при необходимости передачи большого объёма информации (фото, видео). В этом случае, используется расширение световой последовательности ортогональными кодами, что позволяет нивелировать потери от факторов, негативно сказывающихся на целостности доставки (засветов, взвешенных частиц в воде и т.п.). Результаты моделирования данного алгоритма представлены на рис. 2.

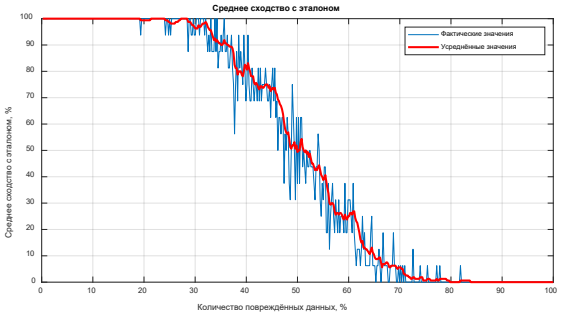


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, интеграции модуля сенсора данных в программный каркас EviNS позволяет обеспечить возможность сбора и обмена данными, полученными из модуля сенсора по оптическому и гидроакустическому каналам связи. А согласно результатам проведённого моделирования, при произвольных повреждениях пакетов данных до 30—40 %, возможно передать данные без потерь.

4. Список литературы

[1] Kabanov, A. Marine Internet of Things Platforms for Interoperability of Marine Robotic Agents: An Overview of Concepts and Architectures / A. Kabanov, V. Kramar // Journal of Marine Science and Engineering. — 2022. — 1279 p.
[2] Кебкал, К. Г. Цифровые гидроакустические сети в задачах подводной телеметрии и навигации / К. Г. Кебкал, В. К. Кебкал // Междунар. конф. «Судостроение и океанотехника» (NAOE). — 2016. С. 1—6.

DEVELOPMENT OF A SOFTWARE MODULE FOR INTEGRATION OF A DATA SENSOR INTO A SOFTWARE FRAMEWORK

Kramar O. A., Dimin M. E., Abkerimov T. V.
Scientific adviser: Kramar O. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A software solution representing a finite automaton that realizes an efficient process of exchanging data taken from sensors on board an underwater vehicle has been implemented. In addition, noise immunity studies have been carried out for transmission via optical communication channel. The results of the study are given.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫМ НЕОБИТАЕМЫМ ПОДВОДНЫМ АППАРАТОМ «КАТРАН»

Альчаков В. В., Антонюк С. С., Параев К. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук Альчаков В. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: ant0iuk@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрен процесс разработки и тестирования программного обеспечения телеуправляемого необитаемого подводного аппарата «КАТРАН». Проанализированы методы связи подводного аппарата с наземной станцией управления. Приведены результаты использования программного обеспечения при выполнении различных миссий.

1. Введение

Телеуправляемые необитаемые подводные аппараты (ТНПА) представляют собой устройства, предназначенные для проведения осмотровых работ, перемещения в заданную точку морской среды и выполнения различных миссий, в т.ч. для задач мониторинга состояния среды. Для эффективного функционирования аппарата требуется разработка программного обеспечения (ПО), осуществляющего управление и контроль функционирования ТНПА. В состав ПО входят:

— прошивка микроконтроллера (МК) аппарата;

— программа управления верхнего уровня.

Разработка данных программных подсистем и являлась основной целью данной работы.

2. Основная часть

Для разработки ПО ТНПА «КАТРАН» были использованы языки программирования C++ (прошивка МК) и Python (ПО управления верхнего уровня). Для разработки графического интерфейса пользователя (GUI) использовался фреймворк PyQt6 [1], позволяющий создавать удобные и эффективные с точки зрения быстродействия и представления информации интерфейсы. Логика программы (backend) разработана с использованием языка C++ и библиотеки классов Qt. Также, были использованы сторонние библиотеки от производителей периферийных устройств, для считывания информации с датчика давления и гироскопа, установленных на борту ТНПА [2]. Для внешнего управления использовалась библиотека Simple DirectMedia LayerSimple DirectMedia Layer (SDL2), с помощью которой осуществляется передача команд от управляющего джойстика, в качестве которого использовался геймпад Microsoft Xbox Controller. Приложение разработано с использованием клиент-серверной модели. Серверная часть функционирует на управляющем компьютере, клиентская – на бортовой системе ТНПА. Для передачи информационных кадров был выбран протокол UDP, который обеспечивает оптимальную по времени доставку пакетов. Было определено, что данные будут передаваться в формате 8 байт на 1 пакет: первые 6 байт кодируют состояние (скорости) движителей (двух вертикальных и четырёх горизонтальных). Оставшиеся два байта отвечают за управление манипулятором. В состав наземной станции управления входит роутер TP-LINK, где микроконтроллеру робота выделен статический IP для отправки управляющих пакетов. На рис. 1 представлена схема взаимодействия ТНПА с наземной станцией оператора. Подача питания (48 В) и передача управляющих пакетов и пакетов с телеметрией, осуществляется по специальному кабель-тросу в реальном масштабе времени.

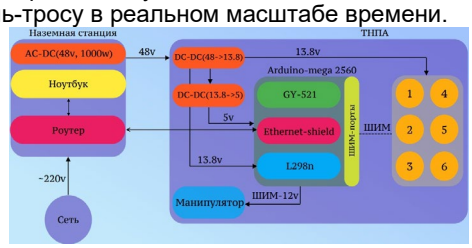


Рис. 1

В части аппаратной разработки проведена калибровка движителей аппарата для обеспечения максимального охвата области возможных значений управляющих сигналов. Экспериментальным путём установлен диапазон 67—91—115, где 67 — движение назад с максимальной скоростью, 91 — остановка, 115 — движение вперёд с максимальной скоростью.

Разработанное ПО прошло стадию тестирования в реальных условиях функционирования ТНПА в экспериментальном бассейне. В результате было принято решение об использовании программно-аппаратного комплекса ТНПА «КАТРАН» для участия в соревнованиях по морской робототехнике.

3. Заключение

Была разработана система управления ТНПА «КАТРАН» представленная набором программ нижнего и верхнего уровней. Обе программы показали свою работоспособность в ходе тестирования и были использованы на всероссийских соревнованиях по подводной робототехнике «Кубок России по ТПА — 2023» в г. Астрахани и на региональном этапе международных соревнованиях MATE ROV COMPETITION 2023, проходивших в г. Севастополь. Дальнейшая работа будет направлена на совершенствование алгоритмов управления для выполнения сложных маневров.

4. Список литературы

[1] Прохоренок, Н. А. Python 3 и PyQt 6. Разработка приложений / Н. А. Прохоренок. — СПб. : БХВ-Петербург, 2023. — 832 с.

[2] Соммер, У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino / У. Соммер. — СПб. : БХВ-Петербург, 2016. — 256 с.

DESIGN OF CONTROL SYSTEM FOR REMOTELY OPERATED UNDERWATER VEHICLE “KATRAN”

Alchakov V. V., Antoniuk S. S., Paraev K. A.
Scientific adviser: Alchakov V. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The process of software development and testing of the teleoperated unmanned underwater vehicle "KATRAN" is considered. The methods of communication between the submersible and the ground control station are analyzed. The results of using the software for various missions are given.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОДВОДНЫМ АППАРАТОМ С Y-КОМПОНОВКОЙ ДВИЖИТЕЛЕЙ

Кабанов А. А., Ермаков И. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Кабанов А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: ermakovigorrov@gmail.com

Аннотация — В статье рассмотрены вопросы разработки системы управления движением телеуправляемого необитаемого подводного аппарата с Y-компоновкой движителей.

1. Введение

Телеуправляемые необитаемые подводные аппараты (ТНПА) — вид робототехнических устройств, созданных для проведения подводных работ, управление которыми производится оператором посредством кабеля, связывающего подводный аппарат с пунктом управления. Чаще всего такие аппараты создаются с применением различных векторных компоновок движителей, основной идеей которых является расположение движителей под углом к основным осям аппарата, что позволяет осуществлять управление по большему числу степеней свободы путем комбинирования тяги с разных движителей.

2. Основная часть

Y-компоновка движителей заключается в расположении движителей на трёх осях, расположенных в одной плоскости под углом 120° друг к другу (рис. 1) [1]. Использование этой компоновки в горизонтальной и вертикальной плоскостях позволяет достичь управляемости аппарата по 6 степеням свободы при использовании 6 движителей.

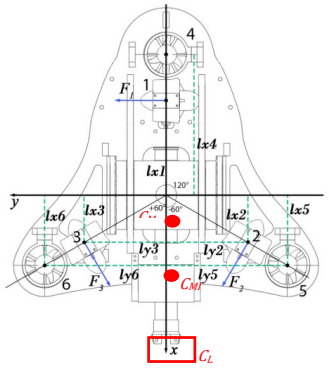


Рис. 1

Помимо управляемости по 6 степеням свободы, такая компоновка позволяет улучшить работу с грузами, поскольку закрепленная на манипуляторе нагрузка (C_L на рис. 1) перемещает общий центр масс из точки C_M в точку C_{ML}, что ведет к тому, что общий центр масс лежит близко к оси между вертикальными движителями 5 и 6. Это ведет к тому, что масса аппарата и нагрузки не вызывает проблем со стабилизацией, поскольку увеличивается рычаг сил движителя 4, за счет которого аппарат может удерживать горизонтальное положение и не вызывает проблем с вертикальным перемещением. Так как данное расположение движителей является вариантом векторной компоновки, то согласно [2] такая компоновка ведет к повышенной отказоустойчивости и повышает ресурс движителей.

Система управления ТНПА создана на языке Python для микрокомпьютера Raspberry Pi, являющегося главным контроллером разрабатываемого подводного аппарата. Связь управляющих сигналов по основным осям аппарата и сигналов, подаваемых на движители ТНПА описывается следующими выражениями:

$$M_1 = f_y\frac{\sqrt{3}}{2} + k_\alpha(f_\alpha + u_\alpha),$$
$$M_2 = f_x + f_y\frac{\sqrt{3}}{2} + k_\alpha(f_\alpha + u_\alpha),$$
$$M_3 = f_x - f_y\frac{\sqrt{3}}{2} - k_\alpha(f_\alpha + u_\alpha),$$
$$M_4 = f_z - u_\gamma + u_d,$$
$$M_5 = f_z + u_\beta + u_\gamma + u_d,$$
$$M_6 = f_z - u_\beta + u_\gamma + u_d,$$

где: M_i — управляющий сигнал, отправляемый на движитель; f_x, f_y, f_z — управляющие воздействия по осям *x*, *y* и *z*; u_α, u_β, u_γ — выходы ПИД-регуляторов по осям курса, крена и дифферента; k_α — коэффициент, уменьшающий скорость вращения по оси курса.

Данная модель предусматривает непосредственное управление горизонтальными перемещениями, движением по глубине и поворот ТНПА по курсу. Управление по крену и дифференту осуществляется за счёт ПИД-регуляторов, уставки которых передаются оператором на систему управления в виде конкретных значений. Также в системе управления применяют ПИД-регуляторы для стабилизации аппарата по глубине и курсу, для которых берутся текущие значения при активации этих регуляторов. Также уставки этих регуляторов обновляются каждый раз, когда оператор производит перемещение ТНПА по соответствующим осям.

Управляющий комплекс ПО разделен на 2 части: программа оператора и система управления. Вместе они объединены в клиент-серверную конфигурацию, в которой в качестве сервера выступает программа бортовой системы управления, принимающая управляющие значения с программы оператора, обрабатывающая их, осуществляющая управления компонентами и полезной нагрузкой аппарата и отправляющая данные телеметрии программе оператора.

3. Заключение

В ходе выполнения работы была разработана система управления ТНПА с Y-компоновкой движителей. Система управления основана на довольно простой, но достаточной для осуществления управления аппаратом по 6 степеням свободы кинематикой.

Работоспособность данной системы управления подтверждена экспериментами на реальном подводном аппарате, для которого и была разработана.

4. Список литературы

[1] Kabanov, A. Design and Modeling of an Experimental ROV with Six Degrees of Freedom / A. Kabanov, V. Kramar, I. Ermakov // Drones. — 2021. — Vol 5, No 4. — P. 113.
[2] Omerdic, E. Thruster fault diagnosis and accommodation for open-frame underwater vehicles / E. Omerdic, G. Roberts // Control Eng. Pract. — 2004. — P.1575—1598.

CONTROL SYSTEM DESIGN OF UNDERWATER VEHICLE WITH Y-FRAME THRUSTER LAYOUT

Kabanov A. A., Ermakov I. A.
Scientific adviser: Kabanov A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the article, the control system of a remotely operated underwater vehicle (ROV) with a Y-frame thruster layout is considered.

ИССЛЕДОВАНИЕ СРЕДСТВ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ ПОДВОДНОЙ СВЯЗИ

Токарев Д. А., Кудряшов А. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Токарев Д. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: monsterkakes@gmail.com

Аннотация — В работе рассматривается задача разработки программной модели акватории, и симуляции распространения акустического сигнала в пределах этой акватории. Цель работы – разработать симулятор, позволяющий с заданной точностью вычислений построить карту вероятности попадания сигнала в область модели с устойчивым приемом.

Для симуляции использовался метод конечно-разностных уравнений. Программа разработана на C++.

Разработанный симулятор может быть использован в областях подводной робототехники и гидроакустики для моделирования гидроакустического сигнала.

1. Введение

Распространение звука в воде подвержено влиянию множества факторов. Кроме затухания, обусловленного свойствами самой воды, на дальность распространения звуков под водой влияют рефракция звука, его рассеяние и поглощение различными неоднородностями среды, обусловленные разницей температур, солености или плотности воды. Таким образом сложно предсказать поведение гидроакустического сигнала, не имея программной модели достаточной точности. При моделировании гидроакустического сигнала используются 2 основных подхода – трассировка лучей и решение конечно-разностных уравнений. В данной работе рассматривались оба подхода к моделированию, однако выбор был сделан в пользу метода конечно-разностных уравнений. Такой выбор был обусловлен перспективностью такого подхода к моделированию, а также относительной простотой в реализации модели.

2. Основная часть

Для моделирования при помощи метода конечно-разностных уравнений необходимо реализовать плоскость или пространство из узлов в декартовой системе координат как представлено на рис. 1.

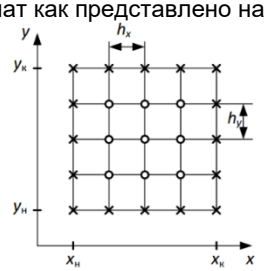


Рис. 1

Далее реализуем систему дифференциальных уравнений в частных производных, которые будут описывать динамику изменения акустической плотности в нашей модели. В данной работе были выбраны уравнения Навье-Стокса.

$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} = -(\vec{v} * \nabla)\vec{v} + \nu\Delta\vec{v} - \frac{1}{p}\nabla p + \vec{f},$$

где ∇ — оператор набла, Δ — векторный оператор Лапласа, t — время, v — коэффициент кинематической вязкости, ρ — плотность, p — давление, $\vec{v}$ — векторное поле скорости, $\vec{f}$ — векторное поле массовых сил.

Упростим и дискретизируем данные уравнения для использования в модели

$$dV = Grad(P),$$
$$V_{i+1} = V_i + dV * dt * f(V),$$
$$P_{i+1} = P_i + V_i * dx,$$

Проведём итеративное моделирование полученной модели. Карта мощности сигнала в точке представлена на рис. 2.

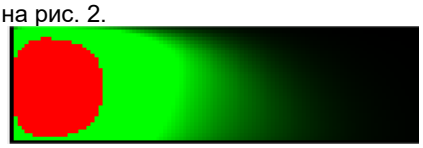


Рис. 2

Здесь Красным цветом показаны точки, в которых мощность сигнала превышает 10 % от мощности сигнала источника. Градации зеленого цвета показывают мощность сигнала, если она меньше 10 % сигнала источника. Чем ярче оттенок зелёного, тем больше мощность сигнала.

Результаты, полученные в разработанной модели, совпадают с результатами стороннего симулятора, что подтверждает правильность моделирования.

3. Заключение

В процессе разработки были изучены и реализованы методы дискретизации конечно-разностных уравнений. Разработана программа, выполняющая моделирование распространения сигнала в вязкой среде. Проведено сравнение методов моделирования при помощи методов КРУ и трассировки лучей.

Сделаны выводы о влиянии солёности и температуры воды на скорость звука.

Разработанная модель требует незначительной доработки, и может применяться для решения прикладных задач.

4. Список литературы

[1] Моделирование при помощи трассировки лучей [Электронный ресурс] / Habr. — Режим доступа: https://habr.com/ru/articles/547386/ (дата обращения: 30.05.2023).

[2] Демо модель онлайн трассировщика лучей [Электронный ресурс] / Unavlab. — Режим доступа: https://docs.unavlab.com/online_utils/uraytracer.html (дата обращения: 30.05.2023).

STUDY OF SIMULATION TOOLS FOR UNDERWATER COMMUNICATION SYSTEMS

Tokarev D. A., Kudryashov A. V.
Scientific adviser: Tokarev D. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the work, the problem of developing a software model of a water area and simulating the propagation of an acoustic signal within this water area is considered. The goal of the work is to design a simulator that allows, with a given calculation accuracy, to construct a map of the probability of a signal entering the model area with stable reception.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОБНАРУЖЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ СБЛИЖЕНИЕМ ПОДВОДНОГО АППАРАТА С ЦЕЛЬЮ ПО ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯМ

Скороход Б. А., Фомичев В. С.
Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Скороход Б. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: fomichevvladimir2k@gmail.com

Аннотация — Производится исследование подходов для решения задачи сближения подводного аппарата с целью. Представлены результаты моделирования для аппарата MiddleAUV. Производится разработка и исследование алгоритмов, позволяющих анализировать не только цель, но и окружающие объекты, с целью увеличения набора данных о пространственном положении подводного аппарата.

1. Введение

В подводной робототехнике аппаратно-программные средства позволяют осуществлять определение абсолютного и относительного положения автономного необитаемого подводного аппарата (АНПА) в водном пространстве для его сближения и стыковки с подводным доком, с целью зарядки либо технического обслуживания. В рамках данной работы производится исследование как существующих подходов к решению данной задачи, так и разработка, и эксперименты с новыми вариантами решений, позволяющих, в теории, достичь большей точности как распознавания, так и ориентирования, и позиционирования подводного аппарата.

2. Основная часть

В качестве объекта для проведения исследований используется АНПА Middle AUV, а также, среда трехмерного моделирования перемещений данного аппарата MurIDE.

Результаты анализа источников показывают, что наиболее распространёнными объектами для распознавания и решения задачи сближения, выступают геометрические примитивы, которые также должны обладать достаточными различиями в интенсивности отражения света по сравнению с окружающими их объектами [1]. Кроме того, распространено использование светоизлучающих объектов для ориентирования [2].

Задача распознавания объектов интереса на видеопотоке взаимосвязана с задачей построения системы управления перемещением подводного аппарата, поскольку его перемещение влечёт за собой значительные изменения в обрабатываемом видеопотоке, что невозможно не учитывать, поэтому в работе рассматривается также и построение систем управления для решения задач стыковки. Дальнейшие исследования связаны с использованием не только данных о положении центроида объекта, но и окружающих объектов, в которых можно выделить совокупность ключевых точек, объединяемых в т.н. ключевые кластеры, что позволяет получать больший набор данных для ориентирования.

На рис. 1 показаны графики изменения разности между действительным и требуемым значениями глубины и горизонтального смещения.

Данные графики соответствуют изменению вышеуказанных ошибок при настроенных регуляторах глубины и рыскания.

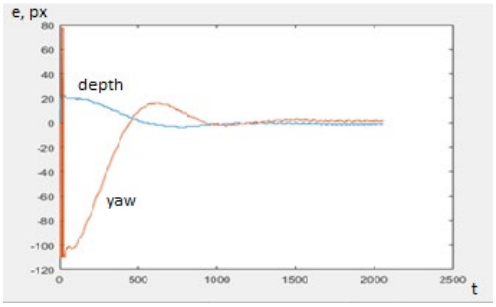


Рис.1

В качестве объекта для стыковки в данном случае выбирался один из элементов 3Д сцены. Сближение происходило с центроидом данного объекта.

3. Заключение

В ходе работы изучены основные подходы к построению систем стыковки АНПА, и разработан программный код для реализации алгоритмов распознавания дока, а также регуляторы для сближения АНПА с ним. Также рассмотрены методы, позволяющие анализировать не только объект для стыковки на видеопоследовательности, но и набор ключевых точек и их групп, с целью получения большего набора данных о пространственном положении ПА.

4. Список литературы

[1] Оптический датчик координат для системы автоматической посадки и стыковки в водной среде / А. Н. Липатов [и др.] // Научно-технический журнал «Подводные исследования и робототехника». — 2014. — С. 18—32.
[2] A vision based system for underwater docking / Liu Shuang [et al]. — Tohoku University, 2017. — 226 p.

DEVELOPMENT AND STUDY ALGORITHM FOR DETECTION AND CLASSIFICATION OF OBJECT IN CONTROL TASKS OF DOKING UNDERWATER VEHICLE WITH THE TARGET SEARCH BY VIDEO OBSERVATION

Skorohod B. A., Fomichev V. S.
Scientific adviser: Skorohod B. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The approaches are being explored to solve the tasks of doking underwater vehicle with the target. Simulation results for the middleauv device are presented. The development and study of algorithms, that allowed analyzing not only the target, but also surrounding objects in order to increase the data set about the spatial position of the underwater vehicle, is considered.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ САМООБСЛУЖИВАНИЯ В МФЦ

Савочкин А. А., Тураев И. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Савочкин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: Illy.lepleckon@gmail.com

Аннотация — В работе представлены результаты разработки аппаратно-программного комплекса для самообслуживания, посредством использования разработанного приложения и базы данных. Комплекс позволяет защитить данные при подключении к базе данных, а также уменьшить временные затраты на сбор документов в МФЦ. В работе представлены этапы разработки устройства сбор компонентов для комплекса, разработка интерфейса приложения.

1. Введение

В настоящее время цифровизация является глобальным технологическим трендом во всем мире и распространяется на все сферы деятельности, влияет на уровень жизни населения и на изменения образа мышления менеджмента, сути бизнеса и изменения привычек руководства компаний, многие из которых уверены, что цифровое развитие способно ускорить развитие производства и повысить его эффективность, и способствует выходу компаний на новые рынки и занятию ими новых ниш. Основываясь на международном и российском опыте, система государственного управления не является исключением, практическое применение информационных технологий связано с государством. В данном дипломе рассмотрены вопросы становления и развития цифровизации в МФЦ, ее влияние на документооборот.

2. Основная часть

Понятие бланка в полной мере применимо только к бумажным документам, однако, при автоматизации делопроизводства практикуется создание электронных файлов, содержащих электронные образы бланков, использование или заполнение которых позволяет создавать юридически полноценные документы, соответствующие современным правилам и действующим бумажным формам.

Вопрос о способе изготовления бланков каждая организация вправе решать самостоятельно, то есть бланки могут быть отпечатаны типографским способом, средствами оперативной полиграфии или компьютерной техники непосредственно при изготовлении документа. Исключение составляют бланки с воспроизведением Государственного герба Российской Федерации, которые в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 27 декабря 1995 г. № 1268 «Об упорядочении изготовления, использования, хранения и уничтожения печатей и бланков с воспроизведением Государственного герба Российской Федерации» должны изготавливаться только полиграфическими и штемпельно-граверными предприятиями, имеющими лицензии на соответствующий вид деятельности и сертификаты о наличии технических и технологических возможностей для изготовления указанного вида продукции на должном качественном уровне.

При разработке бланков документов и дальнейшем их изготовлении необходимо помнить, что основные требования к бланкам документов устанавливает ГОСТ Р 6.30-2003 «Унифицированные системы документации. Унифицированная система организационно-распорядительной документации. Требования к оформлению документов». Положения данного ГОСТа необходимо соблюдать. Так, например, в соответствии с ГОСТом Р 6.30-2003 бумага, применяемая для изготовления бланков, должна быть белого цвета или, в исключительных случаях, слабо окрашена в светлые тона.

Несмотря на то, что при разработке бланков необходимо соблюдать положения ГОСТа Р 6.30-2003, требования к бланкам документов возможно конкретизировать в распорядительных документах организации, инструкции по делопроизводству и правилах оформления документов. Главное, чтобы эти требования не противоречили стандарту.

Приложения был спроектирован дизайн и само приложение. В программе *Visual studio 2022* на языке C# в *windows Form*.

На рис. 1 показан структура *Form* регистрации — это структура будущего окна регистрации с помощью которого пользователь сможет зарегистрироваться в данном приложении для дальнейшего пользования приложением и работа окна меню список документов, на примере нового клиента. В данном окне изображены необходимый список документов на против каждой строки находиться 2 *CeckBox* находится первый показывает наличия данного документа в базе пользователя и заполняется автоматически, а второй отмечает сам пользователь для печати.

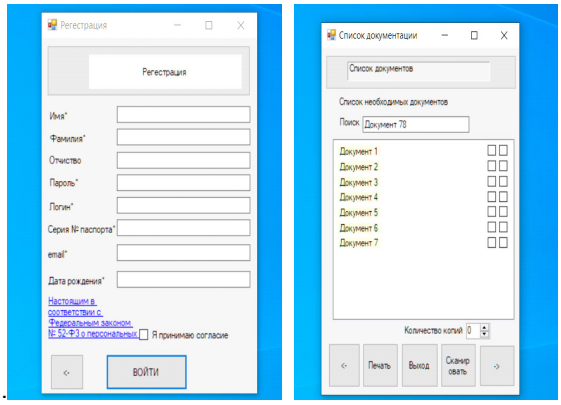


Рис. 1

3. Заключение

Проанализирован рынок доступных компонентов для комплекса самообслуживания. Представлен анализ существующих языков программирования сравнение и выбор наиболее подходящего языка, а именно *C#*. Разработан интерфейс приложения для аппаратно-программного комплекса самообслуживания в приложении *Visual Studio.*

DESIGN OF SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEX FOR SELF-SERVICE IN MFC

Savochkin A. A., Turaev I. V.
Scientific adviser: Савочкин А. А.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the results of the design of a hardware and software complex for self-service, through the use of the developed application and database, is presented. The complex allows protecting data when connecting to the database, as well as reducing the time spent collecting documents in the MFC. In the work, the stages of device design, collection of components for the complex, design of the application interface are presented.

МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ БУЙ ДЛЯ НАБЛЮДАТЕЛЬНОЙ СЕТИ ОПЕРАТИВНОГО МОНИТОРИНГА МОРСКИХ ВОД В ПРИБРЕЖНЫХ АКВАТОРИЯХ

Воликов М. С., Быков Е. М., Лисецкий И. В., Литвиненко С. Р., Стародуб М. А., Безгин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: mastarodub@sevsu.ru

Аннотация — Представлена разработка многопараметрического наблюдательного буя, предназначенного для оперативного непрерывного экологического контроля состояния морских прибрежных вод по комплексу гидрологических и гидрохимических параметров.

1. Введение

В 2023 году в рамках реализации паспорта технологического проекта «Разработка и трансфер технологий морского «интернета вещей», экологического и климатического мониторинга» запланировано выполнение задач по разработке программно-аппаратного технологического комплекса контроля природной среды приморских территорий. В числе этих задач выполнена научно-исследовательская работа (НИР) «Разработка многопараметрического буя для наблюдательной сети оперативного мониторинга морских вод в прибрежных акваториях».

2. Основная часть

Результатом НИР является разработка многопараметрического наблюдательного буя (далее — наблюдательный буй), предназначенного для оперативного непрерывного и долговременного экологического контроля состояния морских прибрежных вод по комплексу гидрологических и гидрохимических параметров:

— температура;
— электропроводимость;
— pH;
— окислительно-восстановительный потенциал;
— концентрация растворенного кислорода;
— мутность.

Указанный комплекс параметров является базовым набором сигнальных показателей при определении экологического состояния водной среды, уровня антропогенной нагрузки и ее влияния на жизнедеятельность биологических систем. Наблюдательный буй стационарного якорного исполнения устанавливается в прибрежной акватории. Информация с буя в режиме реального времени поступает по сетям GSM на сервер сбора данных и позволяет обеспечить своевременное реагирование на превышения предельно допустимых концентраций по ключевым параметрам экологического состояния морских прибрежных вод.

Измерительная часть наблюдательного буя выполнена на основе многопараметрического анализатора (зонда) качества воды Aqua TROLL 500. Анализатор оснащен системой механической очистки от загрязнений. Управление зондом и чтение его данных осуществляется через систему сбора, обработки и передачи информации на основе микроконтроллера, размещенную в поплавковой части буя вместе с блоком батарей. Поверхностный буй представляет собой поплавковую сферу диаметром 380 мм, состоящую из двух полусфер, изготовленных из поликарбоната и соединенных с силовой рамой крепления измерителя см. рис. 1. Силовая рама представляет собой сварную конструкцию из нержавеющей стали. Она фиксируется в центральной части нижней полусферы и на фланце поверхностного буя для равномерного распределения нагрузок. В нижней части рамы располагается рым, через который буй соединяется с якорем посредством тросовой линии.

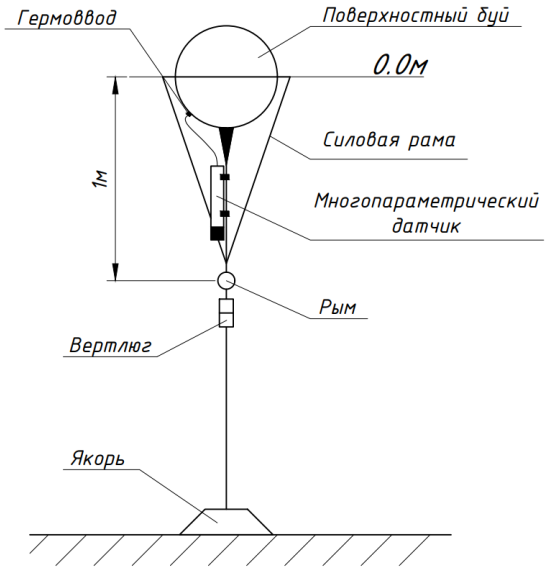


Рис. 1

Измерительный зонд размещается на центральной оси силовой рамы. Система его крепления допускает снятие и установку зонда без демонтажа буя.

3. Заключение

Разработанный наблюдательный буй войдет в состав системы экологического контроля прибрежных вод Севастопольского региона. В настоящий момент проводятся натурные испытания опытного образца буя.

4. Список литературы

[1] AquaTroll500Documentation [Электронный ресурс] / Sensor Pros. — Режим доступа: https://sensorpros.com/pages/aquatroll500documentation.

MULTIPARAMETER BUOY FOR OBSERVATION NETWORK OF OPERATIONAL MONITORING OF SEA WATER IN COASTAL AREAS

Volikov M. S., Bykov E. M., Lisetskiy I. V.,
Litvinenko S. R., Starodub M. A.,Bezgin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The design of a multiparameter observation buoy designed for operational continuous environmental monitoring of the state of coastal sea waters, based on a set of hydrological and hydrochemical parameters, is presented.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОМЕРНОГО ЗНАКА МАШИН НА КОНТРОЛЬНО-ПРОПУСКНОМ ПУНКТЕ

Девицына С. Н., Колбеев А. Р.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Девицына С. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: artemkolbeev@gmail.com

Аннотация — Оценен потенциал применения технологий искусственного интеллекта для проверки и верификации машин на контрольно-пропускных пунктах.

1. Введение

Использование искусственного интеллекта может значительно повысить уровень безопасности, улучшить точность и сократить время процесса проверки машин на контрольно-пропускных пунктах. Это позволит создавать интеллектуальные системы, способные автоматически распознавать и классифицировать различные типы машин, выявлять потенциальные угрозы и повышать эффективность проверки.

2. Основная часть

Начальный этап обучения ИИ заключается в реализации стандартной процедуры распознавания образов, в данном случае – автомобильного номера. Процесс распознавания включает следующие этапы [1]:

1. Локализация — обнаружение и определение области с номером автомобиля на фото- или видеоизображении для ее выделения и дальнейшего анализа.

2. Нормализация — адаптация области фото с номером машины для процедуры верификации: приведение к необходимым размерам и ориентации. Этот этап включает геометрические преобразования, подавление шума, а также контроль яркости и контрастности.

3. Сегментация — разделение изображения автомобильного номера на отдельные знакоместа. Этот этап позволяет выделить каждый символ номера для последующего распознавания.

4. Распознавание — с помощью специализированных алгоритмов и методов распознавания символов осуществляется идентификация каждого отдельного символа автомобильного номера.

5. Синтаксический анализ — этот этап определяет формат (структуру строки) номера. Элементы строки могут отличаться в соответствии со стандартами, принятыми в Российской Федерации, в том числе в соответствии со стандартом ГОСТ Р 50577-93 «Знаки государственные регистрационные транспортных средств».

Выделенная таким образом область имеет небольшие размеры, и содержит только границы номера. Для определения угла поворота номера можно использовать алгоритм, основанный на преобразовании Хафа [2]:

1. Определить линии, длина которых превышает половину ширины области номера;

2. Сформировать прямую на основе средних значений всех полученных линий;

3. Вычислить угол между полученной прямой и линией горизонта.

Для выполнения следующего шага необходимо осуществить выделение знакомест символов на основе применения заранее определенного шаблона. Этот шаблон можно представить в виде изображения, где темные прямоугольники соответствуют отдельным символам (рис.1).

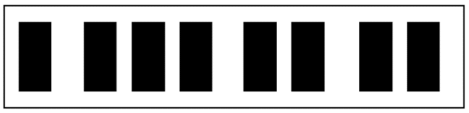


Рис. 1

После определения границ, распознавание символов осуществляется путем приведения их к стандартному виду, и применения методов сопоставления с шаблонами, которые просты в использовании и устойчивы к дефектам изображения. Вместе с тем, данные методы не способны распознавать символы, подверженные аффинным и проекционным искажениям, которые отличаются от заложенных в систему шаблонов [2]. В таких ситуациях целесообразно использовать методы ИИ, которые, во-первых, более точно восстановят символы номера, и, во-вторых, смогут выявить наличие каких-либо манипуляций с номерными знаками, предпринятых злоумышленниками.

3. Заключение

Функционал разрабатываемых систем верификации машин на основе ИИ может быть расширен для выполнения разных полезных задач. Например, они могут быть использованы для управления автоматизированным открытием и закрытием ворот или шлагбаумов, определения нарушений парковки или даже предоставления рекомендаций по безопасности и усилению контроля на основе анализа данных в случае нештатных ситуаций и ЧС в режиме реального времени.

4. Список литературы

[1] Елизаров, А. И. Методика построения систем распознавания автомобильного номера / А. И. Елизаров, А. В. Афонасенко // Известия Томского политехнического университета. — 2006. — Т. 309, № 8. — С. 118—122.

[2] Автоматическое распознавание автомобильных номеров / А. П. Кирпичников, С. А. Ляшева, А. В. Обухов, М. П. Шлеймович // Вестник Казанского технологического университета. — 2015. — Т. 18, № 4. — С. 218—222.

USAGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR IDENTIFICATION OF THE LICENSE PLATE OF CARS AT THE CHECKPOINT

Devitsyna S. N., Kolbeev A. R.
Scientific adviser: Devitsyna S. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The potential of using artificial intelligence technologies for checking and verifying machines at checkpoints is estimated.



Секция 9

WEB-ТЕХНОЛОГИИ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ БОТ-ПОМОЩНИК В СРЕДЕ РАДИОТЕХНИКИ

Барздун В. Д., Жильцов О. Г., Шинтябин Е. В., Мурзин Д. Г.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Мурзин Д. Г.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: shinshin02@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен интеллектуальный бот помощник как инструмент для предоставления необходимой информации по теме радиоэлектроники. Бот-помощник использует базу знаний, состоящую из фактов и правил, связанных с радиоэлектроникой. Бот-помощник может помогать пользователю в решении различных задач, таких как выбор компонентов, расчет параметров схем, поиск ошибок и неисправностей, подбор аналогов и т. д.

1. Введение

Радиоэлектроника и радиотехника являются важными областями науки и техники, которые занимаются разработкой и эксплуатацией систем радиосвязи, радиолокации, радиоуправления, основанных на использовании электромагнитных волн. Однако, у специалистов могут возникать вопросы и сложности при выполнении расчетов или изучении теории. В таких случаях незаменимым помощником может стать интеллектуальный бот (ИБП), способный предоставлять не только быстрый доступ к справочной информации, но и выполнять расчеты.

2. Основная часть

«ИБП» — это интеллектуальный чат-бот, который способен решать различные задачи по теме радиоэлектроники, такие как расчет параметров радиоэлектронных схем, автоподбор номинала из рядов стандартных значений, подбор аналогичных по параметрам элементов, предоставление библиотек констант и справочников с наиболее востребованными формулами. Он не только предоставляет расчеты и информацию, но и адаптируется к разным уровням знаний — от начинающих студентов до опытных инженеров. Эта способность делает его полезным инструментом для обучения и в профессиональной деятельности.

Бот имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными средствами решения задач по радиоэлектронике, такими как калькуляторы, справочники, каталоги и др. Среди них можно выделить следующие:

— бот обладает большим объемом и актуальностью знаний по теме радиоэлектроники, которые постоянно обновляются и дополняются; он предоставляет информацию о различных радиотехнических явлениях, теории сигналов, принципах работы радиосвязи и других важных аспектах;

— бот предоставляет расчетные формулы для определения частоты, длины волны, добротности, коэффициента передачи и других важных характеристик, а также имеет возможность производить расчет параметров четырехполюсников и фильтров;

— бот доступен с любого устройства, имеющего подключение к Интернету.

Однако бот также имеет некоторые недостатки, которые могут ограничивать его применение. Среди них можно выделить следующие:

— требуется обладать высоким уровнем знаний для точной настройки бота и вывода необходимых функций;

— бот не может работать без доступа к Интернету;

— пользователь может столкнуться с проблемами безопасности и конфиденциальности данных, так как ИБП передает и получает информацию через сеть, поэтому необходимо при использовании бота следить за защитой своих устройств и данных;

— бот не может гарантировать полную точность и достоверность своих ответов, так как он основывается на базе знаний, которая может содержать ошибки или неточности, поэтому пользователь должен всегда проверять результаты работы бота с помощью других средств;

— бот не может заменить специалиста в области радиоэлектроники, так как он не обладает творческим мышлением и интуицией; бот также не может учитывать все факторы и обстоятельства, которые могут влиять на решение задачи, например, таких, как физические условия.

3. Заключение

В работе представлена концепция и реализация интеллектуального бота-помощника.

Он может помогать пользователю в решении практических задач, связанных с радиоэлектроникой, таких как выбор компонентов, расчет параметров схем, подбор аналогичных элементов.

Развитие и усовершенствование таких ботов не стоит на месте, и есть несколько перспективных направлений, которые могут улучшить их функциональность и применимость такие как интеграция нейронных сетей с возможностями предоставить более точные рекомендации пользователям и дальнейшее развитие интерфейса, что сделает его более интуитивно понятным и доступным для широкого круга пользователей.

4. Список литературы

[1] Чепурко, Ю. Д. Константы и формулы для расчетов и проектирования / Ю. Д. Чепурко, Е. В. Мазур. — М. : Советское радио, 2016. — 216 с.
[2] Миллер, Г. Программирование на языке Python / Г. Миллер, Р. Фридман. — СПб. : Питер, 2019. — 464 с.
[3] Тучкин, А. А. Методы вычислений в электронике / А.А. Тучкин. — М. : Физматлит, 2018. — 446 с.
[4] Лисовский, В. В. Основы электроники: учебник для вузов / В. В. Лисовский, А. В. Лисовский. — М. : Физматлит, 2019. — 229 с.

INTELLIGENT BOT ASSISTANT IN THE ENVIRONMENT OF RADIO ENGINEERING

Barzdun V. D., Zhiltsov O. G., Shintabin E. V., Murzin D. G.
Scientific adviser: Murzin D. G.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Intelligent bot assistant as a tool for providing the necessary information on the topic of electronics is considered. The helper bot uses a knowledge base consisting of facts and rules related to electronics. The helper bot can help the user in solving various problems, such as selecting components, calculating circuit parameters, searching for errors and malfunctions, selecting analogues, etc.

ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ WEB-ПАРСИНГА И АВТОМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА WEB-ДАННЫХ

Барздун В. Д., Жильцов О. Г., Шинтябин Е. В., Мурзин Д. Г.
Научный руководитель: канд. техн. наук Мурзин Д. Г.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: oleg.zhilczov@gmail.com

Аннотация — Рассмотрена проблематика web-парсинга и автоматического анализа web-данных. В современном информационном обществе огромное количество данных доступно через Интернет и эффективное извлечение и анализ этих данных становится все более важным. В статье представлен обзор инструментов для web-парсинга, включая их типы, преимущества и недостатки. Также обсуждаются методы автоматического анализа web-данных и их применение в различных областях, таких, как маркетинг, научные исследования и мониторинг социальных сетей.

1. Введение

С появлением Интернета и его становлением, web-данные стали важным источником информации и ценным ресурсом для различных областей деятельности. Однако сбор и анализ этих данных может быть сложной задачей из-за разнообразия форматов, структур и объемов данных. В этом контексте инструменты для web-парсинга и автоматического анализа web-данных играют важную роль. Также необходимо учитывать этические и юридические аспекты при сборе и использовании web-данных.

2. Основная часть

Web-парсингом называется процесс извлечения данных с веб-сайтов. Для этой цели существует множество инструментов, включая библиотеки на различных языках программирования, онлайн-сервисы и программы с графическим интерфейсом. Библиотеки, такие как Beautiful Soup, lxml и Scrapy, предоставляют программистам мощные инструменты для анализа и обработки HTML и XML данных. Онлайн-сервисы, например, Import.io и ParseHub, позволяют пользователям создавать визуальные инструкции для извлечения данных из веб-страниц без необходимости программирования. Программы с графическим интерфейсом, такие, как Octoparse, обеспечивают простой способ извлечения данных для тех, кто не имеет опыта в программировании.

На рис. 1 показан пример структуры простой веб страницы, составленной с использованием языка HTML.

```
<!DOCTYPE html>
<html>
 <head>
  <meta charset="utf-8">
  <title>Пример веб-страницы</title>
 </head>
 <body>
  <h1>Заголовок</h1>
  <!-- Комментарий -->
  <p>Первый абзац.</p>
  <p>Второй абзац.</p>
 </body>
</html>
```

Рис. 1

Web — парсинг позволяет автоматизировать множество задач, которые требуют работы с веб-страницами. Например, с помощью парсинга можно автоматически проверять наличие обновлений на веб-страницах или получать актуальные новости с различных новостных сайтов или изменения цен на фондовых рынках.

Это возможно за счёт чёткой структурированности, а также из-за того, что сайт представляет простой текстовый файл. Данные преимущества даёт язык графической развёртки HTML. Например, можно получить весь текст страницы переизбыточной информации, исключив все теги кроме <p>, указывающего на начало нового абзаца.

Одним из наиболее распространенных методов является использование CSS-селекторов и Xpath для идентификации и извлечения нужных элементов на веб-странице. CSS-селекторы обеспечивают широкий диапазон возможностей для выбора элементов на странице и обладают достаточной гибкостью для различных задач. CSS-селекторы используются для выбора элементов на основе их классов, идентификаторов и других атрибутов. Xpath — это язык запросов, который позволяет точно указывать путь к нужному элементу в HTML-документе.

3. Заключение

Инструменты для web-парсинга и автоматического анализа web-данных позволяют эффективно собирать и анализировать огромное количество данных, что открывает новые возможности для различных областей деятельности.

4. Список литературы

[1] Букин, П. Г. Веб-парсинг и анализ данных с использованием Python / П. Г. Букин, И. В. Петров. — СПб. : Издательство «Питер», 2020. — 416 с.
[2] Иванов, А. Н. Применение методов машинного обучения для анализа web-данных / А. Н. Иванов, Е. В. Смирнова // Вестник компьютерных и информационных технологий. — 2017. — 8(17). — С. 23—28.

TOOLS FOR WEB SCRAPING AND AUTOMATIC ANALYSIS OF WEB DATA

Barzdun V. D., Zhiltsov O. G., Shintyabin E. V., Murzin D. G.
Scientific adviser: Murzin D.G.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the issues of web scraping and automatic analysis of web data is considered. In the modern information society, a vast amount of data is available on the internet, and efficient extraction and analysis of this data are becoming increasingly important. In the paper, an overview of tools for web scraping, including their types, advantages, and disadvantages is provided. In addition, the methods of automatic analysis of web data and their applications in various fields, such as marketing, scientific research, and social media monitoring, are discussed.

СОЗДАНИЕ УПАКОВЩИКА ИСПОЛНЯЕМЫХ ФАЙЛОВ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ WINDOWS

Азаров А. А., Смирнов А. А.
Научный руководитель: Азаров А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: ltodesko@bk.ru

Аннотация — В статье подробно описывается процесс создания упаковщика исполняемых файлов операционной системы Windows. Описываются основные механизмы b алгоритмы сжатия данных.

1. Введение

В современном мире, где кибератаки становятся все более изощренными, анализ вредоносных программ имеет решающее значение для кибербезопасности, поскольку он помогает идентифицировать и понять возможности различных штаммов вредоносных программ. Это, в свою очередь, позволяет специалистам по кибербезопасности разрабатывать эффективные контрмеры для защиты организаций от потенциальных атак.

2. Основная часть

PE-упаковщик — это программная утилита, которая может сжимать и распаковывать исполняемые файлы во время выполнения без необходимости записи файлов на диск. Этот процесс известен как "упаковка" и "распаковка" соответственно.

Принцип работы упаковщика файлов в операционной системе Windows заключается в следующем: процесс включает сжатие исполняемого файла с использованием определенного алгоритма и добавление небольшого фрагмента кода (известного как "stub") в начало файла. Stub отвечает за распаковку файла в памяти при его выполнении, а затем передачу управления исходной точке исполнения оригинального файла.

Существует множество различных алгоритмов, которые можно использовать для сжатия исполняемых файлов, каждый из которых имеет свои собственные характеристики с точки зрения степени сжатия и скорости. Некоторые популярные алгоритмы включают DEFLATE, LZMA и BZIP2. Выбор алгоритма будет зависеть от требований используемого упаковщика или распаковщика среды выполнения.

Когда выполняется упакованный файл, сначала запускается stub, который распаковывает файл в памяти и передает управление исходной точке входа. Затем файл выполняется так, как если бы он не был упакован, за исключением того, что он существует только в памяти, а не на жестком диске. Это может затруднить статический анализ программы, т.к. первоначальный файл загружается в память во время распаковки.

PE-упаковщик получает ре-файл, анализирует его и извлекает всю информацию из входного ре-файла, затем он изменяет ре-файл и воссоздает его, используя свою собственную структуру. Он может сжать все ваши разделы в новый и добавить свой код распаковки в качестве точки входа и при запуске PE. Он динамически распаковывает данные в пространство памяти и восстанавливает исходную точку входа и вызывает её. Также он может зашифровать код, чтобы исходный необработанный код был доступен и читался только во время выполнения.

Т.к. структура упаковщика остаётся одинаковой на протяжении всего времени, то через некоторое время он становится лёгкой мишенью для атаки. Когда злоумышленники получают к нему доступ, они начинают упаковывать разные PE-файлы, а затем ищут внутри его структуры сигнатуру, с помощью которой можно легко определить тип PE-упаковщика, вследствие чего, через некоторые время создаются скрипты для распаковки файлов, использующих данный упаковщик.

В создаваемом упаковщике используются алгоритм шифрования AES, алгоритм сжатия данных LZMA2, а также вспомогательные библиотеки lazy_importer и mmLoader для загрузки исходного файла в память исполняемого процесса.

Распаковщик исполняемого кода будет состоять из функции дешифрования исходного кода, использующей библиотеку tiny-AES и его декомпрессии с помощью алгоритма сжатия данных LZMA2. Чтобы исходный код не содержал стандартных импортируемых библиотек, необходимо применять «ленивый» импорт необходимых функций, используя переопределенные системные библиотеки пользователем.

3. Заключение

Таким образом, проект, который будет содержать код упаковщика, использует стандарты WinAPI для инициализации пустого файла типа Portable Executable, который впоследствии будет перезаписан, кодом распаковщика. В этом коде будут находиться необходимые структуры, по которым упаковщик сможет определить границу между секциями в файле и соответствующую информацию, которую в них необходимо скопировать.

4. Список литературы

[1] Руссинович, Д. Внутреннее устройство Windows / Д. Руссинович, Д. Соломон, А. Ионеску. — СПб. : Питер, 2013. — С. 421—745.

CREATION OF THE EXECUTABLE FILES PACKER FOR WINDOWS

Azarov A. A., Smirnov A. A.
Scientific adviser: Azarov A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the process of creating a packager of executable files of the Windows operating system is described in details. The basic mechanisms are described, as well as data compression algorithms are reviewed.

АЛГОРИТМЫ СЖАТИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ В ЦИФРОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Азаров А. А., Вигерина А. Д., Верещагин Т. А.
Научный руководитель: Азаров А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: vereshchagin@ieee.org

Аннотация — Рассматривается сжатие геометрических данных в цифровой среде. Рассматриваются методы сжатия и их применение. Освещается будущее направление развития данной области. Важность сжатия геометрических данных подчеркивается как средство оптимизации обработки информации.

1. Введение

Сжатие данных играет существенную роль в современной цифровой среде, где геометрические данные занимают важное место. От виртуальной реальности до 3D-моделирования эти данные требуют эффективного сжатия для экономии ресурсов. В работе, рассматриваются алгоритмы сжатия геометрических данных, их применение и перспективы будущего развития.

2. Основная часть

Из-за ограниченности вычислительной мощности современных компьютеров нет возможности производить рендеринш высоко полигональных высоко детализированных трёхмерных объектов в реальном времени. Для снижения нагрузки на компьютер без потери качества визуального восприятия человеком используются алгоритмы сжатия моделей.

Для демонстрации рассматриваемых алгоритмов был выбран игровой движок с открытым исходным кодом Godot Engine, обладающий интуитивно понятным пользовательским интерфейсом.

В качестве примера уменьшения количества используемых полигонов без утраты визуальной составляющей рассмотрим систему использования карт нормали. Что позволяет создавать объёмные мелкие детали без увеличения количества вершин за счёт передачи информации о высотах за счёт указания глубины объектов на текстуре. Данная технология позволяет уменьшить количество полигонов в сотни раз и тем самым существенно уменьшить нагрузку на компьютер во время проведения рендера модели.

На рис. 1 показан пример карты нормали, используемой для изменения визуально геометрии модели.

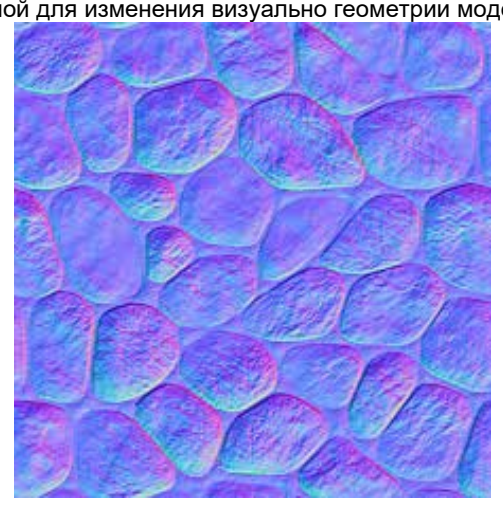


Рис. 1

Данная технология широко используется во всём современном программном обеспечении, расчитанном на рендеринг изображений в реальном времени. Например, игровых движках и программном обеспечение для моушен дизайна.

На рис. 2 показан пример изменения абсолютно гладкого трёхмерного шара на шар со сложной поверхностью.

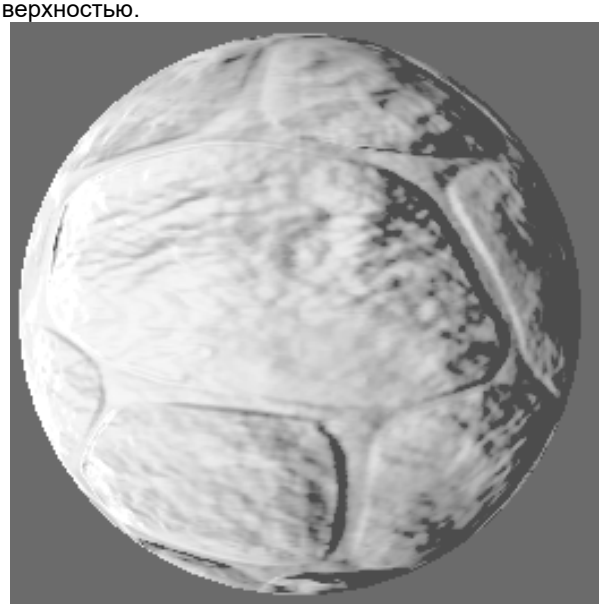


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, сжатие геометрических данных играет ключевую роль в оптимизации обработки и передаче информации в цифровой среде. Разнообразные методы сжатия обеспечивают баланс между экономией ресурсов и сохранением качества данных. Важность таких алгоритмов только увеличивается в контексте быстрого развития технологий. Будущее сжатия геометрических данных обещает новые инновации, способствующие более эффективному использованию данных в различных сферах.

ALGORITHMS FOR COMPRESSION OF GEOMETRIC DATA IN DIGITAL SPACE

Azarov A. A., Vigerina A. D., Vereshagin T. A.
Scientific adviser: Azarov A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The compression of geometric data in a digital environment is considered. Compression methods and its applications are considered. The future direction of development of this area is highlighted. The importance of geometric data compression is emphasized as a way of optimization of information processing.

СРАВНЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ШАБЛОНИЗАТОРОВ

Галата В. Р., Мурзин В. М., Мурзин Д. Г.
Научный руководитель: канд. техн. наук Мурзин Д. Г.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: d.g.murzin@sevsu.ru

Аннотация — Рассмотрены и изучены скорость выполнения поставленной задачи, а также количество памяти которое необходимо разным видам шаблонизаторов.

1. Введение

В WEB-разработке сайтов для упрощения работы с масштабными проектами применяются шаблонизаторы. Преимуществом шаблонизаторов является возможность генерировать HTML-кода на стороне сервера. Также они позволяют создавать динамические веб-страницы, которые могут быть изменены в зависимости от данных, полученных от сервера. В докладе приводятся тесты производительности шаблонизаторов, чтобы выяснить какой из шаблонизаторов справится с поставленной задачей быстрее остальных.

2. Основная часть

Существует несколько классификаций шаблонизаторов:

— по языку программирования (шаблонизаторы могут быть написаны на разных языках программирования, например, на Ruby, Python или PHP);

— по функциональности (шаблонизаторы могут иметь различные функции, такие, как поддержка переменных, циклов, условных операторов и т.д);

— по способу хранения шаблонов (шаблонизаторы могут хранить шаблоны в файлах или в базе данных);

— по типу шаблонов (шаблонизаторы могут поддерживать разные типы шаблонов, например, XML, HTML или JSON);

— по поддержке шаблонизации для серверной и клиентской частей: шаблонизаторы могут предоставлять возможности для шаблонизации как серверной, так и клиентской части приложения.

Для полного обзора необходимо было провести тесты производительности шаблонизаторов. Для этих тестов использовано 3 типа заданий. Измерено время выполнения (для всех шаблонизаторов) и время компиляции (для интерпретируемых). Также измерен расход памяти на выполнение и компиляцию. Тестирование проведено для наиболее распространенных шаблонизаторов, а именно: Нативного; XSLT; Smarty; Twig.

В первом тесте осуществляется вывод 10000 переменных. Данные для вывода заданы в XML-файле, который, в случае использование Smarty, Twig или нативного шаблонизатора, преобразуется в ассоциативный массив.

Измерение времени выполнения производится при помощи вставки в код конструкции следующего вида

```
$start = microtime(true);
…
echo microtime(true)-$start;
```

Измерение расхода памяти производится при помощи вставки в код конструкции следующего вида

```
$pid = getmypid();
exec("ps -eo%mem,rss,pid | grep $pid", $output);
$output = explode(" ", $output[0]); echo $output[1] * 1024;
```

Результаты теста приведены в таблице 1.

Таблица 1

1 измерение	Нативный	Smarty		Twig		XSLT
		Выполнение	Компиляция+выполнение	Выполнение	Компиляция+выполнение	
Память (Кбайт)	26504	34200	49752	37080	77268	51596
Время (с)	0,082	0,192	7,847	0,091	4,32	11,57
(2)Память (Кбайт)	26842	39452	53308	31624	76916	45548
Время (с)	0,034	0,191	7,507	0,097	4,33	11,27
(3)Память (Кбайт)	27196	35736	54836	36021	77852	45364
Время (с)	0,149	0,191	7,544	0,095	4,303	11,61
(ср)Память (Кбайт)	26697	36462	52632	34908	77345	47502
Время (с)	0,088	0,191	7,632	0,094	4,317	11,48

3. Заключение

По результатам тестирования можно сделать следующие выводы. Наиболее быстрым является Smarty, наиболее медленным — Twig. Потребление памяти у Smarty и XSLT примерно равно, у Twig больше, чем у XSLT и Smarty.

Выполнена классификация шаблонизаторов. Представлены примеры шаблонизаторов. Приведено краткое описание их функциональности, проведено тестирование требований к вычислительным ресурсам компьютера.

4. Список литературы

[1] Smarty vs. Twig: производительность. [Электронный ресурс] / Хабр. — Режим доступа: https://habr.com/ru/articles/128083/.

[2] Тест производительности XSLT как шаблонизатора. [Электронный ресурс] / ЖЖ. — Режим доступа: https://ibnteo.livejournal.com/21668.html.

COMPARISON OF TEMPLATE ENGIN PERFORMANCE

Galata V. R., Murzin V. M., Murzin D. G.
Scientific adviser: Murzin D. G.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The speed of the task is considered and studied, as well as the amount of memory that is needed for different types of template engines.

ВАЛИДАЦИЯ ФОРМ С ПОМОЩЬЮ БИБЛИОТЕКИ REACT-HOOK-FORM

Галата В. Р., Мурзин В. М., Мурзин Д. Г.
Научный руководитель: канд. техн. наук Мурзин Д. Г.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: galatavova1@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены базовые возможность библиотеки react-hook-form. Приведены примеры взаимодействия библиотеки.

1. Введение

В коммерческих разработках часто возникает необходимость уменьшить затраты времени, а также делать код более читабельным в том или инои проекте. Для этого созданы различные библиотеки. Одна из них react-hook-form, может предоставить множество вариаций работы с валидацией форм.

2. Основная часть

Чтобы установить разбираемую библиотеку в проект, понадобится прописать в терминале npm I react-hook-form или же yarn add react-hook-form. Перед началом использования нужно импортировать хук useForm в тот компонент, где он будет использоваться.

Далее нужно инициализировать сам хук с объектами и параметрами, которые в дальнейшем понадобятся.

Возьмем самое базовое register для регистрации полей формы, fromState для задания различных свойств, например, errors, а также метод handleSubmit, выступающий в роли обертки для отправки формы. Далее задаем функцию onSubmit, которая будет принимать данные из формы, где мы так же посредством alert будем видеть данные, отправляемые без ошибок.

```
  const {
    register,
    formState:{errors,isValid},
    handleSubmit,
    reset,
  } = useForm({
   mode:'onBlur'
});
  const onSubmit =(data)⇒{
    alert(JSON.stringify(data));
    reset();
  }
```

Рис. 1

Как можно заметить, в параметрах хука есть объект mode. Он позволяет выбрать один из пяти режимов отправки валидации. В данном примере выбран один из популярных режимов onBlur, который позволяет выводить валидацию при удалении фокуса с элемента. Например, если убрать фокус от инпута, на котором была поставлена обработка ошибок. Так же есть метод reset, которые позволяет при вызове валидации очистить формы от данных.

Далее рассмотрим непосредственно сами формы валидации на примере ввода имени пользователя и пароля.

```
<div className='ModalLogin'>
  <form onSubmit={handleSubmit(onSubmit)}>

    <p className='PopupLogin'>Вход в систему</p>
    <p className='UserName'>Имя пользователя</p>
    <input style ={{borderRadius: "6px", height: "50px", width: "301px"}}
    type="text"
    className='InputLogin'
    {...register('Login',{
      required: "Поле обязательно к заполнению",
      minLength:{
        value:5,
        message:"Минимум 5 символов"
      },
      maxLength:{
        value:10,
        message:"Максимум 10 символов"
      }
      })}/>
  </div>
```

Рис. 2

После инициализации формы в инпуте используем метод register, в параметрах которого задается уникальное имя и объекты. В вышеизложенном примере используются required, которое задает обязательное поле и minLength/maxLength — минимальное и максимальное значения поля.

Далее инициализируется поле с предполагаемым паролем.

```
<p className='UserPassword'>Пароль</p>
<input style ={{borderRadius: "6px", height: "40px", width: "301px"}} type="password"   className='InputPas
{...register('Password',{
  required: "Поле обязательно к заполнению",
  minLength:{
    value:3,
    message:"Минимум 3 символа"
  }
  })}/>
<div
 style={{height:'20px'}}>{errors?.Password &&
  <p
    style={{fontSize:'14px',backgroundColor: 'red',borderRadius: '6px' }}>
     {errors?.Password?.message || "Error!"}

  </p>}
</div>
```

Рис. 3

Так же под каждым полем задается отрисовка по условию, которая отрабатывается при наличии ошибок, задаваемых в параметрах полей.

3. Заключение

Таким образом, выше приведенная валидация позволяет обеспечить простую работу с формами, не нагружая проект лишним кодом, что является важным требованием при коммерческой разработке.

4. Список литературы

[1] Дронов В. А. React 17 / В. А. Дронов — М. : БХВ, 2022. — 384 с.

VALIDATION OF FORMS USING THE REACT-HOOK-FORM LIBRARY

Galata V. R., Murzin V. M., Murzin D. G.
Scientific adviser: Murzin D. G.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The basic features of the react-hook-form library are considered. Examples of library interaction are given.

РАЗРАБОТКА VR-ТРЕНАЖЕРА МОНТАЖА ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Прокопчик С. Е.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия
E-mail: sep10@tpu.ru

Аннотация — В работе рассматривается результат разработки механик интерактивного взаимодействия для обучения пользователей монтажу линии электропередач в виртуальном пространстве.

1. Введение

На производствах имеется необходимость в распределении на территории электроэнергии, полученной извне. Для обеспечения этого процесса необходимы сотрудники, обученные прокладке и обслуживанию линии электропередач. При этом на текущий момент процесс обучения специалистов содержит в себе ряд узких мест:

— время обучения специалистов занимает от 4 лет с дополнительной адаптацией на производственном предприятии;

— в обучение вкладывается много теоретических знаний, которые дают недостаточный обратный отклик в практике;

— появляются риски для жизни и здоровья персонала при проведении работ;

— повышаются ресурсозатраты производства при совершении ошибок персоналом.

Целью работы является минимизация выявленных узких мест при обучении специалистов посредством интеграции в обучающий процесс тренажеров с использованием виртуальной реальности. Это позволит:

— сократить срок адаптации на производственном предприятии;

— во время обучения продемонстрировать практическое применение теоретических знаний;

— снизить риски для здоровья и жизни в процессе обучения и работы [1];

— избавить производство от дополнительных ресурсозатрат при совершении ошибок персоналом и на его обучение [3].

2. Основная часть

Предложенный тренажер должен реализовывать следующие задачи: установка монтажных опор, подъем и спуск по опорам в соответствии с техникой безопасности, прокладка и натяжение кабеля, закрепление кабеля на опорах, проверка кабеля на разрыв, подключение кабеля к распределительному щиту, интеграция тренажера в обучающую среду.

Для реализации тренажера был использован игровой движок Unity с дополнительными ассетами для визуализации динамики движения кабеля и упрощения работы с устройствами виртуальной реальности. Была реализована упрощенная механика строительства разных типов опор с определением безопасных зон для строительства и очередностью прокладки кабеля. Поднятие и спуск по опорам реализованы в соответствии с техникой безопасности при работе на высоте и применены способы передвижения по опоре, реализуемые с использованием устройств виртуальной реальности без отслеживания ног.

Физически корректный кабель прокладывается автоматически, что позволяет сохранить стабильность системы и ускорить процесс прокладки. Натяжение кабеля происходит с использованием портативной лебедки, изменяя длину кабеля между опорами с отслеживанием приложенной силы в зависимости от стрелы провеса кабеля [2].



Рис. 1

3. Заключение

Проложенный кабель демонстрируется на рисунке 1. Указанный кабель учитывает такие условия как: правильный выбор последовательности прокладки, пересечение пролетов кабеля друг с другом, сила натяжения кабеля.

Список источников

[1] Пятибрат, М. А. Применение виртуальной реальности в учебном процессе военных учебных центров / М. А. Пятибрат // Тенденции развития науки и образования. — 2023. — № 98-2. — С. 16—20.

[2] Липкович, И. Э. Организационные основы безопасности работ при монтаже воздушных линий электропередачи / И. Э. Липкович, И. В. Егорова, Е. А. Блынский // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. — 2022. — Т. 7, № 3-1(25). — С. 19—33.

[3] Журихин, С. А. VR-технологии в обучении и развитии персонала / С. А. Журихин // Вестник Университета правительства Москвы. — 2022. — № 2(56). — С. 46—51.

DESIGN OF A VR SIMULATOR FOR POWER LINE INSTALLATION

Prokopchik S. E.
National Research Tomsk Polytechnic University, Russia

Abstract — In the paper, the result of design of interactive intercommunion mechanics for training users to install power lines in virtual space is considered.



Секция 10

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ И ИНФОРМАЦИИ

БЕЗОПАСНОСТЬ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Максимовская Н. Л., Коротун И. С., Федяев Ю. А.
Научные руководители: Максимовская Н. Л., д-р техн. наук, проф. Афонин И. Л.
Черноморское высшее военно-морское училище им. П. С. Нахимова, Россия

Аннотация — Безопасность это одна из наиболее актуальных проблем в области ИТ в настоящее время, ввиду сильной зависимости повседневной деятельности человечества от компьютерных технологий и ввиду резко возрастающего числа сетевых атак (киберпреступности). Особенно важна безопасность для операционных систем и сетей как основных объектов атак.

1. Введение

Безопасность — это защита от внешних атак. В настоящее время наблюдается значительный рост числа самых разнообразных атак хакеров, угрожающих целостности информации, работоспособности компьютерных систем и зависящих от них компаний, благосостоянию и личной безопасности людей. Для защиты от атак необходимы специальные меры безопасности, компьютерные технологии и инструменты.

2. Основная часть

Одной из наиболее широко используемых мер является аутентификация пользователей, которая чаще всего реализуется через логины и пароли. Пароли должны сохраняться в секрете, периодически меняться, не быть легко угадываемыми. Однако, в большинстве случаев наиболее распространённые и примитивные методы защиты информации (такие, как например парольная аутентификация) оказываются недостаточны из-за большой разновидности кибератак. Различаются следующие виды атак: троянские программы; входы в ловушку (обход подсистемы безопасности); использование переполнения стека или буфера; черви — самовоспроизводящиеся программы, распространяемые через сеть; вирусы — фрагменты кода, присоединяющиеся к обычным программам с вредоносными целями;

В настоящие время отдельное место в этом списке занимают нейросети. Нейросеть — это система, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей — сетей нервных клеток живого организма. Нейросети способны выявлять и распространять личные данные пользователей, чем в свою очередь могут воспользоваться злоумышленники. Кроме того, имеет место возможность получения руководства нейросетей доступа к данным пользователей и их запросам.

Крупные компании (Apple, Samsung) уже запретили своим сотрудникам пользоваться любыми нейросетями во избежание потери интеллектуальной собственности, а на территории Италии нейросеть и вовсе запрещена (по обвинению компании разработчика нейросети в нарушении сохранности данных пользователей).

В любой компьютерной системе должна быть реализована подсистема безопасности, которая должна проверять внешнее окружение системы и защищать ее от:

— несанкционированного доступа;
— злонамеренной модификации или разрушения;
— случайного ввода неверной информации.

Примером такой подсистемы является Брандмауэр. Брандмауэр — системное программное обеспечение для защиты локальной сети от внешних атак. Брандмауэр помещается между «доверенными» и «не доверенными» компьютерами — например, компьютерами данной локальной сети и всеми остальными. Брандмауэр ограничивает сетевой доступ между двумя различными доменами безопасности. Встроенный брандмауэр имеется во всех современных операционных системах и по умолчанию включен. Настоятельно рекомендуется не отключать его, что особенно существенно при выходе в Интернет. Реализация брандмауэров, как правило, основана на фильтрации сетевых пакетов, пересылаемых с «надёжных» и потенциально ненадёжных IP-адресов. Другим распространённым методом защиты персональных данных является криптография.

Криптография — это преобразование понятного текста в зашифрованный текст. Методы криптографии широко используются для защиты конфиденциальной информации. Примером криптования, используемым в Web-технологиях, является SSL (Secure Socket Layer) — семейство криптографических протоколов, предназначенное для обмена криптованными сообщениями через сокет.

3. Заключение

Проблема безопасности персональных данных была актуальна всегда.

Trustworthy Computing (TWC) Initiative — инициатива под таким названием (инициатива надежных и безопасных вычислений) объявлена в 2002 г. в историческом электронном письме основоположника корпорации Microsoft Билла Гейтса всем сотрудникам компании.

Основная суть инициативы TWC заключается в том, что безопасности необходимо уделять особое внимание при разработке программной системы, начиная с самых ранних этапов. Однако этим инициатива TWC не исчерпывается — смысл и цели ее гораздо шире и охватывают также экономические, юридические аспекты и «человеческий фактор». Microsoft финансировала обучение основам TWC (Следует отметить, что обучение TWC в университетах в мире только начато. Наибольшее внимание этим вопросам в первую очередь уделяют университеты военного направления), разработала и внедрила новую схему SDLC жизненного цикла разработки безопасных программ. Суть SDLC заключается в том, что безопасности уделяется постоянное внимание на всех этапах жизненного цикла, выполняется анализ рисков, связанных с безопасностью, статические проверки и тестирование кода на безопасность.

Принципы TWC воплощены во всех новых версиях продуктов Microsoft.

4. Список литературы

[1] Сафонов, В. О. Операционные системы и сети : лекция [Электронный ресурс] / В. О. Сафонова. — Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233210
[2] Информатика : учебник / Под общ. Ред. А. Н. Данчула. — М. : Изд-во РАГС, 2004. — 528 с.

SECURITY AND METHODS FOR PROTECTING PERSONAL DATA

Maksimovskaya N. L., Korotun I. S., Fedyaev Yu. A.
Scientific adviser: Maksimovskaya N. L., Afonin I. L.
Black Sea Higher Naval School named after P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — Security is one of the most pressing problems in the field of IT at present, due to the strong dependence of the daily activities of mankind on computer technologies and due to the sharply increasing number of network attacks (cybercrime). Security is especially important for operating systems and networks as the main targets of attacks.

БЕЗОПАСНОСТЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРИ РЕШЕНИИ СЛОЖНЫХ ЗАДАЧ

Максимовская Н. Л., Червоненко Д. А.
Научный руководитель: Максимовская Н. Л., д-р техн. наук, проф. Афонин И. Л.
Черноморское высшее военно-морское училище им. П. С. Нахимова, Россия

Аннотация — Основная идея статьи безопасность применения ИСБ, которая представляет собой объединение на одной платформе нескольких систем безопасности одновременно, то есть обеспечение их совместной работы в рамках одной целой системы для решения математических и логических задач.

1. Введение

Искусственный интеллект (ИИ) требует от военных специалистов применения знаний в области информационных технологий. Одним из важных направлений ИИ до сих пор считается целенаправленное поведение роботов (создание интеллектуальных роботов, способных автономно совершать операции по достижению целей, поставленных человеком). *Intellectus* (от лат. познание, понимание, рассудок)

— способность мышления, рационального познания. Предметом изучения науки «искусственный интеллект» является человеческое мышление.

Ученые ищут ответ на вопрос: как человек мыслит? Цель этих исследований — создать модель человеческого интеллекта и реализовать ее на компьютере. Основная задача ИИ — развитие формальных средств представления и обработки знаний — весьма близка к функции самой математики.

2. Основная часть

Если же обратиться к истории, то предпосылками для создания концепции искусственного интеллекта стали научные изыскания в области построения математической модели искусственного нейрона и нейронной сети на базе наблюдений за живыми организмами и естественными нейронами. В 1943 г. Американские нейрофизиологи Уоррен Маккаллок и Вальтер Питтс в своей научной статье: «Логическое исчисление идей, относящихся к нервной активности, предложили, что сеть, состоящая из аналогичных природных искусственных нейронов, может выполнять логические и математические операции». Выдающийся британский учёный Алан Тьюринг в 1948 г. Опубликовал статью «Разумные машины», а в 1950 г. — работу «Вычислительные машины и разум», в котором описываются концепции машинного обучения и искусственного интеллекта.

На базе формальной логики возникла математическая логика. Цель математической логики выявление и систематизация логических процедур, употребляемых в математических рассуждениях.

Интерес к математической логике — этой быстрорастущей области современной математики — всё более возрастает и обусловлен тем, что эта, казалось бы, наиболее абстрактная область математики находит широкие и важные приложения в самых разнообразных областях науки и техники, начиная от трудных задач теории групп до конкретных задач синтеза автоматов или проблем математической лингвистики.

Основные понятия современной математической логики были впервые изложены в XIX веке в работах английских математиков Дж. Буля и А. де Моргана, немецких математиков Г. Фреге и Е. Шредера, русского математика П.С. Порецкого. Математическая логика представляет важнейшее средство анализа знаний и рассуждений. Она выполняет роль блюстителя логических игр и правил в подавляющем большинстве систем искусственного интеллекта.

Среди подсистем могут быть системы контроля и управления доступом (СКУД), видеонаблюдения, охранной пожарной сигнализации. Результатом ИСБ будет срабатывание какого–либо охранного датчика выводится автоматически изображение с видеокамеры, которая просматривает зону расположения этого датчика, при этом оператор с этого рабочего места может дать команду СКУД заблокировать двери, прилегающие к зоне проникновения.

Цель искусственного интеллекта — формирование аппарата метазнаний, способного объединить философию, психологию, математику и распространить «новый порядок» симбиоза человека и компьютера на все науки, виды деятельности и даже искусство. Таким образом, оказалось, что основная задача ИИ — развитие формальных средств представления и обработки знаний — весьма близка к функции самой математики. При изучении задач, для решения которых является прогнозирование временных рядов с заданной точностью являются тригонометрические ряды. Сети прямого распространения с сигноидальной активационной функцией не дают представить ошибку по количеству скрытых нейронов. Для того, чтобы предсказать ошибку стоит использовать какой-нибудь ряд для скорости сходимости которого есть расчётные формулы. В качестве такого ряда был выбран ряд Фурье. Например, распознавание цели для чёткого алгоритма применяют ряд Фурье. Эти ряды удобны для разложения периодических функций, описывающих различные периодические процессы (например, переменный ток и показатели качества электрической энергии), таким образом, разложение периодической функции в тригонометрический ряд Фурье сводится к вычислению определённых интегралов и записи функциональной зависимости функции.

3. Заключение

Проблема безопасности ИС была актуальна всегда. На сегодняшний день интеллектуальные роботы вышли из области чисто научных разработок и становятся такими же необходимыми элементами повседневной жизни, как телевидение и сотовая связь. Достичь поставленных целей — создание интеллектуальных роботов, поодиночке невозможно, поскольку с одной стороны технологии ИИ (искусственного интеллекта) должны управлять конкретным, а не «абстрактным» оборудованием, имеющим свои особенности управления, а с другой стороны — робототехника не может обойтись без технологий ИИ.

SECURITY AND METHODS FOR PROTECTING PERSONAL DATA

Maksimovskaya N. L., Chervonenko D. A.
Scientific adviser: Maksimovskaya N. L., Afonin I. L.
Black Sea Higher Naval School named after P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — The main idea of work is safety of using ISS, which is the integration of the integration of several security systems simultaneously on one platform, that is, ensuring their collaboration within one whole system to solve mathematical and logical problems.

СИСТЕМА ОПОВЕЩЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ ДЛЯ СЛАБОВИДЯЩИХ ЛЮДЕЙ

Косолапова А. О., Золотенкова М. К.
Научный руководитель: Егоров В. В.
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Россия
E-mail: nstskosolapova@gmail.com

Аннотация — Для обеспечения безопасности слабовидящих людей на объектах социальной инфраструктуры предлагается внедрение системы информирования ультразвукового диапазона. В работе приведены структурная схема такой системы, расчеты фильтров.

1. Введение

Основной проблемой слабовидящего человека является неполное восприятие окружающей действительности. Поэтому для самостоятельного передвижения по различным объектам социальной инфраструктуры слабовидящему человеку нужно иметь альтернативный источник информации, например, звуковой. Из-за отсутствия необходимых средств информирования люди с нарушением зрения ежедневно подвергаются серьёзной опасности. Однако если оснастить общественные места передатчиками информационных сообщений ультразвукового диапазона частот, а слабовидящих — небольшими и легкими приемниками, то получится оградить их от множества окружающих опасностей.

2. Основная часть

Структурная схема передатчика и приёмника приведена на рис. 1, а и рис. 1, б соответственно.

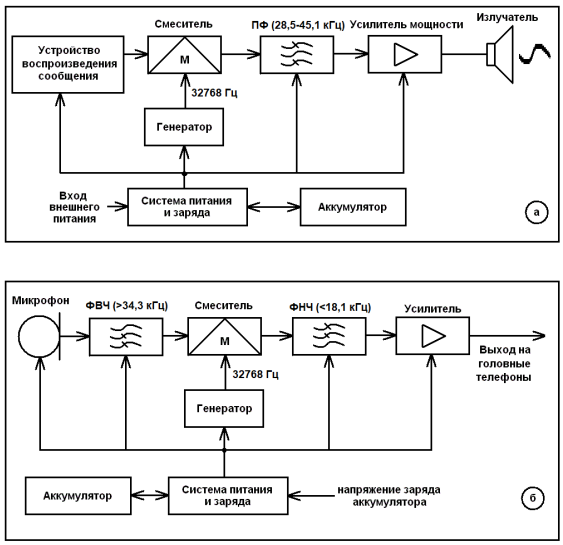


Рис. 1

Информационное сообщение в виде звукового сигнала поступает на смеситель, где в результате его перемножения с генератором опорной частоты 32768 Гц происходит формирование комбинационных частот, в том числе, в ультразвуковом диапазоне. Полученный сигнал поступает на полосовой фильтр, подавляющий все частоты, кроме диапазона 28,5—45,1 кГц. Далее сигнал проходит через усилитель мощности и излучается с помощью ультразвукового динамика. Система питания передатчика содержит аккумулятор и модуль его подзарядки от сетей освещения городских объектов.

Приемник работает по похожему принципу. Сообщение принимается ультразвуковым микрофоном, далее сигнал поступает на фильтр верхних частот с граничной частотой 34,3 кГц, схема, амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики которого представлены на рис. 2. После этого сигнал также поступает на смеситель, где происходит его перемножение с гармоническим сигналом 32768 Гц. На выходе сигнал проходит через фильтр нижних частот, на котором подавляются все частоты выше 18,1 кГц. Далее также сигнал проходит через усилитель и подается на головные телефоны. Питание приемника происходит от небольшого литиевого аккумулятора.

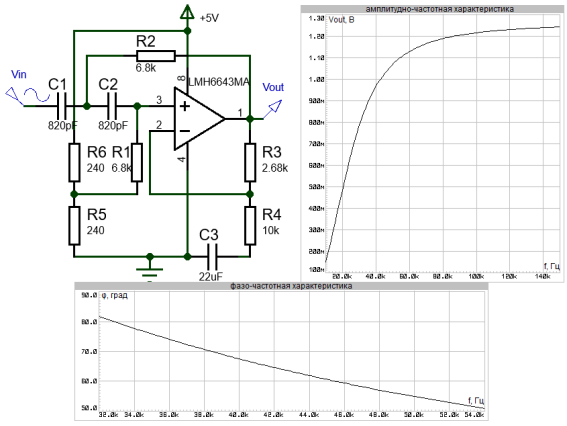


Рис. 2

3. Заключение

В ходе работы был собран прототип данной системы, а также произведен расчет всех фильтров. Проведенные эксперименты показали, что данная разработка является очень перспективной и может быть внедрена в городскую инфраструктуру.

4. Список литературы

[1] Григорьев, А. А. Лекции по теории сигналов: учеб. пособие / А. А. Григорьев. — М. : МФТИ, 2014. — 237 с.
[2] Богатиков, Е. В. Устройство обнаружения и цифровой обработки ультразвуковых сигналов / Е. В. Богатиков, А. Н. Шебанов, К. Э. Ангарита Лорес // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. — 2019. — Т.12, № 3. — С. 25—36.

ULTRASONIC FREQUENCY RANGE WARNING SYSTEM FOR VISUALLY IMPAIRED PEOPLE

Kosolapova A. O., Zolotenkova M. K.
Scientific adviser: Egorov V. V.
Moscow Aviation Institute, Russia

Abstract — To ensure the safety of visually impaired people at social infrastructure facilities, it is proposed to introduce an ultrasound-band information system. In the paper, the block diagram of such a system and calculations of filters are presented.

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТЫ ШЛАГБАУМА С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА iCCTV

Нудьга А. А., Цапик Д. К., Горлова А. А., Полтавская С. С., Степанов И. А.
Научные руководители: Цапик Д. К., канд. техн. наук, доц. Нудьга А. А.
Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского, Россия
E-mail: alexandragorlova10a@gmail.com, sofiapoltavskaya05@gmail.com

Аннотация — Предложена реализация системы автоматического доступа по государственным регистрационным номерам автомобилей с помощью интеллектуального программного комплекса iCCTV на базе шлагбаума CAME GARD.

1. Введение

Организация пропускного режима при большом количестве автомобилей нуждается в использовании компьютеризированных систем с базой данных, поскольку крайне проблематично проверять государственный регистрационный номер (далее - г/н), а также сопоставлять его с конкретной моделью автомобиля вручную.

На сегодняшний день существуют методы, позволяющие распознавать г/н [1] и модели автомобилей [2] с использованием нейронных сетей. Готовые решения, например, комплекс iCCTV v1.0.7.5 Light [3], позволяет анализировать видеопоток с выдачей результатов распознавания.

В работе показано как на основе полученных данных обработки видеопотока, таких как г/н, осуществлять открытие на въезд шлагбаума.

2. Основная часть

Для регистрации видеопотока в технологическое отверстие шлагбаума CAME GARD установлена влагозащищённая камера с USB интерфейсом. Использование USB обусловлено низкой задержкой передачи видеопотока, по сравнению с интерфейсом Wi-Fi или Ethernet IP-видеокамер.

Обработка видеопотока осуществляется комплексом iCCTV v1.0.7.5 Light, который передаёт данные о г/н, а также дату и время в программу-регистратор. Программа-регистратор построена на XAMPP и осуществляет управление шлагбаумом, а также регистрацию въехавших г/н автомобилей. В качестве устройства управления шлагбаумом используется приставка (Рис. 1), помещённая в корпус клавиатуры компьютера на котором установлена программа-регистратор.

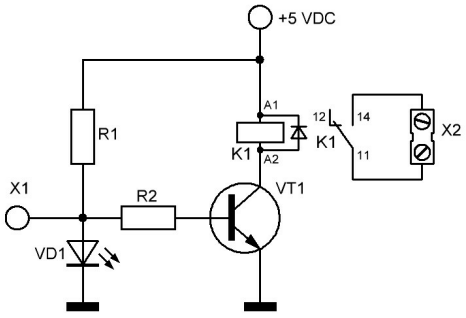


Рис. 1

Контакт X1 подключен к выводу «Scroll Lock» контроллера клавиатуры, выводы контактной группы X2 подключаются параллельно кнопки управления шлагбаумом.

При обнаружении в видеопотоке номера автомобиля, имеющего право проезда, комплекс iCCTV посылает POST-запрос программе-регистратору на открытие шлагбаума, которое происходит путем выполнения VBS-скрипта, который включает светодиод «Scroll Lock», что приводит к открытию транзистора VT1 и замыканию контактов реле K1 — происходит поднятие шлагбаума (повторное включение «Scroll Lock» опускает шлагбаум).

Программный комплекс iCCTV имеет возможность различать направление потока автомобилей, что позволяет сократить количество камер на управление шлагбаумом. Для осуществления открытия шлагбаума на выезд используется индукционная петля [4].

3. Заключение

Предложенная система автоматизации работы шлагбаума является эффективным и многофункциональным подходом к обеспечению безопасности и упрощению процесса проезда на территорию объектов. Она позволяет значительно улучшить качество работы персонала, повысить общий уровень безопасности, снизить затраты на эксплуатацию и сократить время реагирования на чрезвычайные ситуации.

4. Список литературы

[1] Gnanaprakash, V. Automatic number plate recognition using deep learning / V. Gnanaprakash, N. Kanthimathi, N. Saranya // IOP Conference series: materials science and engineering. — IOP Publishing, 2021. — Vol 1084, No 1. — P. 012027.

[2] Huttunen, H. Car type recognition with deep neural networks / H. Huttunen, F. S. Yancheshmeh, K. Chen // 2016 IEEE intelligent vehicles symposium (IV). — IEEE, 2016. — P. 1115—1120.

[3] iCCTV — IntBuSoft [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://intbusoft.com/icctv/ (дата обращения: 01.07.2023).

[4] Макет автоматического классификатора транспортных средств / И. Коптелов [и др.] // Информационные технологии и системы. — 2014. — С. 350—356.

AUTOMATION OF THE BARRIER BY THE iCCTV SOFTWARE COMPLEX

Nudga A. A., Tsapik D. K., Gorlova A. A.,
Poltavskaya S. S., Stepanov I. A.
Scientific advisers: Tsapik D. K., Nudga A. A.
V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Russia

Abstract — A implementation of an automatic access system for state registration numbers of cars using an intelligent iCCTV software package based on the CAME GARD barrier is proposed.

ПРОТОТИП ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ ПО ПРАВОВОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

Девицына С. Н., Монин Н. Д, Тузов Н. А., Проскуряков К. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Девицына С. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: monin.nik@list.ru

Аннотация — Создан прототип информационно-образовательного портала, предназначенного для повышения уровня цифровой и правовой грамотности обучающихся в сфере информационной безопасности.

1. Введение

Согласно статистике по РФ за 2022 год [1, 2], 41 % обычных пользователей не осведомлены о киберугрозах, только 57 % пользователей имеют понимание цифровой конфиденциальности, 69 % имеют базовый уровень цифровой грамотности и всего 29 % имеют продвинутый уровень цифровой грамотности. Наблюдается невысокий уровень правовой и цифровой грамотности, поэтому актуальна задача создания современных инструментов для повышения компетенции пользователей в сфере правового обеспечения информационной безопасности.

2. Основная часть

Разработанный продукт представлен в удобном и привычном для пользователя формате сайта, имеющего навигацию с разделами по видам нормативно-правовых документов.

На портале предусмотрена возможность систематизации материалов по типам информационных систем, например, КИИ (Критическая информационная инфраструктура), ИСПДн (Информационные системы персональных данных), ГИС (Государственные информационные системы). Также реализован механизм авторизации обучающихся по логину и паролю для входа в систему и получения прав на использование материалов. Предусмотрены и инструменты контроля усвоения материалов в виде тестовых заданий.

Целевая аудитория, для которой был разработан продукт: обучающиеся СУЗ'ов, ВУЗ'ов; обучающиеся курсов повышения квалификации; учебные заведения и организации; частные лица.

На рис. 1 показан прототип страницы с ответом на запрос пользователя по конкретному нормативно-правовому акту (НПА). В показанном примере пользователь решил просмотреть краткое содержание и текст Федерального закона.

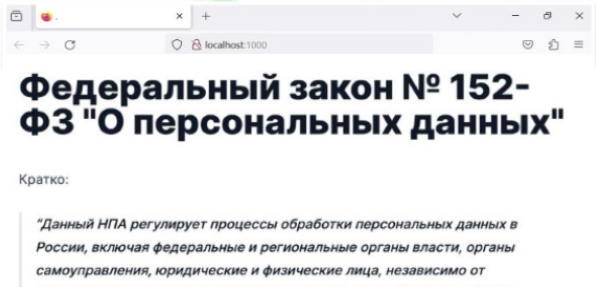


Рис. 1

При составлении баз данных с текстами нормативных документов использовались официальные ресурсы Правительства Российской Федерации с опубликованными документами, и самые актуальные версии документов. Также использовались только документы, опубликованные в открытом доступе.

Так как в законодательных актах бывают изменения, предусмотрено развитие проекта — то есть отслеживание появления новых версий или поправок с обновлением баз данных. Кроме того, в дальнейших версиях продукта планируется использование средств искусственного интеллекта для составления краткой «выжимки» (краткого содержания) из нормативно-правовых документов по запросу пользователя.

На рис. 2 показан пример теста для контроля усвоения материала.

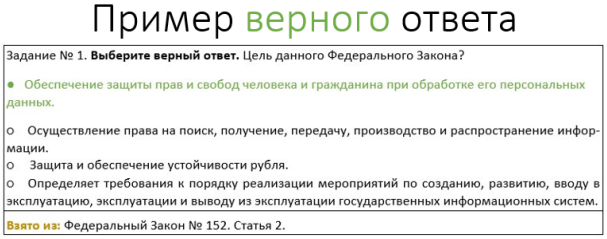


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, был разработан ресурс для повышения цифровой и правовой грамотности пользователей в сфере ИБ. Отличием данного продукта от общеизвестных порталов с НПА является возможность подбора материалов и составление списков источников автоматически под запрос пользователя, с учетом выбора перечня документов для конкретного типа информационной системы (ИСПДн, КИИ, ГИС), а также наличие средств контроля усвоения материала (тестов).

4. Список литературы

[1] НАФИ. В России выросла доля людей с продвинутым уровнем цифровой грамотности [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://nafi.ru/analytics/v-rossii-vyrosla-dolya-lyudey-s-prodvinutym-urovnem-tsifrovoy-gramotnosti/ (Дата обращения: 01.11.2023).

[2] SEOnews. Навыки кибербезопасности россиян – ниже среднего по миру. Исследование [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.seonews.ru/events/navyki-kiberbezopasnosti-rossiyan-nizhe-srednego-po-miru-issledovanie/ (Дата обращения: 01.11.2023).

A PROTOTYPE OF AN EDUCATIONAL PLATFORM FOR THE LEGAL PROVISION OF INFORMATION PROTECTION

Devitsyna S. N., Monin N. D., Tuzov N. A., Proskuryakov K. A.
Scientific adviser: Devitsyna S. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A prototype of an information and educational portal designed to increase the level of digital and legal literacy of students in the field of information security has been created.

СОЗДАНИЕ АЛГОРИТМА РЕАГИРОВАНИЯ НА СЕТЕВЫЕ ИНЦИДЕНТЫ ИБ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Гладунов Д. С.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Девицына С. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: sndevitsyna@sevsu.ru

Аннотация — Создан алгоритм выявления сетевых инцидентов ИБ, способный реагировать на них, и использующий в своей структуре машинообучаемые модели.

1. Введение

Специалисты по защите информации ежедневно фиксируют рост числа сетевых атак на ключевые объекты информационной инфраструктуры России. Для повышения эффективности противодействия сетевым угрозам принято решение разработать алгоритм обнаружения и реагирования на сетевые инциденты ИБ с использованием технологий машинного обучения.

2. Основная часть

Алгоритм целесообразно разбить на блоки. Это решение позволит упростить реализацию, повысит отказоустойчивость отдельных модулей и позволит интегрировать в целевой алгоритм дублирующие модули, повышающие общую отказоустойчивость.

Разработанный алгоритм состоит из трёх основных модулей, а именно: модуля сбора данных; модуля анализа собранной информации; модуля реагирования. Рассмотрим функционал каждого из блоков.

Модуль сбора информации (МСИ) собирает данные о сети, что необходимо для последующего обнаружения и реагирования на инциденты. МСИ может использовать как базовые методы сбора информации о сети, такие как методы сбора сетевой информации операционной системы Linux, так и более сложные методы сбора данных, например, сетевые сканеры.

Модуль сбора данных (МСБ) занимается анализом собранной информации и классификацией на её основе обнаруженного инцидента ИБ. МСБ может использовать различные методы для обнаружения инцидентов ИБ, например, существующие программные, аппаратные или программно-аппаратные способы на основе баз данных сетевых угроз или аномалий в сети [1]. Также возможно использование сложных классификаторов сетевых инцидентов на основе машинообучаемых моделей [2].

Модуль реагирования (МР) предназначен для непосредственного реагирования на обнаруженный инцидент ИБ. Реализация данного модуля возможна исключительно с использованием технологий машинного обучения, так как МР должен обладать гибкостью, обучаемостью и адаптивностью для эффективного долгосрочного функционирования. Тип реакции на инцидент, реализуемый данным модулем, может быть настроен в соответствии с необходимыми требованиями, заложенными в создаваемый алгоритм.

После реагирования на обнаруженный инцидент ИБ на основе полученных данных, необходимо собрать информацию о том, какие последствия будут у принятых решений для реагирования. Для реализации данной задачи можно использовать первый модуль сбора информации. Эта информация необходима для обучения используемых в алгоритме машинообучаемых моделей. Собранная информация анализируется вторым модулем и сравнивается с тем, что требуется от алгоритма. Если алгоритм правильно среагировал на инцидент ИБ, то было сделано правильное решение, в ином случае происходит корректировка параметров машинообучаемых моделей. Решение показано на рис. 1.

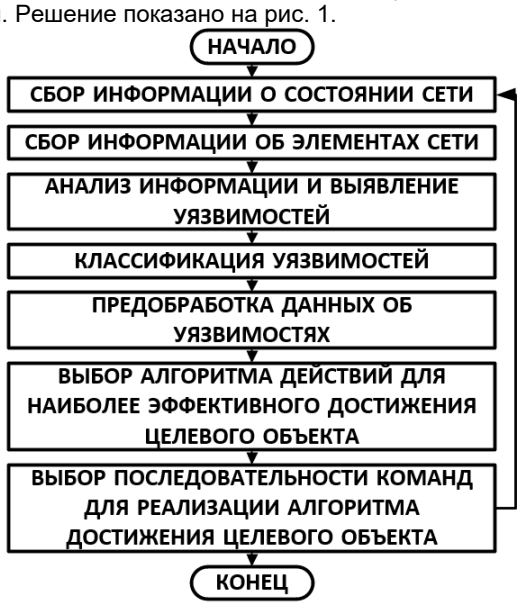


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, разработан алгоритм обнаружения и реагирования на инциденты ИБ, использующий технологии машинного обучения. Данный алгоритм способен реагировать не только на типовые инциденты ИБ, но также и на новые, опираясь на полученный алгоритмом предыдущий опыт.

4. Список литературы

[1] Катасёв, А. С. Нейросетевая диагностика аномальной сетевой активности / А. С. Катасёв, Д. В. Катасёва, А. П. Кирпичников // Вестник Казанского технологического университета. — 2015. — Т.18, №6. — С. 163—167.
[2] Комаров, А. Н. Классификация методов обнаружения атак / А. Н. Комаров // StudNet. — 2020. — №11. — 6 с.

CREATING AN ALGORITHM FOR RESPONDING TO NETWORK NFORMATION SECURITY INCIDENTS USING MACHINE-LEARNING TECHNOLOGIES

Gladunov D. S.
Scientific adviser: Devitsyna S. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — An algorithm has been created for detecting network incidents of information security, capable of responding to them, and using machine-learning models in its structure.

VIRTUAL PRIVATE NETWORK СЕРВИСЫ

Сметанина Т. И., Бородин М. А.
Научный руководитель: Сметанина Т. И.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: alexa.nit@mail.ru

Аннотация — Целью является изучение и рассмотрение VPN-сервисов в мире и их влияния на обеспечение анонимности и безопасности в интернете. Рассмотрены основные принципы работы VPN, преимущества и недостатки использования VPN-сервисов, а также рекомендации по выбору надежного VPN-провайдера.

1. Введение

В современном цифровом мире, где интернет играет ключевую роль в нашей повседневной жизни, вопросы безопасности и анонимности становятся все более актуальными. Поэтому, технология Virtual Private Network приобретает все большую популярность и значимость. VPN — это сетевая технология, которая позволяет создавать защищенное соединение между устройствами через общедоступные сети, такие как интернет. Основными принципами VPN являются шифрование данных и маршрутизация трафика через удаленные серверы, что обеспечивает повышенный уровень безопасности и конфиденциальности. VPN позволяет защитить нашу приватность и обеспечить безопасность передаваемой информации.

2. Основная часть

На рынке существует несколько типов VPN-сервисов, включая бесплатные, платные, корпоративные и собственные VPN-серверы. Бесплатные VPN-сервисы позволяют использовать VPN-соединение без оплаты, но часто ограничены в скорости и функциональности. Платные VPN-сервисы, напротив, требуют оплаты, но предоставляют больше возможностей, включая широкий выбор серверов, высокую скорость и дополнительные функции безопасности. Корпоративные VPN-сервисы ориентированы на предприятия и обеспечивают расширенные функции безопасности и централизованное управление для удаленных сотрудников. Собственные VPN-серверы создают пользователи, что позволяет им иметь полный контроль над соединениями и настройка.

Главные технические аспекты VPN-соединений. Шифрование данных играет ключевую роль в обеспечении безопасности и анонимности в интернете. Протоколы шифрования, такие как AES и RSA, применяются для защиты конфиденциальности передаваемой информации. Для установки и поддержки VPN-соединения используются специальные протоколы, включая OpenVPN, IPSec, L2TP/IPSec и WireGuard, которые обеспечивают безопасное соединение и высокую скорость. Технология туннелирования позволяет перенаправить весь сетевой трафик пользователя через защищенный туннель к VPN-серверу, обеспечивая анонимность и скрытие реального IP-адреса. Важно отметить различие между VPN и прокси: VPN-серверы создают защищенное соединение и маршрутизируют трафик через тунель, в то время как прокси-серверы действуют как посредники между пользователем и интернетом, обеспечивая анонимность.

Для максимального комфорта использования VPN-сервисов следует учесть следующие факторы.

Первоначально важно удостовериться, в каких географических регионах расположены серверы VPN-провайдера, чтобы обеспечить доступ в интернет из нужной страны. Важным критерием является скорость соединения, для чего стоит ознакомиться с отзывами пользователей и результатами тестов.

Также следует узнать, сколько устройств можно подключить к VPN-сервису одновременно, особенно если нужно защитить несколько устройств. Оценить наличие и качество клиентской поддержки также важно для успешного использования сервиса. С учетом этих факторов и основных критериев выбора, стоит подобрать VPN-провайдера, наилучшим образом соответствующего потребностям в безопасности, анонимности и функциональности.

Хотя VPN является важным шагом к обеспечению безопасности в интернете, существуют и другие меры. Для максимальной безопасности рекомендуется использовать безопасный браузер, например, Tor, с правильной настройкой и в связке с Multi-hop VPN подключением. Multi-hop означает последовательное использование нескольких VPN для повышения анонимности. Защита от сбора данных также важна: компании отслеживают онлайн-привычки и продают данные другим компаниям. Для предотвращения этого рекомендуется использовать блокираторы трекеров и куки. Не менее важно избегать идентификации через аккаунты в социальных сетях и других ресурсах. Следуя этим советам, можно обеспечить максимальную анонимность и безопасность при использовании VPN-сервиса.

3. Заключение

Таким образом, изучена важность VPN-сервисов для обеспечения безопасности и анонимности в современном обществе. Соблюдение мер безопасности, таких как выбор надежных провайдеров и сильных паролей, сыграет ключевую роль в правильном использовании VPN. Эти сервисы становятся все более важными для защиты данных и обеспечения доступа к информации, при этом важно учитывать потенциальные риски.

4. Список литературы

[1] Сети для самых маленьких. Часть седьмая. VPN [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://habr.com/ru/articles/170895/
[2] VPN: ещё раз просто о сложном [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://habr.com/ru/articles/534250/

VIRTUAL PRIVATE NETWORK SERVICES

Smetanina T. I., Borodin M. A.
Scientific adviser: Smetanina T. I.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The aim is to study and examine VPN world services and its impact on ensuring anonymity and security on the internet. The basic principles of VPN operation, advantages and disadvantages of using VPN services, as well as recommendations for choosing a reliable VPN provider, are considered.

ПРЕВЕНТИВНЫЕ МЕРЫ ПРОТИВ ВЗЛОМА КРИПТОВАЛЮТНЫХ КОШЕЛЬКОВ

Девицына С. Н., Хамди Т. Х., Панов Д. Р.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Девицына С. Н
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: tager.kham@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены варианты превентивных мер по предотвращению взлома криптокошелька.

1. Введение

Криптовалюта — это средство платежа, которое существует только в Интернете. Она не имеет физического вида, не имеет бумажного выражения, а также ценность данной валюты никак не зависит от государства и центральных банков различных стран.

Криптовалюта и сфера децентрализованных финансов часто подвергаются атакам со стороны хакеров. Так как это является перспективным, а также технологически развитым пространством, которое насыщено новыми технологиями и практически не регулируется, неудивительно, что многие злоумышленники используют его в качестве площадки, где они могут реализовать свои умения и знания. Именно поэтому важно и нужно знать меры против взлома своего криптовалютного кошелька от атак злоумышленников.

2. Основная часть

Рассмотрим рекомендации пользователю для защиты криптокошелька.

Один из основных инструментов технологии — это приватный ключ, который является по сути большой серией символов, состоящих из букв и цифр пример записи представлен в таблице 1. При любом переводе средств на другой счёт потребуется ввести индивидуальный приватный ключ [1].

Таблица 1

Формат WIF (51 символ, 5 в начале): 5JPeWYZx922hXi49Lg2RJPwLfqcmDGS9YegMNgANvx8cJa6kNK8.
Формат Hex (64 символа): 4BBFF74CA25A2A00409DCB24EC0418E9A41F9B3B56216A183E0E9731F4589DC6
Формат Base64 (44 символа): S7/3TKJaKgBAncsk7AQY6aQfmztWIWoYPg6XMfRYncY=

Нужно придумать пароль, который не схож ни с одним паролем других аккаунтов (социальные сети, игры, почта), который содержит не менее 16-ти символов. Его надежнее хранить на бумажном носителе.

Каждый пользователь криптокошелька при регистрации, помимо пароля от аккаунта, должен завести сид-фразу. Сид-фраза — это мнемоническая фраза, содержащая в себе 12 любых слов. Создаёт её сам владелец криптовалютного кошелька. При любой попытке доступа к криптовалютному кошельку Приложение попросит ввести эту сид-фразу для дальнейшего доступа [2].

Двухфакторная аутентификация (2FA) является достаточно надежным способом защиты аккаунта. Если злоумышленник нашел способ получить пароль пользователя, то ему придётся узнать, уникальный код из его телефона, который генерируется каждый раз при новом входе. Советуем завести бесплатный в использовании Google Authentificator.

Установите в браузер расширения Metamask или PhishFort. Если вы перейдете на потенциально опасный сайт, который числится в черном списке, то они выведут на экран предупреждение. PhishFort — это антифишинговый криптовалютный сервис, которым пользуются известные в этой индустрии компании, в том числе Exodus. A Metamask — это расширение для безопасной работы с разными с кошельками и криптовалютными биржами. Также используйте дополнительный параметр скрытия IP-адреса — VPN.

Для защиты сети сформируйте несколько разных SSID (Service Set IDentifier, т.е. имён сети) на маршрутизаторе. Один — для большей части компьютерной техники в помещении, второй — для гостей, третий — на отдельный компьютер для криптовалюты. Проверьте, что ни один из них не связан с другим, и все имеют индивидуальные, а также уникальные пароли. Также советуем никогда не пользоваться общедоступной точкой Wi-Fi сети, она наиболее уязвима для перехвата данных, которые отправляются через эту сеть.

3. Заключение

В результате было предложено 7 различных способов по обеспечению безопасности криптовалютного кошелька. Предложенные решения позволят улучшить степень защиты аккаунта пользователя от взлома, а также помогут предотвратить возможные финансовые потери.

4. Список литературы

[1] Приватный ключ биткоин-кошелька – что это такое, как выглядит, как получить и безопасно сохранить [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://profinvestment.com/private-key-bitcoin/ (Дата обращения: 01.09.2023).

[2] Основы криптобезопасности: так ли надежны seed-фразы и при чем тут человеческий фактор / Блог компании FirstVDS [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://habr.com/ru/companies/first/articles/696452/ (Дата обращения: 01.09.2023).

PREVENTIVE MEASURES AGAINST HACKING OF CRYPTOCURRENCY WALLETS

Devitsyna S. N., Khamdi T. H., Panov D. R.
Scientific adviser: Devitsyna S. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The options of preventive measures to prevent hacking of the crypto wallet are considered.

СТРУКТУРА СЛУЖБЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Склярук В. Л., Алексеева Е. С.
Научный руководитель: Склярук В. Л.
Черноморское высшее военно-морское училище им. П. С. Нахимова, Россия
E-mail: katya_subbotkina01@mail.ru

Аннотация — В данной статье рассматривается типовая структура службы безопасности.

1. Введение

Для предотвращения возможных угроз экономической безопасности предприятия необходимо создать службу безопасности, выработанная стратегия защиты и работа на опережение помогают более эффективно отражать внешние и внутренние угрозы. Эффективность достигается путём формирования правильной структуры службы экономической безопасности.

2. Основная часть

Руководство, как правило, волнует вопрос безопасности деятельности и предотвращение утечки информации. Кроме руководителей этот вопрос относится и к персоналу, имеющему доступ к конфиденциальной информации.

Для ответа на этот вопрос на предприятии создаётся, т.е. для обеспечения безопасности, создается соответствующая служба экономической безопасности (служба безопасности или СБ) в соответствии с законом «О безопасности» РФ от 28.12.2010 № 390-ФЗ (с изменениями и дополнениями, ред. от 10.07.2023).

Общая система рисков для экономической безопасности предприятия выглядит так:

— риски деятельности;
— информационные риски;
— риски персонала;
— инфраструктурные риски;
— финансовые риски.

Задачи, которые ставятся руководством в сфере безопасности, как правило, связываются с объектами защиты.

Главной задачей службы безопасности является своевременное выявление и нейтрализация ситуаций и причин, способных нанести ущерб. В соответствии с этим основными подзадачами будут:

— обеспечение защиты имущества предприятия;
— обеспечение безопасности персонала;
— защита коммерческой тайны.

В процессе функционирования служба безопасности осуществляет:

— анализ и расследование криминальных аспектов, влияющих на деятельность предприятия;
— установление фактов недобросовестной конкуренции;
— расследование фактов утечки информации.

Структура и штатное расписание служб безопасности определяются исходя из их целей, задач и функций. Типовая структура службы безопасности состоит из отделов, показанных на рис. 1.

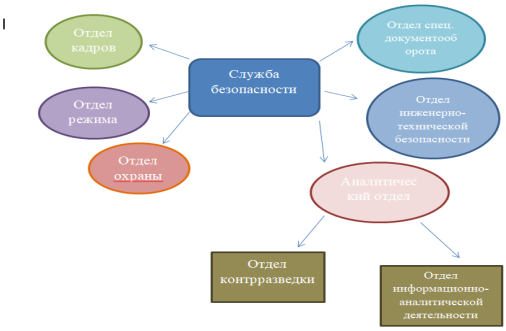


Рис. 1

Взаимоотношения между этими отделами регулируются специальными уставами и организационно-распорядительными документами.

Сотрудники службы безопасности могут нести юридическую, дисциплинарную и материальную ответственность.

Сотрудники службы безопасности обладают следующими правами:

— запрашивать у структурных подразделений необходимые материалы и документы для разработки защитных мероприятий;
— требовать от персонала предприятия соблюдения мер безопасности;
— получать доступ ко всем источникам и средствам передачи информации на предприятии.

3. Заключение

Можно сделать очевидный вывод, что со всеми этими задачами не может справиться исключительно СБ, а необходимо её взаимодействие с другими службами предприятия, например, с юридической службой, с ИТ-отделом и т.д.

4. Список литературы

[1] Бондина, Е. А. Формирование структуры экономической безопасности на предприятиях / Е. А. Бондина, С. Е. Чинахова // Молодой ученый. — 2017. — № 13 (147). — С. 253—257.

[2] Внутренняя безопасность предприятия [Электронный ресурс] / Компания «СёрчИнформ». — Режим доступа: https://searchinform.ru/informatsionnaya-bezopasnost/osnovy-ib/informatsionnaya-bezopasnost-v-otraslyakh/informatsionnaya-bezopasnost-predpriyatij/vnutrennyaya-bezopasnost-predpriyatiya/ (дата обращения: 09.09.2023).

STRUCTURE OF ECONOMIC SECURITY OF THE ENTERPRISE

Sklyaruk V. L., Alekseeva E. S.
Scientific adviser: Sklyaruk V. L.
Black Sea Higher Naval School named after P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — In the paper, the typical structure of the security service is discussed.

МОДЕЛЬ УГРОЗ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИИ

Склярук В. Л., Алексеева Е. С.
Научный руководитель: Склярук В. Л.
Черноморское высшее военно-морское училище им. П. С. Нахимова, Россия
E-mail: alena.subbotkina01@mail.ru

Аннотация — Модель угроз (безопасности информации) — это физическое, математическое и описательное представление свойств или характеристик угроз безопасности информации.

1. Введение

Модель угроз — это документ, назначение которого определить угрозы, актуальные для конкретной системы. Только по факту наличия у организации подобного документа законодательные требования по моделированию будут выполнены. Законодательство, в частности Федеральный закон №152 и Приказ ФСТЭК России №17 от 11.02.2013, предъявляют требования по защите к обширному перечню информационных систем, одно из них — определение вероятных угроз.

2. Основная часть

Порядок и содержание работ по определению угроз безопасности информации описано в методическом документе «Методика оценки угроз безопасности информации» (утв. ФСТЭК от 5 февраля 2021 г.), на приложение 3 которого нужно опираться при разработке и утверждении модели угроз.

Модель угроз должна состоять из следующих разделов:

1. Общие положения.

В нём должны быть описаны назначение, область действия, опорные нормативные правовые акты и необходимые реквизиты по информационным системам и сетям.

2. Описание систем и сетей и их характеристика как объектов защиты.

Здесь описываются наименования, класс защищенности, категория значимости, назначение, задачи, основные процессы, состав и архитектура, группы внешних и внутренних пользователей, внешние интерфейсы систем и сетей, взаимодействие систем и сетей с пользователями и иными системами и сетями, информационно телекоммуникационная инфраструктура и условия ее использования, нормативные правовые акты в соответствии с которыми создаются и функционируют системы и сети, а также необходимые приложения.

3. Возможные негативные последствия от реализации (возникновения) угроз безопасности информации.

В данном разделе описываются виды рисков (ущербов) и негативные последствия.

4. Возможные объекты воздействия угроз безопасности информации.

В этом разделе требуется наличие наименований и назначения компонентов систем и сетей, описание воздействий на компоненты систем и сетей, на которые могут произойти нежелательные последствия.

5. Источники угроз безопасности информации.

Должен включать категории потенциальных нарушителей, их характеристику, возможности и цели реализации угроз безопасности.

6. Способы реализации (возникновения) угроз безопасности информации.

Здесь необходимо описать способы реализации угроз и интерфейсы, которые могут использовать нарушители.

7. Актуальные угрозы безопасности информации.

В этом разделе приводится утвержденный перечень всех возможных угроз, выводы об актуальности угроз и описание возможных исходов реализации угроз безопасности.

Для разработки модели угроз необходимо использовать «Методику оценки угроз безопасности информации», которая содержит следующие требования к содержанию модели:

— определить все возможные объекты для атак (сведения об организации и законодательства);

— определить информационный ресурс (ПД, коммерческая тайна);

— определить модель нарушителя;

— оценка риска;

— оценить вероятные сценарии атак в Ваших системах;

— на основании собранной информации, утвердить модель угроз.

3. Заключение

Модель угроз — это один из главных элементов всего комплекса внутренних документов по ИБ, который должен содержать выявление вероятных угроз для информационной системы. Таким образом, необходимо использовать адекватный алгоритм построения модели угроз, а требования к структуре и содержанию предъявляет методика оценки угроз безопасности информации ФСТЭК.

4. Список литературы

[1] Приказ ФСТЭК России от 11.02.2013 №17 «Об утверждении Требований о защите информации, не составляющей государственную тайну, содержащейся в государственных информационных системах» (с изм. и доп.)
[2] Гончаров, А. М. Что такое базовая модель угроз ФСТЭК? [Электронный ресурс] / А. М. Гончаров // «РТМ ТЕХНОЛОГИИ». — Режим доступа: https://rtmtech.ru/articles/base-threat-model-fstek/?ysclid=lm64wc8dt4349975873.
[3] Методический документ «Методика оценки угроз безопасности информации» (утв. ФСТЭК 05.02.2021 г.)
[4] Пишем модель угроз [Электронный ресурс] / Блог компании Информационный центр]. — Режим доступа: https://www.pvsm.ru/informatsionnaya-bezopasnost/321921.

MODEL OF INFORMATION SECURITY THREATS

Sklyaruk V. L., Alekseeva E. S.
Scientific adviser: Sklyaruk V. L.
Black Sea Higher Naval School named after P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — A threat model (information security) is a physical, mathematical and descriptive representation of the properties or characteristics of information security threats.

ВЕЛИКИЙ КИТАЙСКИЙ ФАЙРВОЛ

Склярук В. Л., Чекирда Г. А.
Научный руководитель: Склярук В. Л.
Черноморское высшее военно-морское училище им. П. С. Нахимова, Россия
E-mail: g-chekirda@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена система защиты китайского национального сегмента сети Интернет.

1. Введение

В Китае национальный сегмент сети Интернет преобразован в собственный, практически автономный, «Китайский Интернет», в котором нет места американским новостным сайтам и прочим западным информационным ресурсам.

Китайское представление об Интернете сегодня в корне отличается от того, к чему привыкли пользователи Twitter, YouTube, Vimeo, Facebook и прочих популярных во всём мире социальных сетей и сервисов. В Китае их заменили такие национальные гиганты, как коммуникационно-развлекательный комбайн WeChat, социальная сеть Weibo и поисковая система Baidu.

2. Основная часть

Фан Биньсин считается создателем «Великого китайского файрвола» и начал работу над системой до достижения 40-летнего возраста. К концу 1990-х годов он был ответственен за информационную безопасность страны.

В 2001 году был завершен «Великий китайский файрвол». В течение нескольких лет правительство проводило испытания системы, главным образом на блокировании китайской версии Google в экспериментальных целях.

Официальная информация о «Великом китайском файрволе» до сих пор является государственной тайной, однако сейчас о нём появилось довольно много доступной информации.

Изначально «Великий китайский файрвол» был одним из многих проектов «Золотого щита». Однако позже его важность в фильтрации интернет-контента стала настолько очевидной, что он был выделен в отдельную единицу и переподчинен местному интернет-регулятору.

На первом этапе работы «Великого китайского файрвола» ресурсы, которые признавались вредоносными, блокировались по доменным именам и IP-адресам. В начале 2000-х годов это был основной метод, который был достаточным на тот период времени. В настоящее же время система защиты больше опирается на другие методы, хотя и база заблокированных IP-адресов тоже постоянно пополняется.

Вместе с этим параллельно в Китае проводится работа по деанонимизации пользователей сети. Иностранцы также не могут просто войти в сеть без регистрации, их данные обычно заносятся в базу данных сотрудниками гостиниц. В интернет-кафе требуется предоставить паспорт.

Впоследствии китайская система защиты смогла проверять и фильтровать сетевые пакеты по их содержимому. Если обнаруживается запрещенный трафик, то он перенаправляется на другой IP-адрес, что приводит к невозможности загрузить соответствующую веб-страницу.

В базе данных «Великого китайского файрвола» постоянно пополняется «чёрный список». Система защиты отслеживает сайты и, при обнаружении ключевых слов из «чёрного списка», блокирует доступ к данным информационным ресурсам. Именно на этом этапе происходит отказ на информационные услуги таких западных информационных гигантов, как Facebook, Twitter и Blogspot.

В Китае налажена эффективная система проверки сообщений в социальных сетях на наличие слов из чёрного списка. Сегодня в Китае защищать своё информационное пространство стало проще - ответственность за контент, созданный пользователями, перешла на администрации социальных сетей и сервисов.

«Великий китайский файрвол» постоянно совершенствуется, но и удачных попыток «взломать» его меньше не становится. При желании китайскую систему можно обойти. Вот только практически никто не хочет этого делать.

Удивительный эффект многолетнего обособленного развития китайского интернета состоит в том, что абсолютное большинство пользователей уже не нуждаются в информации западных ресурсов. Они никого не интересуют, потому что в стране создана целая экосистема из китайских аналогов, которые успешно удовлетворяют информационные запросы населения и по функциональности они даже превосходят зарубежных «прародителей».

3. Заключение

Учитывая современное информационное противостояние Российской Федерации, Китая и других дружественных стран с западным миром, было бы интересно изучить возможность создания системы защиты российского национального сегмента глобальной сети Интернет на примере китайского опыта. Тем более, что сейчас активно развиваются такие российские проекты, как Яндекс, Rutube, ВКонтакте и др.

4. Список литературы

[1] Татевик, Д. Великий китайский файрвол: как Китай контролирует внутренний интернет [Электронный ресурс] / Skillbox. — Режим доступа: https://skillbox.ru/media/code/velikiy-kitayskiy-fayrvol-kak-kitay-kontroliruet-vnutrenniy-internet/ (дата посещения: 23.08.2023).

[2] Великий брандмауэр : статья [Электронный ресурс] / ABC-CLIO Бергенский университет // Джереми А. Мюррей, Кейтлин М. Надо. — С. 232—235. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/310003693_Great_Firewall_China/ (дата посещения: 17.08.2023).

[3] Компьютерные информационные сети и вопросы безопасности интернета, защиты и регуляции : документ / оф. закон [Электронный ресурс] / Министерство общественной безопасности. — Режим доступа: http://www.asianlii.org/cn/legis/cen/laws/cinaispamr904/

MIGHTY CHINESE FIREWALL

Sklyaruk V. L., Chekirda G. A.
Scientific adviser: Sklyaruk V. L.
Black Sea Higher Naval School named after P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — The protection system for the Chinese national segment of the Internet is considered.

АНАЛИЗ НЕДОСТАТКОВ МЕТОДОВ ДВУХФАКТОРНОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ

Девицына С. Н., Тузов Н. А., Монин Н. Д.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Девицына С. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: tuzov.nikol@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены варианты двухфакторной аутентификации и их недостатки.

1. Введение

Двухфакторная аутентификация — это дополнительная защита, которую требуется пройти пользователю для получения доступа к определенному ресурсу.

В 81 % случаев взлома обычных пользователей стоят простые пароли [1]. Действительно уникальными паролями являются около 8 % [2]. Поэтому была создана двухфакторная аутентификация (2FA), которая вносит второй фактор подтверждения помимо пароля. В данной статье рассмотрены различные способы 2FA и выявлены их недостатки.

2. Основная часть

Весь смысл добавления 2FA состоит в том, чтобы злоумышленник, имея учетные данные, не смог пройти дополнительный этап аутентификации. Существует множество способов 2FA, здесь приведены некоторые из них:

— получение кода через SMS;
— получение электронного письма;
— подтверждение через голосовой вызов.
— подтверждение через приложение;
— проверка биометрии.

Самым простым и, вероятно, популярным является подтверждение через SMS. Для такой проверки необходимо лишь дополнительно указывать свой номер телефона. Данный метод привлекает своей простотой.

Недостатки:

— в местах с плохой связью подтверждение невозможно;

— возможно обойти, имея контроль над номером пользователя (SIM-hijacking) через услуги оператора либо вредоносное приложение.

Аналогичным способом работает подтверждение через электронное письмо. Большинство сервисов при первой регистрации требуют либо номер телефона, либо адрес электронной почты для подтверждения.

Недостатки:

— код, приходящий на электронную почту, имеет долгий период «жизни»;

— может прийти фишинговое письмо.

Голосовое подтверждение требует все того же номера телефона, но вместо SMS приходит звонок. В большинстве случаев требуется факт звонка на телефон, но в отдельных — диктуется код, который требуется ввести.

Недостатки:

— при перехвате номера телефона невозможен вход.

Подтверждение через приложение происходит аналогично с SMS и электронным письмом, но прежде требуется подключить дополнительное приложение, используя специальный ключ, например, Google Authenticator или Яндекс ключ. Приложение создает одноразовый временный ключ, который вводит пользователь.

Недостатки:

— при перехвате специального ключа, у злоумышленника будет возможность создавать одноразовые ключи.

Проверка биометрии возможна спец. оборудованием. Однако, большинство мобильных телефонов уже сейчас обладают такой возможностью [1]. К примеру, подтверждение отпечатком пальца или распознаванием черт лица.

Недостатки:

— несовершенство устройства уменьшает шанс успешного входа;

— несоблюдение «идеальных» условий сделает вход невозможным.

Помимо обхода конкретной защиты, существуют «общие» способы обхода 2FA. Например, социальная инженерия. Злоумышленник обманом заполучает доступ к секретному коду. Так, имея при себе некоторые данные жертвы, от её имени обращается в службу поддержки. При удачной попытке, злоумышленник способен получить одноразовый доступ к учетной записи жертвы. Или имея учетные данные, обратиться напрямую к пользователю, призывая сообщить код к 2FA.

Также, некоторые сервисы способны генерировать резервные коды, например аккаунты Google. Так, заполучив один из таких кодов, злоумышленник сможет получить беспрепятственный доступ к учетной записи.

3. Заключение

Наличие только пароля не сможет защитить используемый ресурс. При этом большинство паролей являются простыми и повторяющимися. Поэтому было приведено 5 способов двухфакторной аутентификации. Добавление любого из них достаточно сильно снизит риск быть подверженным взлому.

4. Список литературы

[1] Официальный сайт DataProt [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://dataprot.net/statistics/two-factor-authentication-statistics/ (Дата обращения: 13.09.2023).
[2] Официальный сайт «GitHub» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://github.com/ignis-sec/Pwdb-Public (Дата обращения: 13.09.2023).

ANALYSIS OF THE DISADVANTAGES OF TWO-FACTOR AUTHENTICATION METHODS

Devitsyna S. N., Tuzov N. A., Monin N. D.
Scientific adviser: Devitsyna S. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Two-factor authentication options and their disadvantages are considered.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ МУЗЕЕВ

Лащенко И. В., Ветцель М. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Лащенко И. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: vettsel.m@yandex.ru

Аннотация — Определены требования, предъявляемые к системам безопасности культурных учреждений. Проведён анализ условий и характеристик конкретного объекта — музейно-выставочного комплекса «Константиновская батарея».

1. Введение

Несмотря на развитие технологий в современном мире не исчезает проблема обеспечения безопасности материальных и духовных ценностей, размещённых в музеях. Ежегодно происходят инциденты, которые можно было предотвратить, используя современные комплексные правильно настроенные автоматические системы безопасности.

2. Основная часть

Обычного состава системы комплексной безопасности недостаточно. На основе анализа условий и характеристик конкретного объекта — музейно-выставочного комплекса «Константиновская батарея», разработали комплексную систему безопасности музея, позволяющую гибко реагировать на различные типы угроз. Система состоит из типичных подсистем: многорубежной охранной сигнализации, пожарной сигнализации, контроля доступа. Наибольшее внимание уделили системе видеонаблюдения. Используем особенный режим организации охранного телевидения — аналитическое видеонаблюдение.

Видеоаналитика — это технология, использующая методы компьютерного зрения для автоматизированного получения меток тревожных ситуаций на основании анализа последовательности изображений, поступающих с видеокамер в режиме реального времени или из архивных записей. Это программное обеспечение можно настроить в соответствии с характеристиками конкретного музея и обеспечить наблюдение за лицами, находящимися на расстоянии вытянутой руки от ценностей [1].

В рамках решения стоящей перед нами задачи выбрали подходящие алгоритмы аналитического видеонаблюдения и произвели моделирование работы этой системы в ПО *VideoCAD*. В зависимости от зоны охраны выделили угрозы, которые наиболее характерны для каждой из них. На рис. 1 представлена рабочая среда моделирования работы системы видеонаблюдения для охраны музейно-выставочного комплекса «Константиновская батарея».

Была выделена зона внутренних залов, зона совещаний, зона посетителей, зона персонала, конференц-зал, хранилище, двор. Для каждой зоны рассмотрены различные алгоритмы аналитики. На входе в хранилище можно использовать биометрическую идентификацию сотрудников, на общем входе – фиксировать лица посетителей, с учетом дальнейших алгоритмов трассировки это позволит идентифицировать нарушителей. Сами нарушители могут выявляться по пересечению зон охраны экспонатов, нетипично быстрым движениям, по направлению движения, не соответствующему рекомендованному.

Кроме того, могут применяться стандартные алгоритмы «оставленный предмет», «исчезнувший предмет», «паника» и пр. Система аналитического видеонаблюдения также может поддерживать другие подсистемы, например, обнаруживать возгорание и задымление, контролировать правильность прохождения зоны контроля при автоматической проверке билетов (проход вдвоем, возврат билета, проход не по своему пропуску для сотрудников…) [2]. Кроме того, можно использовать возможности системы для улучшения обслуживания посетителей (отсутствие очередей, контроль активности персонала, контроль удовлетворенности экскурсионным обслуживанием, выбор мест расположения экспонатов, привлекающих особое внимание, с учетом тепловых карт объекта и пр.)

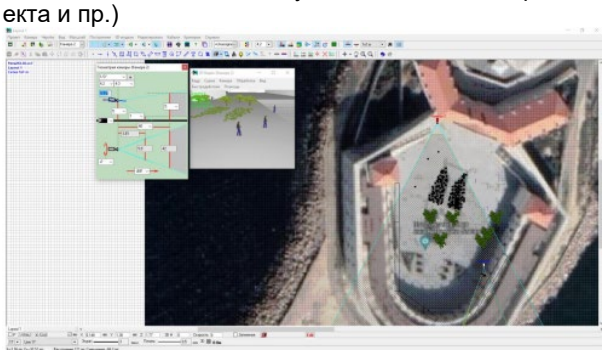


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, можно рекомендовать широкое использование алгоритмов видеонаблюдения, биометрической идентификации, анализа отклонения поведения посетителей во всех учреждениях культуры для предотвращения причинения ущерба.

4. Список литературы

[1] Видеоаналитика Macroscop для музеев и галерей [Электронный ресурс] / MACROSCOP. — Режим доступа: https://macroscop.com/resheniya/muzeigalerei?ysclid=lmm37952hu769582170 (Дата обращения:06.09.2023).

[2] Системы видеонаблюдения для охраны исторических памятников, театров и кинотеатров, выставок и музеев [Электронный ресурс] / DSSL. — Режим доступа: https://www.dssl.ru/integratoram/solution/culture.php/?ysclid=lmm5arugbc757666877 (Дата обращения:09.09.2023).

SPECIFIC DESIGN FEATURES OF COMPLEX MUSEUM SECURITY SYSTEMS

Lashchenko I. V., Vetsel M. A.
Scientific adviser: Lashchenko I. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The requirements for the cultural institutions security systems are determined. The conditions and characteristics analysis of the «Konstantinovsky Battery», the museum and exhibition complex was carried out.

ЗАКОНОДАТЕЛЬНО-ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Фетисова В. Ю.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: Fetisova@xrm.ru

Аннотация — К сожалению, в настоящее время нормативная база в части защиты информации имеет не точности, а местами, даже несоответствие одного документа с другим. Один регулятор требует выполнения некоторых мер, а другой — исключения их, для дальнейшего рассмотрения. Как же быть в таких ситуациях? Расскажу на примере Модели угроз.

1. Введение

Раннее, модель угроз безопасности разрабатывалась по Методическому документу «Методика оценки угроз безопасности информации», утвержденный Федеральной службой по техническому и экспортному контролю 05.02.2021 г. (далее — Методика). Согласно Методике, мы рассматривали пользователя ИСПДн/ОИ/ИС, как актуального внутреннего нарушителя и это справедливо. При согласовании Модели угроз с регуляторами вопросов не возникало. В 2022 году Федеральная служба безопасности стала требовать от оператора исключения этого типа из нарушителей.

2. Основная часть

Ранее, при разработке модели угроз безопасности оператор руководствовался такими документами: «Методические рекомендации по разработке нормативных правовых актов, определяющих угрозы безопасности персональных данных, актуальные при обработке персональных данных в информационных системах персональных данных, эксплуатируемых при осуществлении соответствующих видов деятельности», утвержденные руководством 8 Центра ФСБ России от 31.03.2015 г. № 149/7/2/6-432; «Методика оценки угроз безопасности информации», утвержденный Федеральной службой по техническому и экспортному контролю 05.02.2021 г.

Сейчас Федеральная служба по техническому и экспортному контролю требует от оператора разработанной модели угроз безопасности без системы защиты информации и рассмотрения пользователя ИС/ИСПДн/ОИ, как актуального внутреннего нарушителя.

Федеральная служба безопасности, в свою очередь, стала требовать от оператора разработанной модели угроз, с уже внедренными мерами защиты информации. Это означает, что в модели угроз должно быть зафиксировано, что после проведения организационных и технических мероприятий, внутренние нарушители устранены, а соответственно, пользователь ОИ/ИС/ИСПДн, как внутренний нарушитель, не актуален.

То есть, согласование единой модели угроз безопасности у двух регуляторов становится просто невозможным.

Для решения данной проблемы, я предлагаю разработать оператору две модели угроз безопасности: одна для Федеральной службы по техническому и экспортному контролю — модель угроз безопасности информации, а другая для Федеральной службы безопасности — частная модель угроз безопасности информации.

Также, для частной модели угроз безопасности, рекомендую исключить из перечня угроз безопасности информации (УБИ), угрозы, связанные с доступом в контролируемую зону и к аппаратным средствам защиты, в составе которых функционируют средства криптографической защиты информации. Иначе, вместо КС1, мы получаем на выходе КС2 или КС3. Повышение класса защищенности влечет за собой увеличение мер защиты и применение более сложных и дорогих средств защиты информации.

3. Заключение

Таким образом, проведен анализ нормативно-правовой базы в части защиты информации, а именно разработке Модели угроз безопасности.

Предложены методы разработки документа, для исключения недопонимания со стороны регуляторов.

А также даны рекомендации по разработке Частной Модели угроз безопасности.

4. Список литературы

[1] Методический документ «Методика оценки угроз безопасности информации», ФСТЭК, 05.02.2021 г.

[2] «Методические рекомендации по разработке нормативных правовых актов, определяющих угрозы безопасности персональных данных, актуальные при обработке персональных данных в информационных системах персональных данных, эксплуатируемых при осуществлении соответствующих видов деятельности», утвержденные руководством 8 Центра ФСБ России от 31.03.2015 г. № 149/7/2/6-432.

LEGISLATIVE AND ORGANIZATIONAL METHODS OF ENSURING INFORMATION SECURITY

Fetisova V. Yu.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Unfortunately, at present, the regulatory framework regarding information protection is not accurate, and in some places there is even a discrepancy between one document and another. One regulator requires the implementation of certain measures, and the other requires their exclusion for further consideration. What to do in such situations? I'll tell you using the Threat Model as an example.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ КИБЕРАТАК

Луцышен В. А., Ястремской А. А.
Научный руководитель: Луцышен В. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: Cooper14052@yandex.ru, vitaliy_l@mail.ru

Аннотация — Рассматриваются задачи стратегии защиты информации применяющие техники активного обмана (Deception). Выдвинута гипотеза совместного применения техники активного обмана и ИИ-технологий, для защиты информационных систем в условиях противостояния угрозам кибербезопасности. Приведены направления совершенствования техники активного обмана с целью повышения защищенности.

1. Введение

По прогнозам в 2025 году киберпреступность будет обходиться компаниям по всему миру в 10,5 триллионов долларов в год, по сравнению с 3 триллионами долларов в 2015 году. Кибератаки на все предприятия, но особенно на малый и средний бизнес, становятся все более частыми, целенаправленными и сложными.

Согласно исследованию компании, Accenture «Стоимость киберпреступлений» — 43 % кибератак направлены на малые предприятия, но только 14 % из них способны обеспечить свою защиту [1].

Именно поэтому для того, чтобы анализировать и выявлять новые типы атак, а также и самих нарушителей, появляется необходимость систем, направленных на превентивное обнаружение вторжений в информационные системы.

2. Основная часть

Deception — это использование техник активного обмана, атакующих с применением специализированных ловушек, приманок и других методов дезинформации. Применение техник обмана внутри корпоративного периметра предоставляет предприятиям возможность раннего обнаружения наиболее опасных направленных атак, которые не были отслежены первичными механизмами, такими как межсетевые экраны, системы предотвращения вторжений и антивирусные решения. Несмотря на то, что сам термин Deception еще достаточно новый, в основе технологии лежит известная концепция Honeypot (ловушка), но с принципиально другим уровнем реализации, возможностями масштабирования и автоматизации [3].

Deception обеспечивает более гибкий и централизованный подход к созданию и управлению ложными сетевыми объектами, что делает ее более эффективной в обнаружении и анализе сетевых атак.

Однако, такие решения не способны полностью имитировать работу подложных сервисов и сетевого взаимодействия в информационной системе. Это связано с тем, что подобные сервисы используются как статические объекты, нацеленные только на операцию одного типа.

При проведении любой кибератаки злоумышленник в первую очередь приступает к разведке своей цели, проводя сканирования и подбирая подходящий вектор атаки. Собрав информацию с ложных ресурсов, такой вектор будет подобран неверно и нарушитель, попав в такую среду оставит информацию, которая уже будет ценной для будущего обнаружения возможных атак на структуру.

При осуществлении защиты с применением системы ложных сервисов искусственный интеллект будет генерировать ложные цифровые следы сетевого взаимодействия и правдоподобную активность пользователей.

Что в конце концов позволит создавать фейковую структуру сети и эмулировать её параллельно с основными ресурсами.

Стоит так же отметить, что подобная система будет обучаться для достижения более правдоподобного и уникального подражания взаимодействию сервисов,
постоянно адаптируя его под новые типы атак злоумышленников. Так же процесс развертывания такого решения упростит безопасную интеграцию в реальную сеть за счет интеллектуального объединения всех сетевых ловушек в единый комплекс. Время обнаружения атаки будет так же сокращено благодаря глубокому анализу искусственным интеллектом данных, оставшихся в результате попытки взлома.

3. Заключение

Таким образом, внедрение искусственного интеллекта в систему Deception обеспечит полную эмуляцию сетевых ресурсов с их сетевым взаимодействием, хранилищами данных и процессами. Это увеличит вероятность сбития с толку киберпреступников, замедляя процесс разведки или взлома заставляя злоумышленника идти по ложному пути, что позволит получить дополнительные данных о методах атаки на информационную инфраструктуру.

Также подобный подход позволит размещать ложные двойники различных информационных систем и предприятий в сети интернет.

4. Список литературы

[1] Салова, Т. Л. Статистика кибератак и их влияние на бизнес / Т. Л. Салова // Электронный научный журнал Вектор Экономики. — 2023. — № 4. — 7 с.
[2] Shriniket Dixit Leveraging Computational Intelligence Techniques for Defensive Deception: A Review, Recent Advances, Open Problems and Future Directions / Pilla Vaishno Mohan [et al] // Sensos. — 2022. — No 2. — 26 p.
[3] Исследование технологии Deception для предотвращения угроз кибербезопасности / М. М. Путято, А. С. Макарян, Ш. М. Чич, В. К. Маркова // Прикаспийский журнал : управление и высокие технологии. — 2020. — № 4(52). — С. 85—98.

USING AI TO DETECT CYBER ATTACKS

Lutsyshen V. A., Yastremskoy A. A.
Scientific adviser: Lutsyshen V. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The problems of information security strategy using active deception techniques (Deception) are considered. A hypothesis has been put forward about the joint use of active deception techniques and AI technologies to protect information systems in the face of cybersecurity threats. Directions for improving the technique of active deception in order to increase security are given.

РАЗРАБОТКА СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ ЦЕЛОСТНОСТИ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ANDROID

Смотряев М. М., Большунов Д. В.
Московский институт электронной техники, Россия
E-mail: cookielover340@yandex.ru

Аннотация — Описан алгоритм разрабатываемого средства контроля целостности операционной системы Android Droid Security Checker. Рассмотрены векторы атак на операционную систему с целью получения прав суперпользователя.

1. Введение

В настоящее время практически не существует средств защиты информации на мобильных устройствах под управлением Android, охватывающих все требования по безопасности. Это не позволяет использовать данные устройства в обработке конфиденциальной информации, при работе с государственной тайной и на объектах критической информационной инфраструктуры. Разрабатываемое средство стремится решить эту проблему.

2. Основная часть

Средство контроля целостности Droid Security Checker состоит из двух компонентов: модифицированный механизм загрузки Android Verified Boot, а также системный сервис Droid Security Checker. При загрузке устройства запускается средство контроля целостности системы, проверяющий наличие root-прав и разблокировку загрузчика, а также принудительно проверяющий на целостность не только сертификат системы, но и системные разделы при помощи встроенной криптографической хеш-функции SHA256. Основное отличие от Android verified Boot состоит в дополнительной проверке системы при каждой загрузке устройства помимо корневого сертификата.

Программа этапа контроля целостности системных разделов должна отвечать следующим требованиям [1]:

1. Невозможность перехода в недекларируемое состояние.
2. Вывод всех информационных сообщений на устройство отображения графической информации, описывающих текущий этап контроля целостности, включая возможные ошибки и предупреждения, происходящие во время выполнения данной процедуры.
3. Все функции программы идентификации пользователя должны осуществлять свою работу за время, определяемое предельным верхним значением.
4. Недопущение загрузки в случае неисправности программы.
5. Проверка закрытости загрузчика.
6. Проверка наличия root-прав при запуске системы.

В случае несоответствия хотя бы одному из перечисленных требований целостности, программа не позволит системе загрузиться, делая устройство непригодным для дальнейшего использования. Так как все данные являются по умолчанию зашифрованными в системе Android, разобрать устройство и выгрузить всю информацию из встроенного запоминающего устройства также не предоставляется возможным. Вставленные отчуждаемые носители информации также зашифрованы, делая их бесполезными для других устройств без предварительного форматирования. Данная функция уже реализована в базовой системе Android, но не включена по умолчанию [2].

На рис. 1 показана блок-схема работы разрабатываемого средства контроля целостности Droid Security Checker.

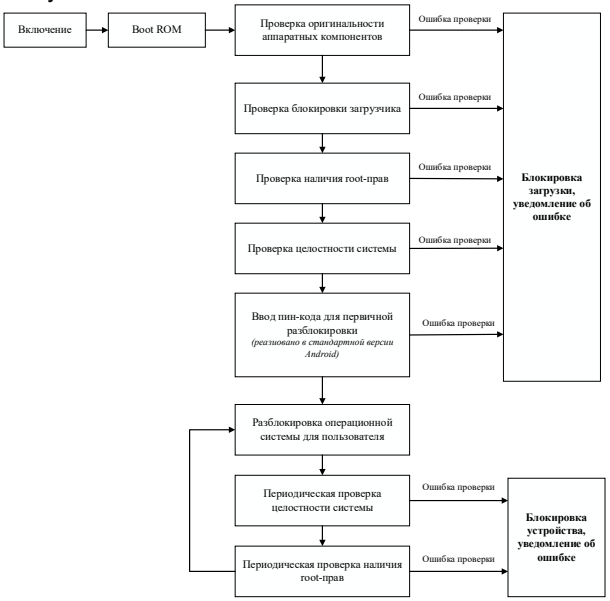


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, разрабатываемое средство контроля целостности реализует комплексную проверку целостности на нескольких этапах: до загрузки телефона и во время его работы. Помимо проверки целостности системных разделов, средство закрывает уязвимости, дающие злоумышленнику получить доступ к системе и внедрить вредоносное программное обеспечение с повышенными привилегиями в ядро прошивки.

4. Список литературы

[1] Колисниченко, Д. Безопасный Android. Защищаем свои деньги и данные от кражи / Д. Колисниченко. — СПб. : БХВ-Петербург, 2015. — 160 с.
[2] Зобнин, Е. Е. Android глазами хакера / Е. Е. Зобнин. — СПб. : БХВ-Петербург, 2021. — 272 с.

DESIGN OF INTEGRITY CHECKING SOFTWARE FOR ANDROID OPERATING SYSTEM

Smotryaev M. M., Bolshunov D. V.
Moscow Institute of Electronic Technology, Russia

Abstract — The algorithm of integrity checker program for Android operating system Droid Security Checker is presented. Methods of attacks on system aimed to derive superuser privileges are considered.

СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ И АНАЛИТИКА НА СПОРТИВНЫХ ОБЪЕКТАХ

Лащенко И. В., Лащенко Ю. М., Башарина А. Д.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Лащенко И. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: ylashchenko@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрены новые возможности использования аналитического видеонаблюдения для достижения не только безопасности, но и максимальной эффективности спортивных объектов.

1. Введение

Комплексные системы безопасности спортивных объектов включают охранную, пожарную сигнализацию, контроль доступа и, конечно, охранное телевидение. В современных условиях широко используется технологии, позволяющие автоматически с помощью аналитического видеонаблюдения проанализировать множество изменяющихся параметров объекта и окружающей среды, контроль может осуществляться также за изменениями, происходящими с клиентами спортивных залов как в течение одной тренировки, так и за продолжительное время. Использование таких возможностей повышает эффективность тренировок и выгодно спортсменам и владельцам клубов.

2. Основная часть

Рассмотрим направления анализа изображений с камер в спортивных залах различного типа.

В первую очередь **видеонаблюдение — часть системы безопасности**, предназначено для фиксации несанкционированного проникновения, перемещения предметов, инцидентов, связанных с повреждениями оборудования. Анализ изображений с помощью специального программного обеспечения также позволяет оперативно обнаруживать более сложные случаи причинения ущерба, кражи, а также возгорания и задымления. Крупные спортивные объекты оборудуются специальными системами видеонаблюдения, позволяющими наблюдать за тысячами болельщиков одновременно и в то же время идентифицировать лица агрессивных болельщиков, вызывающие тревогу.

Аналитическое видеонаблюдение может использоваться при контроле доступа: как для биометрической идентификации, так и с использованием QR-кодов или других оптических способов опознания (по картам, нашивкам, бейджам и пр.). Сочетание биометрической и атрибутивной аутентификации, конечно, даст более надежный результат. Такое опознание может проводиться не только на входе, но и в процессе занятий. Результаты идентификации могут использоваться не только для доступа к занятиям или работе, но и для персонального учета нагрузок.

Современные системы могут интегрироваться с программным обеспечением кассы, вести учет количества тренировок авторизированных клиентов, контролировать работу персонала и собирать материал для **анализа эффективности** использования помещений и оборудования, в том числе формируя тепловые карты загрузки залов.

Одним из самых интересных направлений может быть использование результатов анализа поведения людей. Видеонаблюдение давно применяется для анализа соревнований, игр и тренировочного процесса. Разработчики систем видеонаблюдения предлагают использовать нейросети [1].

Рассмотрим два варианта: игровые виды спорта и занятия с целью оздоровления.

Нейросеть — это обучаемая технология, позволяющая учитывать особенности игроков. Она может оценивать текущую эффективность игры и предлагать тренеру или самим спортсменам на тренировках решения, улучшающие результативность. Этот процесс принесет результаты в том случае, когда сеть и игроки будут взаимно обучаться.

Для более широких масс населения использование видео анализа может оказаться полезным для планирования занятий, например, йогой или в тренажерном зале. Цели людей, практикующих регулярные тренировки очень разные, кто-то приходит за оздоровительными нагрузками, другие стремятся к рельефным мышцам или, наоборот, похудеть. Кроме того, исходные физические данные, состояние здоровья, умения и усердие также отличаются. Система аналитического видео может наблюдать как за процессом тренировок, так и за долговременными результатами, фиксируя изменение объемов, осанки, походки. Документально зафиксированные изменения и анализ качества выполнения упражнений могут очень пригодится тренеру для коррекции индивидуальных программ развития и мотивируют самих посетителей к рациональным и безопасным нагрузкам.

3. Заключение

Широкие возможности, предоставляемые современными технологиями аналитического видеонаблюдения, не используются в полной мере для массового спорта и требуют более широкого внедрения в работу спортивных сооружений. Использование этих возможностей не только предоставит дополнительные удобства и обеспечит результативность клиентам, но повысит их интерес к занятиям и принесет значительные выгоды организаторам и владельцам спортивных сооружений.

4. Список литературы

[1] Видеоаналитика Macroscop для спортивных сооружений [Электронный ресурс] / Macroscop. — Режим доступа: https://www.goal.ru/practice/railwaystation/ (Дата обращения:09.08.2023).
[2] Нейро-спорт [Электронный ресурс] / СПЕЦЛАБ. — Режим доступа: https://www.goal.ru/neuronet/sport/ (Дата обращения:01.09.2023).

SECURITY SYSTEMS AND ANALYTICS AT SPORTS FACILITIES

Lashchenko I. V., Lashchenko Y. V., Basharina A. D.
Scientific adviser: Lashchenko I. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — New possibilities of using analytical video surveillance to achieve not only safety, but also maximum efficiency of sports facilities are considered.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА РАДИОЛУЧЕВЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ

Лащенко И. В., Бахтина Е. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Лащенко И. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: elizabeth@bakhtina8.ru

Аннотация — В работе рассматривается повышение качества радиолучевых извещателей. Основное внимание уделяется улучшению технических характеристик и методов обнаружения.

1. Введение

Радиолучевые извещатели являются одним из широко используемых типов охранных устройств, применяются для охраны внешнего периметра объектов, проездов, иногда окон и дверей. Эффективность охранной сигнализации в целом может быть повышена за счет улучшения характеристик и алгоритмов обнаружения этих извещателей.

2. Основная часть

Основные преимущества радиолучевых извещателей [1]:

— высокая дальность обнаружения;
— слабое влияние погодных условий;
— быстродействие;
— точность определения координат и характеристик объекта обнаружения.

К недостаткам можно отнести влияние электромагнитных помех, в том числе и специально созданных.

Существует несколько направлений для усовершенствования характеристик радиолучевых извещателей.

1. Улучшение технических характеристик самих устройств:

— увеличение мощности радиопередатчика и чувствительности приемника;
— оптимизация и перестройка длины волны радиоизлучения;
— использование направленных антенн для улучшения дальности обнаружения и устойчивости к помехам.

2. Применение современных методов обработки радиосигналов:

— фильтрация радиосигналов для снижения уровня помех;
— корреляция радиосигналов с целью повышения чувствительности извещателя;
— анализ спектра радиосигналов для определения характеристик объектов обнаружения.

3. Использование новых материалов и нанотехнологий:

— применение наноантенн и других наноструктур для улучшения характеристик.

Оптимизация работы системы в целом

— учет климатических условий и электромагнитных помех для обеспечения эффективной работы извещателей;
— адаптация системы к изменяющимся условиям окружающей среды [2].

Сравнительные характеристики отечественных радиолучевых средств обнаружения приведены в таблице 1 [2].

Таблица 1

№ п/п	Наименование характеристики	Барьер-300	Радий-2	РЛД-94 УМ300-18С	Пион-ТМ	Абрис
1	Протяженность зоны обнаружения, м	300	200	300	250	300
1	Ширина зоны обнаружения в середине, м[1]	6,0	2,5	5,0	3,5	1,2
2	Частота излучения, ГГц	9,5±0,2	9,5±0,2	18,0	8,0	61,25
3	Период наработки на отказ, ч	30 000	30 000	30 000	1 000	15 000
4	Рекомендуемая высота установки, м	0,6...1,1	0,6	0,6	1,5...1,8	0,5...0,8
5	Протяженность "мертвой " зоны, м[2]	6,0	6,0	10,0	16,0	0...5,0

Специализированное программное обеспечение позволяет упростить пуско-наладку извещателей, а главное, обеспечивает правильную настройку их параметров. Рис. 1 иллюстрирует возможность управления отдельными подзонами извещателей Фортеза.

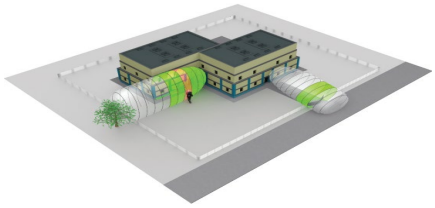


Рис. 1

Такое разбиение зоны обнаружения на 12 подзон позволяет проводить точную настройку чувствительности каждой в зависимости от условий – свои уровни порогов и коэффициента усиления позволяет учесть конкретную помеховую обстановку на участке и снизить число ложных срабатываний.

3. Заключение

Повышение качества радиолучевых извещателей остается актуальной задачей, требующей решения ряда технических проблем. Внедрение современных технологий и методов обработки сигналов позволит улучшить характеристики извещателей, а также снизить их стоимость и энергопотребление.

4. Список литературы

[1] Радиоволновые извещатели охранной сигнализации [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://blogengineer.ru/radiovolnovye- izveshhateli/.
[2] Радиоволновые средства обнаружения [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.ktso.ru/normdoc8/r78_36_ 026-2012/r78_36_026-2012_2-5.php.

IMPROVING THE QUALITY OF RADIO-BEAM DETECTORS

Lashchenko I. V., Bakhtina E. A.
Scientific adviser: Lashchenko I. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the report, the improving the quality of radio-beam detectors is discussed. The main focus is on improving the technical characteristics and detection methods.

ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ ОБНАРУЖЕНИЯ ЛИЦ ЛЮДЕЙ В СОВРЕМЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ И КОМПАНИЯХ

Паслён В. В., Илюшкин И. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Паслён В. В.
Донецкий национальный технический университет, Россия
E-mail: ilya.ilyshkin5@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены различные методики обнаружения лиц и методы их применения в современных реалиях. Перспективы развития этой технологии включают улучшение алгоритмов, использование больших объемов данных, распознавание эмоций, интеграцию с другими системами, а также создание компактных и энергоэффективных устройств. Актуальность технологии проявляется в улучшении безопасности, оптимизации взаимодействия с пользователями и повышении эффективности бизнес-процессов.

1. Введение

Распознавание лиц — это вид биометрической аутентификации. Она включает в себя обнаружение лица и сравнение его с известной моделью в базе данных по его особенностям. Это можно делать с помощью 2D или 3D сканирования в реальном времени или анализа существующих изображений. Важность этой технологии высока, так как она используется в разных областях, включая банкоматы, системы контроля доступа, поиск людей и авторизацию на смартфонах. Распознавание лиц сейчас особенно актуально из-за предпочтения бесконтактных методов аутентификации. Наша работа будет оценивать методы и области применения этой технологии, а также исследовать, как организации уже используют ее и как можно расширить её применение.

2. Основная часть

Существует несколько методов распознавания лиц:

— двухмерное распознавание лиц. Он использует двухмерное изображение лица и сравнивает с базой данных известных лиц для идентификации человека. Двухмерное распознавание лиц широко используется в приложениях безопасности, таких как пограничный контроль, контроль доступа и правоохранительные органы;

— 3D-распознавание лиц. 3D-распознавание лиц использует 3D-изображение для создания трехмерной модели лица, что позволяет более точно идентифицировать людей, обычно используется в системах контроля доступа и других приложениях с высоким уровнем безопасности;

— инфракрасное распознавание лиц; инфракрасное распознавание лиц использует инфракрасное изображение для захвата уникальных моделей тепла, излучаемого лицом, обычно используется в приложениях безопасности и наблюдения и может использоваться в условиях низкой освещенности или в условиях отсутствия освещения;

— глубокое обучение распознаванию лиц; этот метод использует искусственные нейронные сети для идентификации и распознавания лиц, это более продвинутая форма распознавания лиц, которая использует машинное обучение для повышения точности и производительности с течением времени.

Рассматриваемую технологию (распознавание лиц) можно использовать в связке с СКУД, тем самым организация может организовать режимно-контролируемую зону на своей территории. В данной связке СКУД является системой, проверяющей и выдающей доступ, а технология распознавания лиц является авторизационным средством. Тем самым организация отсекает возможность похищения карточки и получения авторизации лицом, не имеющим доступ к данной зоне.

Реальный пример применения в современных компаниях:

— «Газпром нефть», крупная российская нефтяная компания, внедрила технологию распознавания лиц для аутентификации сотрудников и контроля доступа на своих нефтеперерабатывающих и других объектах.

— Сбербанк, крупнейший банк в России, внедрил технологию распознавания лиц для аутентификации сотрудников и контроля доступа в свои дата-центры, а для клиентов появилась возможность авторизации в своих банковских продуктах.

Помимо аутентификации данная технология может использоваться для предотвращения каких-либо опасных ситуаций. Например, аэропорты и другие зоны с высоким уровнем безопасности могут использовать технологию распознавания лиц для проверки пассажиров и выявления лиц из списков наблюдения или тех, кто представляет потенциальную угрозу безопасности. Эту технологию также можно использовать для мониторинга общественных мест, таких как вокзалы или торговые центры, на предмет подозрительного поведения или отдельных лиц.

3. Заключение

В данной работе были рассмотрены методы применения технологии распознавания лиц в современном производстве, бизнесе и безопасности как информации, так и общества или компаний.

4. Список литературы

[1] Соломатин, В. И. Биометрическая аутентификация. Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики / В. И. Соломатин. — 2018. — № 18. — С. 753—758.

[2] Татарченко, Н. В. Биометрическая идентификация в системах безопасности [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://masters.donntu.ru/2011/frt/dyrul/library/article4.html.

REVIEW OF FACIAL RECOGNITION TECHNOLOGIES IN MODERN MANUFACTURING AND COMPANIES

Paslen V. V., Iliushkin I. A.
Scientific adviser: Paslen V. V.
Donetsk National Technical University, Russia

Abstract — Various facial recognition techniques and their applications in modern contexts are discussed. The prospects for the development of this technology include improving algorithms, utilizing large datasets, emotion recognition, integration with other systems, and creating compact and energy-efficient devices. The relevance of the technology is evident in enhancing security, optimizing user interactions, and increasing business process efficiency.

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА ОБУЧАЮЩЕЙ ВЫБОРКИ НА ТОЧНОСТЬ АЛГОРИТМОВ КЛАССИФИКАЦИИ В ЗАДАЧАХ ВЕРИФИКАЦИИ ДИКТОРА ПО ГОЛОСУ

Петров С. Н., Цурко В. Е., Егоров В. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Петров С. Н.
Национальный детский технопарк, Беларусь
E-mail: tsurkovlados@gmail.com

Аннотация — Проведена оценка влияния размера обучающей выборки на точность работы различных типов классификаторов для верификации диктора по голосу.

1. Введение

Размер обучающей выборки может существенно влиять на точность классификации в задачах верификации диктора по голосу. Чем больше данных доступно для обучения модели, тем более точной и надежной она может стать. Однако, использование очень больших обучающих выборок может привести к переобучению модели и снижению ее обобщающей способности.

Важно найти баланс между размером обучающей выборки и точностью модели, проводя эксперименты с различными размерами обучающих данных. Например, размер обучающей выборки датасета VoxCeleb1 [1] составляет примерно 40Гб. Что затрудняет использование этого датасета, например, в образовательных целях, в силу высоких требований к аппаратному обеспечению для запуска и обучения моделей на этом датасете. А такие сервис, как Google Collab, позволяющий удаленно работать с графическими процессорами в проектах использующий машинное обучение, имеет ограничение по размерам загружаемых для работы данных.

2. Основная часть

В качестве основы использовался датасет Speaker Recognition Dataset [2], включающий записи пяти дикторов (примерно 7500 аудио фрагментов длительностью 1 секунду каждый). Также использовались записи из данного датасета с наложенным белым шумом, для обучения классификаторов работать в условиях, приближенных к реальности, то есть при наличии шума.

В работе использованы следующие алгоритмы классификации: сверточная нейронная сеть (CNN); метод опорных векторов (SVM); метод случайного леса (Random Forest); метод k-ближайших соседей (KNN). Данные алгоритмы были реализованы с использованием библиотек Keras и SciPy. В качестве критерия сравнения использовали метрику точность (accuracy). Результаты сравнения приведены в таблице 1.

Таблица 1

Точность (accuracy) классификатора / Число дикторов в обучающей выборке	CNN	KNN	SVM	Random Forest
5	0.99	0.19	0.19	0.19
4	0.993	0.25	0.23	0.23
3	1.00	0.34	0.28	0.31
2	1.00	0.48	0.50	0.50

Наилучшие результаты показала сверточная нейронная сеть. Результаты обучения на датасете без наложения шума показали 100 % результат.

При увеличении числа дикторов в выборке точность снизилась, но не существенно.

Алгоритмы классификации KNN, SVM, Random Forest показательный неудовлетворительный результат. Что, вероятно, можно объяснить особенностью их реализации в библиотеке SciPy.

3. Заключение

Идентификация диктора среди N-размерной группы требует число сравнений N. Увеличение размера дикторов (N) приводит к некоторому снижению точности классификатора. В целом, видится перспективным дальнейшее изучение влияние размера выборки для определения оптимального размера с учетом использования ограниченных вычислительных ресурсов.

4. Список литературы

[1] VoxCeleb1 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://paperswithcode.com/dataset/voxceleb1
[2] Speaker Recognition Dataset [Электронный ресурс]. — Режим доступа:https://www.kaggle.com/datasets/kongaevans/speaker-recognition-dataset

THE INFLUENCE OF THE TRAINING SAMPLE SIZE ON THE ACCURACY OF CLASSIFICATION ALGORITHMS IN THE TASKS OF SPEAKER VOICE VERIFICATION

Petrov S. N., Tsurko V. E., Egorov V. A.
Scientific adviser: Petrov S. N.
National Children's Technopark, Belarus

Abstract — The influence of the size of the training sample on the accuracy of various types of classifiers for speaker verification by voice has been evaluated.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ МОРСКОГО ПОРТА

Лащенко И. В., Горбач Е. Б.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Лащенко И. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: jenya2109@mail.ru

Аннотация — Определены требования, предъявляемые к системам безопасности транспортных объектов. Проведён аналитический обзор характеристик современных систем обеспечения безопасности крупного транспортного объекта — Керченского морского торгового порта.

1. Введение

Обеспечение транспортной безопасности — одна из актуальнейших проблем современности. Транспортные объекты: вокзалы, порты, пересадочные станции и сам транспорт является особенно уязвимыми в плане террористических угроз, а также возможности причинения материального ущерба злоумышленниками. Для обеспечения безопасности транспортных объектов должны применяться современные комплексные системы безопасности, характеристики которых определяются типом и особенностями конкретного объекта.

2. Основная часть

В данной работе рассмотрена разработка системы безопасности для Керченского морского торгового порта, состоящая из взаимосвязанных подсистем: охранной и пожарной сигнализации, контроля доступа и охранного телевидения. Данные подсистемы охватывают все локации на территории порта и обеспечивают безопасность всех функциональных процессов предприятия: перевозки пассажиров, транспортировки грузов: погрузочно-разгрузочных работ, контроль и логистика перемещений, соблюдении техники безопасности, таможенных и досмотровых проверок.

С помощью видеоаналитики анализируются и обрабатываются события, попадающие в зону обзора систем видеонаблюдения. Она включает в себя классификацию объектов (люди, транспорт, багаж), оценку объектов, и применение правил к оценке их поведения. Нарушение подобных правил, например, оставленный багаж или слишком задержавшийся на стоянке автомобиль, генерирует тревожное сообщение и позволяет оператору корректно отреагировать на ситуацию.

Для решения поставленной задачи выбрали подходящие алгоритмы аналитического видеонаблюдения и произвели моделирование работы этой системы в ПО *VideoCAD*. В зависимости от зоны охраны выделили угрозы, которые наиболее характерны для каждой из них. На рис. 1 представлена рабочая среда моделирования работы системы видеонаблюдения для охраны Керченского морского торгового порта.

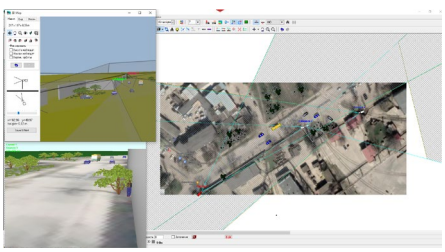


Рис. 1

Объектами моделирования были выбраны периметр, КПП, причал. Для этих зон были рассмотрены следующие алгоритмы аналитики: трассировки перемещений обнаруженных и классифицированных объектов, а также идентификации людей и номеров автомобилей. С помощью моделирования выбрали такое расположение камер, чтобы обеспечить отсутствие «мёртвых» зон. Предусмотрели модуль для распознавания автомобильных номеров на прилегающей к периметру парковке и проездах. На территории КПП использование модуля распознавания лиц позволяет организовать распознавание и идентификацию лиц в видеопотоке камер онлайн или в видеозаписи архива с отображением информации на мониторе. На причале с помощью видеонаблюдения осуществляется контроль перемещения грузов, поведение сотрудников, в том числе соблюдение требований безопасности.

Видеоматериал, поступающий с видеокамер, обрабатывается и фильтруется с помощью видеоанализа и выдаётся оператору в кратком, уже в полностью обработанном виде. При возникновении ситуаций, особенно отличающихся от накопленной статистики, система выделяет такой кадр и предупреждает оператора о необходимости контроля ситуации. Для контроля и формирования меток используются различные детекторы: детектор направления, детектор пересечения линии, детектор количества целей, детектор оставленных/унесённых предметов, детектор времени активности, детектор времени покоя и другие. Они могут использоваться по отдельности, так и в комбинации при более сложных событиях.

3. Заключение

Таким образом, можно рекомендовать использование видеоаналитики с детекторами распознавания для анализа поступающего видеоматериала для предотвращения причинения ущерба.

4. Список литературы

[1] Видеоаналитика Болид [Электронный ресурс] / BOLID. — Режим доступа: https://bolid.ru/projects/iso-orion/safety-and-security/video/ (Дата обращения:07.09.2023).

[2] Аналитическая система видеонаблюдения на вокзалах [Электронный ресурс] / GOALcity. — Режим доступа: https://www.goal.ru/practice/railwaystation/ (Дата обращения:09.09.2023).

SOLVING SECURITY PROBLEMS AT SEA PORT FACILITIES

Lashchenko I. V., Gorbach E. B.
Scientific adviser: Lashchenko I. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The requirements for security systems of transport facilities have been determined. An analytical review of the characteristics of modern security systems for a large transport facility, the Kerch sea trade port, was carried out.

АЛГОРИТМ РАЗРАБОТКИ ПОДСИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ СПЕЦИАЛЬНОЙ КАТЕГОРИИ В МЕДИЦИНСКОМ УЧРЕЖДЕНИИ

Авдикова В. А., Девицына С. Н.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Девицына С. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: veraavdikova0@gmail.com

Аннотация — В данной статье рассмотрен алгоритм стеганографической защиты персональных данных специальной категории в медицинском учреждении, основанный на методе внедрения информации в медицинские изображения с использованием метода наименее значащего бита (LSB) и альфа-канала, обеспечивая эффективную скрытность данных и их извлечение.

1. Введение

Алгоритм подсистемы защиты использует метод стеганографии наименее значащего бита плюс альфа-канал, который представляет собой вариацию метода LSB (Least Significant Bit), где информация скрывается не только в младших битах цветовых каналов, но также в альфа-канале изображения. Альфа-канал представляет дополнительный компонент цветовой модели RGBA (Red, Green, Blue, Alpha), который отвечает за уровень прозрачности пикселей.

2. Основная часть

Процесс работы подсистемы защиты ПДн в медицинском учреждении заключается в двух взаимообратных алгоритмах: внедрение и извлечение информации.

Внедрение информации заключается в следующих этапах: открытие формы записи таблицы «Пациенты» в базе данных; ввод данных (ФИО, дата рождения, лечащий врач; дата проведения диагностического исследования); выбор вложения (рентген, МРТ, УЗИ в формате png); выбор конкретной записи в базе данных с помощью флага; нажатие кнопки «Внедрение»; сохранение вложения из записи базы данных во временный файл image.png, сохранение информации во временный текстовый файл test.txt; внедрение информации из временного файла test.txt в image.png с помощью подпрограммы написанной на python; замена в базе данных вложения на image.png с внедренной информацией; удаление временных файлов image.png и test.txt.

Данный алгоритм представлен на рисунке 1.



Рис. 1

Извлечение скрытой информации заключается в следующих этапах: открытие формы записи таблицы «Пациенты» в базе данных, выбор конкретной записи в базе данных с помощью флага, нажатие кнопки «Информация», проверка вложения на наличие скрытой информации, если нет скрытой информации, то вывод сообщения «файл с информацией отсутствует», если есть скрытая информация, то продолжения алгоритма; сохранение вложения из поля вложений во временный файл image.png; декодирование скрытой информации во временный файл test.txt из image.png с помощью подпрограммы написанной на phyton; запись скрытой информации в поля формы таблицы «Пациенты» базы данных из временного файла test.txt; удаление временных файлов image.png и test.txt.

Данный алгоритм представлен на рисунке 2.



Рис. 2

3. Заключение

В подсистеме защиты персональных данных в медицинских учреждениях, основанной на методе LSB плюс альфа-канал, эффективно скрывается значительный объем информации в медицинских исследованиях, обеспечивая повышенную конфиденциальность данных пациентов без заметных изменений в изображениях.

4. Список литературы

[1] Хасанов, Р. И. Основы стеганографии : учеб. пособие / Р. И. Хасанов. — Оренбург : ОГУ, 2016. — 101 с.

ALGORITHM FOR DEVELOPING A SUBSYSTEM FOR THE PROTECTION OF PERSONAL DATA OF SPECIAL CATEGORY IN A MEDICAL INSTITUTION

Avdikova V. A., Devitsyna S. N.
Scientific adviser: Devitsyna S. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the algorithm of steganographic protection of personal data of a special category in a medical institution is discussed, based on the method of embedding information in medical images using the least significant bit (LSB) method and alpha channel, ensuring effective data secrecy and extraction.

РЕАЛИЗАЦИЯ VPN-СОЕДИНЕНИЯ В КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ С ОС AltLinux

Россол-Завалейков М. О., Сагалаев А. В.
Научный руководитель: Сагалаев А. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: jo1703@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен способ использования технологии VPN в сети связи организации для обеспечения защищенной передачи данных.

1. Введение

Защита трафика в корпоративных сетях является важной задачей, т.к. по статистике число атак на каналы связи растет [1]. Поэтому необходимо предусмотреть применение эффективных механизмов защиты с учетом специфики реализации сетей с пакетной коммутацией. Одним из таких решений является технология VPN — Виртуальная частная сеть.

Одним из преимуществ VPN-решений является «изолирование» сети от внешнего воздействия. Рассмотрим вариант реализации VPN на примере корпоративной сети организации с несколькими филиалами.

2. Основная часть

Для защиты трафика сети от внешнего воздействия необходимо воспроизвести туннель между двумя узлами сети. В корпоративной сети ключевыми аспектами при выборе VPN являются стабильное и надежное подключение клиентов, а также отсутствие лишнего ПО для установки. Среди методов: mGRE, IPSec, SSL, DMVPN, SSTP, L2TP рекомендуется использовать напрямую технологию GRE из-за простоты создания туннелей в этом протоколе. В России может использоваться ГОСТ VPN как ПО российского разработчика [2].

В Листингах 1 и 2 показан пример конфигурации базового VPN-туннеля между двумя компьютерами, на которых установлена операционная система AltLinux российского разработчика.

Листинг 1

```
root@vpnserver:~# interface tun1
root@vpnserver:~# ip address 10.20.30.1
255.255.255.0
root@vpnserver:~# tunnel source 37.139.1.2
root@vpnserver:~# tunnel destination
37.139.3.4
root@vpnserver:~# ip route 10.20.20.0
255.255.255.0 10.20.30.1
```

Листинг 2

```
root@vpnserver2:~# interface tun2
root@vpnserver2:~# ip address 10.20.30.2
255.255.255.0
root@vpnserver2:~# tunnel source 37.139.3.4
root@vpnserver2:~# tunnel destination
37.139.1.2
root@vpnserver2:~# ip route 10.20.10.0
255.255.255.0 10.20.30.2
```

При такой конфигурации пакеты, которые передаются по адресу другой локальной сети, путем переадресации, шифрования и туннелирования доставляется в нужную локальную сеть. Другие протоколы поддерживают вычисление конечных точек маршрута, по которому передается трафик.

После настройки интерфейсов туннеля необходимо подключить также и криптографическую защиту информации, используя технологию IPSec.

В модели сети находятся два Linux-сервера (компьютеры могут выполнять маршрутизацию), соединенных между собой глобальной сетью Интернет. Следовательно, они находятся в двух разных локальных сетях. Однако, VPN позволяет сделать видимость нахождения этих компьютеров в одной локальной сети как раз благодаря туннелю.

На рис. 1 показан путь сконфигурированного туннеля, через который передается трафик в защищенном формате.

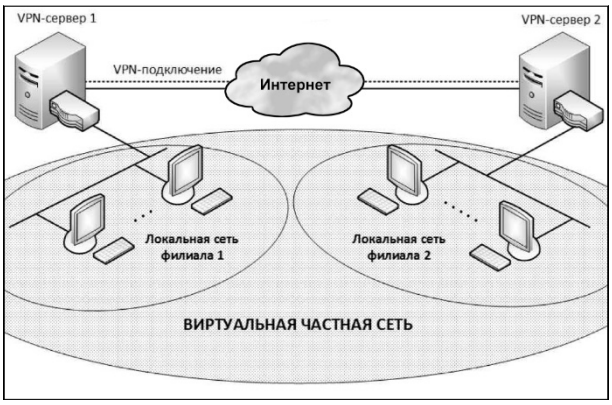


Рис. 1

3. Заключение

Разработана система защищенной передачи информации между двумя клиентами, с криптографической защитой информации и инкапсуляцией данных. Построена структурная схема сети — клиентов VPN, туннельных серверов, глобальной сети Интернет, и настроено их взаимодействие. Показан путь конечных точек, который выбран как VPN-туннель.

4. Список литературы

[1] Актуальные киберугрозы_ II квартал 2023 года [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/cybersecurity-threatscape-2023-q2/ (дата обращения: 05.10.2023)

[2] Разбираемся в VPN протоколах _ Хабр [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://habr.com/ru/companies/dsec/articles/499718/ (дата обращения: 05.10.2023)

IMPLEMENTATION OF A VPN CONNECTION IN A CORPORATE NETWORK WITH AltLinux OS

Rossol-Zavaleykov M. O., Sagalaev A. V.
Scientific adviser: Sagalaev A. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The method of using VPN technology in an organization's communication network to ensure secure data transmission is considered.



Секция 11

ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

Левтеров М. Ю., Бурлака В. В.
ФГБОУ ВО «Приазовский государственный технический университет», Россия
E-mail: 65arri@gmail.com

Аннотация — Рассмотрена эволюция передачи данных с момента появления беспроводной связи от первых опытов по радиосвязи до появления стандарта GSM.

1. Введение

Системы беспроводной связи постоянно развиваются и совершенствуются. В статье рассмотрены этапы становления, развития и стандартизации беспроводных средств связи. Для установления международных соединений в сетях связи был создан в 1865 году Международный союз электросвязи (МСЭ). МСЭ разрабатывает технические стандарты, которые обеспечивают беспрепятственное взаимодействие сетей и технологий.

2. Основная часть

7 мая 1895 на заседании Русского физико-химического общества А. С. Попов сделал доклад «Об отношении металлических порошков к электрическим колебаниям» с демонстрацией прибора, который он назвал грозоотметчиком. Прибор обнаруживал и регистрировал электрические колебания. 12 марта 1896 Попов продемонстрировал беспроводную передачу телеграммы на расстояние 250 м. В этом же году, но 2 сентября, Г. Маркони провёл публичную демонстрацию своего беспроволочного телеграфа и подал заявку на патент.

В 1899 году, во время испытаний аппаратуры в соответствии с указаниями А. С. Попова был открыт «детекторный эффект», и возможность приёма на головные телефоны. Данная методика была усовершенствована Поповым и была запатентована под названием «телефонный приемник депеш» в России.

Практически радиосвязь была использована для организации спасательных работ броненосца «Генерал-адмирал Апраксин», севшего на мель. Это было в 1900 году, радиолиния действовала на расстоянии 45 километров. В этом же году на всемирной выставке в Париже Попову была присуждена Золотая медаль за телефонный приёмник.

Радиотелеграф стал в первую очередь внедряться на боевых судах военно-морского флота как основное средство связи.

МСЭ в 1903 году с участием представителей Австрии, Франции, Германии, Великобритании, Венгрии, Италии, России, Испании и США провел предварительную конференцию по беспроводному телеграфу. В протоколе проекта правил беспроводной телеграфии было решено, что береговые станции должны принимать и передавать телеграммы на корабли в море и с них, независимо от используемой системы беспроводной телеграфии. Кроме того, приоритет отдается «призывам о помощи», передаваемым с кораблей. А уже в 1906 году была подписана первая Международная радиотелеграфная конвенция с участием 30 стран.

Американский инженер Ли де Форрест в 1907 году запатентовал Audion, первый ваккумный триод, который позволял усиливать радиосигналы. Позднее был изобретен регенеративный радиоприемник, который обладал высокой чувствительностью и избирательностью.

Появилась новая сфера в жизнедеятельности общества — радиовещание. И оно создало новую форму искусства — радиодраму. На международной конференции МСЭ в 1927 году приняло участие 80 стран. На ней была определена классификация частот по двум классам, и была составлена таблица распределения частот различным службам.

В 1947 году компанией Bell Laboratories была разработана сотовая телефония повторными частотами в сотах и центральным коммутатором. До конца 1970-х годов различные компании создавали свои системы сотовой связи, но они обслуживали небольшое количество абонентов. Не было единого стандарта и были проблемы с выделением радиочастот.

На всемирной административной радиоконференции 1979 года был полностью изменен основной документ сектора радиосвязи с тем, чтобы ответить на новые вызовы со стороны быстро меняющихся радиотехнологий. В Европе сотовая связь появилась в 1981 году. Стандарт NMT450 начал работать в Дании, Швеции, Финляндии и Норвегии в диапазоне 450 МГц. Это была первая мульти-национальная сотовая система. Но Германия и Франция имели собственные стандарты. Поэтому была создана Groupe Speciale Mobile, исследовательская группа, создавшая стандарт GSM — глобальный стандарт цифровой мобильной сотовой связи с разделением каналов по времени (TDMA — Time Division Multiple Access) и частоте (FDMA — Frequency Division Multiple Access).

3. Заключение

Таким образом, открывая различные способы беспроводной передачи информации и развивая их, мы приходим к необходимости всемирного законодательного регулирования и стандартизации связи.

4. Список литературы

[1] А.С. Попов – Э. Дюкрете. Письма и документы. 1898–1905 гг. / Л. И. Золотинкина, Е. В. Красникова, М. А. Партала, Л. С. Румянцев ; Под ред. Л. И. Золотинкиной. — СПб. : Изд-во «Русская классика», 2009. — 340 с.

[2] Головин, Г. И. А.С. Попов — изобретатель радио: жизнь и деятельность / Г. И. Головин ; под ред. проф. И. Г. Кляцкина. — Гос. издат-во литературы по вопросам связи и радио, 1945. — 240 с.

HISTORICAL ASPECTS OF THE DEVELOPMENT OF WIRELESS COMMUNICATIONS

Levterov M. Yu., Burlaka V. V.
Pryazovskyi State Technical University, Russia

Abstract — The stages of formation, development and standardization of wireless communications, from first radio communication experiments to the appearance of GSM standard are considered.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ПОДВОДНОЙ СВЯЗИ

Барздун В. Д., Жильцов О. Г., Шинтябин Е. В., Мурзин Д. Г.
Научный руководитель: канд. техн. наук Мурзин Д. Г.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: barzdun.barbara@gmail.com

Аннотация — В данной статье рассматривается история развития подводной связи, начиная с её зарождения и заканчивая современными технологиями. Проводится обзор ключевых моментов и достижений в области подводных коммуникаций: использование подводных кабелей, эволюция радиосвязи, протоколы передачи электронных данных под водой, современные достижения в области подводной связи и перспективы дальнейшего развития этой области. Исследование позволяет лучше понять значимость подводной связи для современной информационной инфраструктуры.

1. Введение

История развития подводной связи уходит корнями в не очень далекие времена и связана с потребностью людей в обмене сообщениями в средах, где традиционные методы связи сталкиваются со значительными ограничениями.

Начиная с первых экспериментов использования подводных кабелей в XIX веке, эта область беспрестанно развивалась. Жизненная необходимость постоянного совершенствования технологий позволила современному человеку пользоваться ключевыми технологиями, протоколами и системами, разработанными для обеспечения надежной передачи информации в условиях подводной среды.

2. Основная часть

Существует несколько видов подводной связи. Но пионерами данной области были подводные коммуникационные кабели — кабели, проложенные по морскому дну между наземными станциями для передачи телекоммуникационных сигналов через океаны и моря. Одним из экспериментаторов в данной области был Сэмюэл Морзе, который в 1842 году проложил подводный кабель в бухте Нью-Йорка. В течение второй половины XIX века подобные кабеля соединили все континенты, кроме Антарктиды.

В начала XX века получила распространение подводная акустическая коммуникация. Некоторые корабли общались с помощью подводных колоколов, а также использовали эту систему для навигации. А с помощью осциллятора Фессендена — электроакустического преобразователя, изобретённого Реджинальдом Фессенденом в 1912 году, стала возможной связь с подлодками. Это был первый успешный акустический эхолот создание которого было мотивировано крушением Титаника, подчеркнувшим необходимость защиты кораблей от столкновений с айсбергами, препятствиями и другими кораблями.

В середине XX века появился еще один метод подводной связи — подводная радиосвязь. Основная трудность использования радио в подобном деле — это естественная способность воды ослаблять электромагнитные волны с традиционными для радиосвязи частотами. Для связи с подлодками использовались и используются по сей день сверхнизкие частоты. Приём сигнала СНЧ на подводной лодке осуществляется на магнитные антенны. Они располагаются как в надстройке лодки (для приёма на малых глубинах), так и на специальном буксируемом устройстве, которое обеспечивает приём на глубинах в сотни метров, при этом само антенное устройство находится на небольшой глубине в приповерхностном слое.

Подводная радиосвязь из-за СНЧ является односторонней из-за больших размеров передатчика, а пропускная способность такого канала связи — около нескольких знаков в минуту. Но это один из немногих способов осуществлять подводную связь.

3. Заключение

В данной статье были рассмотрены различные виды подводной связи, такие как подводные кабели, акустическая связь и радиосвязь. Каждый из них имеет свои преимущества и ограничения, и выбор метода зависит от требований конкретного приложения. Однако, несмотря на значительные достижения в области подводной связи, остается ряд вызовов, таких как обеспечение надежности передачи данных на большие глубины, устранение помех и улучшение скорости передачи. Современные технологии, такие как оптические кабели и беспроводные системы, продолжают развиваться для преодоления этих проблем.

4. Список литературы

[1] Сети связи для подводных автономных роботизированных комплексов / В.П. Федосов [и др.]. — Ростов-на-Дону — Таганрог : Изд-во ЮФУ, 2018. — 223 с.
[2] Теория электрической связи : учеб. для вузов / А. Г. Зюко, Д. Д. Кловский, В. И. Коржик, М. В. Назаров ; Под ред. Д. Д. Кловского. — М. : Радио и связь, 1999. — 432 с.
[3] Войтов, Д. В. Телеуправляемые необитаемые подводные аппараты / Д.В. Войтов. — М. : Моркнига, 2012. — 506 с.
[4] Ларин А. А. История науки и техники : учебник / А. А. Ларин. — Харьков : НТУ «ХПИ», 2018. — 285 с.

HISTORY OF SUBMARINE COMMUNICATIONS

Barzdun V. D., Zhiltsov O. G., Shintyabin E. V., Murzin D. G.
Scientific adviser: Murzin D. G.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the history of underwater communications from its inception to the present day technologies is considered. Key points and advances in the field of underwater communications are reviewed: the use of submarine cables, the evolution of radio communications, protocols for transmitting electronic data underwater, current advances in underwater communications, and the prospects for future developments in the field. The study provides a better understanding of the importance of submarine communications to our modern information infrastructure.

ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Дидус В. Т., Шундрин М. И., Афонин И. Л., Поляков А. Л.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: diduslera@mail.ru

Аннотация — Статья посвящена кандидату технических наук. доценту, заведующему кафедрой «Инновационные телекоммуникационные технологии» Савочкину Александру Анатольевич, который за время своей научно-педагогической деятельности внес значительный вклад в развитие теории и практики радиотехнических и телекоммуникационных систем.

1. Введение

3 августа 2023 года исполнилось 60 лет со дня рождения заведующему кафедрой «Инновационные телекоммуникационные технологии» Института радиоэлектроники и интеллектуальных технических систем кандидату технических наук, доценту Савочкину Александру Анатольевичу.

Вся его трудовая научная деятельность связана с Севастополем, Севастопольским университетом, радиоэлектроникой и телекоммуникациями.

2. Основная часть

После окончания с отличием радиотехнического факультета Севастопольского приборостроительного института (СПИ) А. А. Савочкин поступает в аспирантуру кафедры Радиотехнических систем СПИ. (рис. 1).

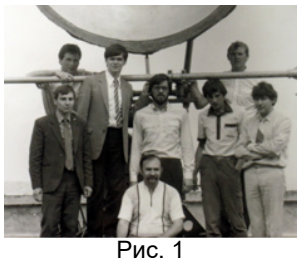


Рис. 1

Также блестяще окончив аспирантуру, он защищает диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Разработка и исследование многолучевых зеркальных антенн с широкоугольным разносом облучателей».

С 1988 года непрерывно работает в СПИ, СевГТУ, СевНТУ, СевГУ на научно-педагогических должностях: младшим научным сотрудником, ассистентом, старшим преподавателем, доцентом, заведующим кафедрой. В 2020 году ему было присвоено ученое звание доцента. Являясь ведущим преподавателем по дисциплинам «Теория передачи информации», «Телекоммуникационные системы», «Радиотехнические системы передачи информации», «Радиопланирование», «Системы передачи информации в мобильных сетях», Александр Анатольевич продолжает активную научную работу.

Савочкин А. А. — исполнитель научно исследовательской работы «Оптимизация характеристик антенных систем океанографических радиотехнических комплексов», научный руководитель Госбюджетной НИР «Разработка и исследование слабонаправленных многодиапазонных антенн», шифр «Созвездие» (2012 — 2013 гг.).

Ведущий исполнитель научных проектов: «Разработка принципов построения системы радиочастотной идентификации с локализацией объектов», хоздоговорной работы «Разработка специализированных модулей для контроллера КМ-04» (договор с ФГУП «Экспериментальный завод научного приборостроения со специальным конструкторским бюро РАН», г. Черноголовка). На рис. 2 показано фото А. А. Савочкина в лаборатории систем РТС.



Рис. 2

Ряд разработок, в которых он являлся соисполнителем демонстрировались на различных выставках, в том числе и на ВДНХ СССР в 1990 г.

Им подготовлено более 350 научных работ и целый ряд авторских свидетельств и патентов на изобретение. Его основные публикации:

— Савочкин А.А. Об особенностях излучения сферических зеркальных антенн / Б.Е. Кинбер, Л.М. Лобкова, А.А. Савочкин // Известия ВУЗов. Сер. Радиофизика. — 1991. — Т. 34. — № 2.. — С. 173—176;

— Савочкин А.А. Разработка системы передачи цифровой информации по радиоканалу / А.А. Савочкин, А.А. Щекатурин // СВЧ техника и телекоммуникационные технологии: материалы 8-ой междунар. Крымской микроволновой конф. КрыМиКо — 1998, Севастополь, 11 — 15 сент. 1998 г. — Севастополь, 1998. — Т. 1. — С. 346—347;

— Savochkin A.A. Features of radiation field formation of multibeam reflector antenna / A.A. Savochkin // III Intern. Conf. on Antenna Theory and Techniques: Abstract of papers, Sevastopol, 8 — 11 sept. 1999. — Sevastopol, 1999. — P. 198—200;

— Savochkin, A. Sharing and Electromagnetic Compatibility Studies between 5G NR Networks and Fixed Satellite Service Transponders in the 6425 — 7125 MHz Band / A. Pastukh, V. Tikhvinskiy, E. Devyatkin, A. Savochkin // 2022 International Conference on Engineering Management of Communication and Technology (EMCTECH), 2022, 20 — 22 October 2022. Vienna, Austria.

Особое внимание А. А. Савочкин всегда уделяет работе со студентами. Под его руководством было выполнено ряд научных работ, которые стали победителями на Всероссийских и Международных научных форумах.

3. Заключение

Результаты педагогического и научного труда Савочкина Александра Анатольевича являются достойным вкладом в развитие в теорию и практики радиотехники и инфокоммуникационных технологий.

HEAD OF DEPARTMENT "INNOVATIVE TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES

Didus V. T., Shundrin M. I.,
Afonin I. L., Polyakov A. L.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The article is devoted to the candidate of technical sciences. associate professor, head of the department "Innovative telecommunication technologies" Savochkin Alexander Anatolievich, who during his scientific and pedagogical activity has made a significant contribution to the development of the theory and practice of radio engineering and telecommunication systems.

ИНЖЕНЕР-РАДИОФИЗИК СЛЕЗКИН В. Г.

Дидус В. Т., Шундрин М. И., Афонин И. Л., Поляков А. Л.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: diduslera@mail.ru

Аннотация — 31 год трудится в Севастопольском государственном университете инженер, ученый, педагог Слезкин Виталий Геннадьевич. 4 сентября 2023 г. ему исполняется 75 лет. Получив диплом инженера-радиофизика в 1972 году, он более пятидесяти лет посвятил выбранной профессии. И не только Физику и лирику в одном лице посвящена эта публикация.

1. Введение

Более пятидесяти лет трудового стажа — неоспоримый факт, показывающий истинную преданность профессии. Если соблюдать хронологическую точность, то трудовой стаж Слезкина В. Г. составляет пятьдесят один год. Хотя можно сказать, что, еще будучи студентом Московского энергетического института, он уже работал на кафедре антенных устройств и распространения радиоволн. Но официально инженер-радиофизик Слезкин В. Г. был назначен на должность инженера после успешной защиты диплома и завершения учебы в МЭИ в июле 1972 года.

Так начался его трудовой путь.

2. Основная часть

4 сентября 2023 года Виталию Геннадьевичу исполняется 75 лет. Читая его автобиографию, можно подумать, что всё выглядит весьма стандартно: родился, закончил школу, поступил в институт начал трудовую деятельность. Да, на бумаге все легко и просто. А в жизни?

А в жизни было по-всякому! Виталий родился в г. Харькове. Но уже 1951 году семья переехала в г. Подольск. В Подольске прошло детство и юность Виталия. Хотя были еще 3 года в Чехословакии, где служил отец Виталия (1959—1962 гг.). Окончив школу №16 г. Подольска с золотой медалью, он поступил в Московский энергетический институт на направление подготовки «Радиофизика и электроника».

Окончив в 1972 году институт, молодой инженер-радиофизик продолжает трудится на кафедре антенных устройств и распространения радиоволн и параллельно обучается в аспирантуре.

В 1980 году под руководством профессора Васильева Е. Н. Виталий успешно защищает диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Исследование нелинейных явлений при взаимодействии мощных СВЧ импульсов со слабоионизованной лабораторной плазмой».

В 1982 году Слезкин В. Г. с семьей переезжает в г. Севастополь. Свою трудовую деятельность он продолжает на кафедре радиотехники в Севастопольском приборостроительном институте. Он становиться ведущим преподавателем таких дисциплин как:

— конструирование и технология РЭА;

— основы компьютерного проектирования и моделирования РЭА;

— глобальная морская связь и поиск на море.

Вместе с тем он продолжает активную научную работу. Яркие моменты его научных экспериментов представлены на рис. 1.

В круг научных интересов Слезкина В. Г. входят исследования и разработка антенн МВ и ДМВ диапазонов для систем телерадиовещания, спутниковых и наземных систем связи и навигации, микрополосковых антенных систем спутниковой связи. Результатом научной деятельности Слезкина В. Г. стали более 200 научных и учебно-методических трудов и многих авторских свидетельств и патентов на изобретение.

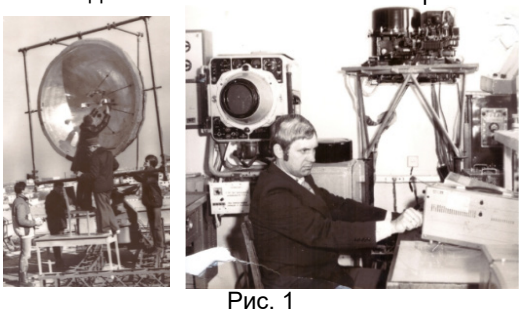


Рис. 1

Результаты своих научных исследований Слезкин В. Г. систематически представляет на международных научных конференциях. В 2006 году участвует в конференции в Ницце, а в 2007 в Праге по тематике антенн и распространения радиоволн.

С 1964 по 1976 год совершил 840 прыжков с парашютом. К. м. с. по парашютному спорту. Подготовил к прыжкам 400 человек. В семидесятых годах ходил на байдарке по рекам и озерам центральной России, в том числе с преодолением порогов на реке Мста. С 1982 года еще в МЭИ организовывает секцию дельтапланеризма, которым продолжает заниматься уже в Крыму. Изготовив своими руками восьмидесятых годах пневматическое ружье, на протяжении десятилетий увлеченно занимается подводной охотой. Имеет удостоверения подводного пловца с аквалангом. (рис. 2). А еще он профессиональный яхтенный рулевой второго класса.



Рис. 2

3. Заключение

В свое время Л. Фейхтвангер сказал: «Талантливый человек талантлив во всем». Эта фраза как нельзя лучше характеризует В. Г. Слезкина.

ENGINEER - RADIOPHYSICIST SLEZKIN V. G.

Didus V. T., Shundrin M. I., Afonin I. L., Polyakov A. L.
Sevastopol State University, Russia.

Abstract — Vitaly Gennadievich Slezkin, engineer, scientist, teacher, has been working at Sevastopol State University for 31 years. On September 4, 2023 he will be 75 years old. Having received the diploma of engineer-radiophysicist in 1972, he devoted more than fifty years to his chosen profession. And not only...This publication is dedicated to the physicist and lyricist in one person.

МИХАИЛ МИХАЙЛОВИЧ ЛОБАНОВ: ФИГУРА В СТАНОВЛЕНИИ И РАЗВИТИИ РАДИОЛОКАЦИИ В СССР

Лысенко Н. М., Литовко Е. В., Тыщук Ю. Н.
Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: y.tyschuk@gmail.com

Аннотация — В работе рассматривается период становления радиолокации в СССР. Описывается жизненный период того времени основоположника радиолокации Лобанова М. М.

1. Введение

Первые работы по радиолокационному обнаружению самолетов в СССР были начаты в 1933 г. по инициативе Михаила Михайловича Лобанова (рис. 1) инженера ГАУ. С 1934 г. данные работы возглавили Ю. К. Коровин, П. К. Ощепков и Б. К. Шембель.



Рис. 1

2. Основная часть

В 30-х годах инженеры военно-технического управления М. А. Федосенко и Г. С. Гойлов пришли к выводу, что есть возможность попытаться использовать для обнаружения самолетов радиоволны.

Летом 1931 года Лобанов был вызван в Москву на заседание научно-технического комитета ВТУ, где шла речь о результатах исследований Всесоюзного электротехнического института и Центральной радиолаборатории в области акустических средств обнаружения самолетов, и о первых опытах с тепло обнаружителями. Тогда же Лобанов и решил, что стоит попытаться переключить интересы ЦРЛ на проблему радиообнаружения. Руководство ГАУ его поддержало.

После этого он познакомился с Юрием Константиновичем Коровиным. Лобанов описывал его, как человека скромного, застенчивого и немного флегматичного, в котором, тем не менее, скрывались необыкновенная энергия и неиссякаемый оптимизм.

В октябре 1933 года между ГАУ и ЦРЛ был заключен официальный договор. А уже 3 января 1934 года впервые была экспериментально доказана возможность радиообнаружения самолета с помощью, отраженной от него электромагнитной энергии. В официальном отчете об итогах испытания писалось: «Пеленгация самолетов на дециметровых волнах возможна при высокочастотных мощностях порядка десятков ватт на волне 10—20 сантиметров на расстоянии 8—10 километров. Вывод основан на результатах, полученных с мощностью 0,2 Вт на волне 50 сантиметров».

11 января 1934 года был подписан договор с ЛЭФИ, который предусматривал проведение работ по созданию станций радиообнаружения самолетов. Руководителем группы стал начальник радиосектора института инженер Борис Константинович Шембель.

16 января 1934 года П. К. Ощепков на заседании Академии наук представил свою схему посылки электромагнитного луча на объект и получения луча, отраженного от объекта.

В 1934 году на Ленинградском радиозаводе были выпущены опытные образцы РЛС «Вега» и «Конус» для системы радиообнаружения самолетов «Электровизор». 11 июля 1934 года под Ленинградом проведены первые в мире испытания аппаратуры радиообнаружения самолетов «Рапид». Она послужила прототипом для разработки последующих станций радиообнаружения самолетов и наведения истребителей РУС-1 и РУС-2.

Вскоре в ЛФТИ появились серийные РЛС «РУС-1» и «РУС-2», которые сыграли большую роль в обороне крупных городов во время ВОВ.

К концу 1937 года, группой инженеров во главе с Д.С. Стоговым была создана оригинальная система для обнаружения самолетов — «Ревень». И хотя отдел Лобанова к этой разработке никакого отношения не имел, неожиданно для самого себя он стал участником испытаний изделия. В сентябре 1939 года «Ревень» стал штатным вооружением войск ПВО.

26 июня 1940 года на вооружение принимается и РУС-2.

3. Заключение

4 июля 1943 года, в канун исторической битвы под Курском, вышло Постановление Государственного Комитета Обороны об учреждении при нем Совета по радиолокации.

Это Постановление Государственного Комитета Обороны явилось важнейшим государственным актом, предопределившим дальнейшее развитие отечественной радиолокации.

4. Список литературы

[1] Лобанов, М. М. Мы — военные инженеры / М. М. Лобанов. — М. : Изд-во Министерство Обороны, 1977. — 222 с.
[2] Великая страна СССР [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.great-country.ru/articles/sssr/sov_elite/00040.html.

MIKHAIL MIKHAILOVICH LOBANOV: A FIGURE IN THE FORMATION AND DEVELOPMENT OF RADIOLOCATION IN THE USSR

Lysenko N. M., Litovko E. V., Tyschuk Y. N.
Scientific adviser: Tyschuk Y. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the period of formation of radiolocation in the USSR is considered. The life period of the founder of radiolocation Lobanov M.M. is described.

ПРАВИТЕЛЬСТВЕННАЯ СВЯЗЬ СССР ВРЕМЁН ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ

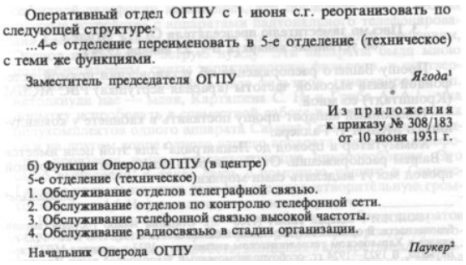
Литовко Е. В., Лысенко Н. М., Тыщук Ю. Н.
Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: litovkoliza@gmail.com

Аннотация — Рассмотрена история развития ВЧ-связи в довоенное и военное время (1931—1945 гг.). Проблематика обеспечения связью абонентов на фронтах.

1. Введение

Невозможно представить функционирование страны без использования связи. В настоящее время в России действует помимо электросвязи общественного пользования и другие сети, в том числе специальной связи, круг пользователей которыми строго ограничен. Так почти сто лет в Российской Федерации надежно функционирует и пользуется хорошей репутацией система правительственной связи при Президенте в составе органов государственной безопасности.

Правительственная ВЧ-связь является основой будущей системы правительственной связи и берет свое начало с 1 июня 1931 года. На рис. 1 приведена выписка из приказа ОГПУ №308/183 от 10 июня 1931 года.



Оперативный отдел ОГПУ с 1 июня с.г. реорганизовать по следующей структуре:
...4-е отделение переименовать в 5-е отделение (техническое) с теми же функциями.

Заместитель председателя ОГПУ *Ягода*[1]

Из приложения
к приказу № 308/183
от 10 июня 1931 г.

б) Функции Оперода ОГПУ (в центре)
5-е отделение (техническое)
1. Обслуживание отделов телеграфной связью.
2. Обслуживание отделов по контролю телефонной сети.
3. Обслуживание телефонной связью высокой частоты.
4. Обслуживание радиосвязью в стадии организации.

Начальник Оперода ОГПУ *Паукер*[2]

Рис. 1

Первое подразделение ВЧ-связи было сформировано в оперативном отделе ОГПУ (с 1934 года НКВД), главной задачей которого было обеспечение и обслуживание телефонной связи высокой частоты.

2. Основная часть

На начальном этапе ВЧ-связь осуществлялась подразделениями правительственной связи по воздушным линиям Наркомата СССР в основном с использованием зарубежного оборудования. В частности, немецкой компании *Telefunken*. В 1934 году на заводе «Красная заря» была разработана аппаратура СМТ-34, которая позволяла разнести спектр частот от 10 до 40 кГц и вести одновременно три телефонных дуплексных разговора по медной двухпроводной линии связи. Эта аппаратура находилась на вооружении подразделений правительственной связи в тридцатые годы.

В конце тридцатых, когда военно-политическая обстановка в мире обострялась, в Советском Союзе шла работа по повышению и укреплению обороноспособности страны. Накануне нападения фашистской Германии проводилась реконструкция всей системы связи государства. Была построена линия связи Москва-Хабаровск протяженностью более 8000 километров, которая позволила обеспечить организацию надежной связи центральных районов страны с регионами Сибири и Дальнего Востока. На рис. 2 представлена схема дублирования правительственной ВЧ-связи радиосвязью.

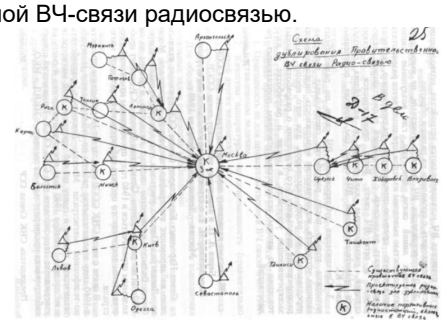


Рис. 2

В связи с реконструкцией системы 1938 год стал для ВЧ-связи переломным, были построены только за один год 32 станции ВЧ-связи (за предыдущие 7 лет были построены только 15). Впервые для обеспечения засекреченности телефонного обмена были введены в эксплуатацию аппараты засекречивания простой схемы.

К началу мая 1941 года было обеспечено ВЧ-связью 755 абонентов. Помимо переноса частот связь была защищена при помощи шифраторов и недоступностью подключения к высоковольтным линиям ЛЭП. Во время боевых действий была обнаружена проблема транспортировки армейских ВЧ станций связи, поскольку перевозка громоздких шкафов по фронтовым дорогам доставляла неудобства для восстановления связи около суток. Перед угрозой блокады Ленинграда было принято решение о переносе производства в Уфу. В сжатые сроки была представлена новая аппаратура СМТ-42 и СМТ-44, которая представляла собой усовершенствованные полевые аппараты СМТ-34, также был добавлен четвертый канал связи и повышения устойчивости к тряске.

3. Заключение

Правительственная ВЧ-связь сыграла ключевую роль в обеспечении связи в Великой Отечественной Войне, благодаря ей главнокомандующий ставил боевые задачи, связывался с фронтами, вел переговоры с военачальниками, ни одно поручение Сталина не обошлось бы без внедрения правительственной связи.

4. Список литературы

[1] Астрахан, В. И. Становление и развитие правительственной связи в России / В. И. Астрахан. — М., 2001. — 358 с.

USSR GOVERNMENT COMMUNICATIONS DURING THE GREAT PATRIOTIC WAR

Litovko E. V., Lysenko N. M., Tyschuk Y. N.
Scientific adviser: Associate Professor Tyschuk Y. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The history of HF communication development in pre-war and wartime (1931-1945) is considered. Problematics of providing communication to subscribers at the fronts.

ПУТЬ К ЦЕЛИ А. С. ПОПОВА

Ватрич А. Д., Зиборов С. Р.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Зиборов С. Р.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: vatrich_a@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен небольшой отрезок жизненного пути Попова Александра Степановича. Рассмотрена его деятельность и достижения в различные годы.

1. Введение

В свое время изобретение радио русским физиком А. С. Поповым было настоящим прорывом в науке и технике. В настоящей статье делается попытка рассмотреть работу А. С. Попова до изобретения радио.



Рис. 1

2. Основная часть

Родился Александр Степанович 4 (16) марта 1859 года в семье священника в поселке Турьинские рудники Екатеринбургской губернии, на Урале.

Начал свой долгий и нелегкий путь А. С. Попов с учебы в Долматовской духовной школе, до которой приходилось добираться за 400 км., затем поступил в Екатеринбургское духовное училище в г. Екатеринбурге, куда переехал к своей сестре М. С. Левицкой. После с 1873 по 1877 г. учился в Пермской духовной семинарии.

По приезду в Петербург 20 июля 1877 г. он поступает на математической отделение физико-математического факультета университета.

Посвящая свободное время научной работе А. С. Попов обратил на себя внимание, и уже на 4 курсе стал ассистентом профессора, что было большой редкостью в то время.

В 1881 г. он выступает с докладом на Электротехнической выставке, и помимо научной деятельности занимается в научных кружках по математической физике и электромагнетизму, участвует в первых работах по проводке электроосвещения.

Окончил Александр Степанович университет на отлично в 1883 году. Совмещая самостоятельную научную деятельность по электротехнике и работу в университете, он принимает предложение Морского ведомства поступает на должность преподавателя в Минную школу и Минный офицерский класс в Кронштадте, где одновременно с учебой проводилась большая исследовательская деятельность.

В 1883 году в возрасте 24 лет А. С. Попов публикует свою первую работу в журнале «Электричество». Будучи ассистентом профессора А. С. Степанова по гальванизму, в 1884 году начинает самостоятельно читать курс физики и электротехники, совмещая преподавательскую деятельность с серьезной научной работой.

Во время преподавания Попову пришлось изучать различные вопросы электротехники, от изоляции электропроводки до принципов работы аккумуляторов.

В 1887 году вместе с А. И. Садовским участвует в экспедиции по изучению солнечного затмения.

Имея доступ к обширной библиотеке, в 1888 г. он знакомится с трудами Феррариса и Теслы и начинает занимается постепенным внедрением переменного тока в промышленность.

В 1989 году вдохновленный опытами Герца, воспроизводимыми профессором Н. Г. Егоровым, А. С. Попов создает свои более компактные и эффективные приборы и демонстрирует их на своей лекции.

Начиная с 1889 г. в течение 9 лет Попов работает директором электростанции для финансирования своих исследований с помощником П. Н. Рыбкиным.

Проработав 18 лет, начиная с 1890 года он также преподает в Морском техническом училище, где занимается внедрением электротехники на флот.

В 1894 после посещения Чикагской всемирной выставки новейших достижений А. С. Попов строит достаточно надежный возбудитель электромагнитных колебаний по принципу Герца с усовершенствованной приемной частью. Так был создан реагирующий на грозовые разряды грозоотметчик Попова, являющийся первым в мире радиоприемником [1].

Чувствительность прибора была проверена и испытана различными опытами [2].

25 апреля (7 мая) 1895 года А. С. Попов выступил с публичным докладом и демонстрацией созданного прибора на заседании в Физическом отделении Русского физико-химического общества. С тех пор 7 мая 1895 года считается датой изобретения радио.

3. Заключение

Таким образом, коротко рассмотрен период жизни выдающегося человека, изобретателя радио Александра Степановича Попова.

4. Список литературы

[1] Берг, А. И. Изобретение радио А.С. Поповым / А. И. Берг. — М. : 2-е тип. изд. Академии Наук СССР, 1945. — 309 с.
[2] Попов, А. С. Прибор для обнаружения и регистрирования электрических колебаний в атмосфере / А. С. Попов. СПб. : тип. Акад. наук, 1896. — 7 с.

THE PATH TO THE GOAL OF A. S. POPOV

Vatrich A. D., Ziborov S. R.
Scientific adviser: Ziborov S. R.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A small segment of Alexander Stepanovich Popov's life path is considered. His activities and achievements in various years are reviewed.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ИНФОКОММУНИКАЦИЙ И РАДИОТЕХНОЛОГИЙ НА ГРАЖДАНСКОМ ФЛОТЕ РОССИИ КОНЦА XIX — НАЧАЛА XX вв.

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 рассмотрены первые практические опыты в области гражданского применения радиосвязи (на Черноморском флоте и в Ростове) под руководством А. С. Попова.

1. Введение

Радиосвязь — это незаменимая часть современной жизни, позволяющая оставаться на связи с окружающим миром, получать доступ к информации, где бы мы ни находился человек. С развитием технологий радиосвязи можно ожидать еще больших возможностей для коммуникации и передачи информации в обозримом будущем. В рамках настоящего доклада рассматривается период времени, когда наука и техника развивались с невероятной скоростью, возникла потребность в новом средстве связи на больших расстояниях. Таким средством стало радио, которое разработал российский ученый А. С. Попов. Нами рассмотрены первые испытания радиосвязи на гражданском флоте и ее значение для развития морского транспорта.

2. Основная часть

В истории Российской империи Черноморский флот был основным испытательным полигоном, имел стратегическую значимость, а также был объектом внедрения оборудования для телеграфирования без проводов. Следует акцентировать, что в России начала XX в. проводилось внедрение и апробация изобретений в практику гражданского флота Российской империи. А. С. Попов, будучи профессором физики и электротехники, начал работу над созданием радио в 1894 году. Его целью было создание устройства, способного передавать сигналы на дальние расстояния без проводов. В 1895 году, он успешно продемонстрировал первый в мире радиоприемник, что стало отправной точкой для дальнейшего развития радиосвязи. После изобретения электрической связи без проводов в 1895 г. А. С. Попов дважды (в 1899 и в 1901 гг.) лично участвовал в проведении опытов на Черноморском флоте по ее усовершенствованию в практических условиях флота. Каждый раз проведение им работы вносило существенный вклад в дальнейшее развитие этого нового вида связи.

Первые испытания радиосвязи были проведены на гражданских судах в 1901 году. А. С. Попов лично участвовал в этих испытаниях, устанавливая радиостанции на кораблях «Европа» и «Африка». Во время испытаний были переданы сигналы на расстояние до 30 километров, что стало настоящим прорывом в области связи. Это позволило судам общаться друг с другом и получать информацию о погоде, расположении других кораблей и других важных данных, которые ранее были недоступны.

Стоит также отметить, что за опытами А. С. Попова пристально следили в Ростове. Комитет донских гирл решил установить постоянную связь Ростовского порта с донскими гирлами для своевременного получения капитанами судов сведений об обстановке в гирлах. С целью обеспечения более надежной связи Комитет донских гирл в 1900 г. обратился с ведома Морского министра к А. С. Попову с просьбой установить «беспроволочный телеграф» и получили положительный ответ. 24 августа 1901 г. А. С. Попов лично предал с плавучего маяка сигнал. Это был первый в России опыт гражданской радиосвязи [1].

В ходе проведенных опытов Александр Попов впервые убедился в загоризонтном распространении радиоволн. Это явление в корне меняло привычное тогда трактование прямолинейности распространения электромагнитных колебаний в рамках теории Герца.

Таким образом, Черноморский флот в истории радио стал местом испытаний первых практических радиостанций. Успешные опыты применения радиостанций укрепили авторитет зарождавшегося средства связи.

3. Заключение

Радиосвязь сыграла огромную роль в развитии гражданского флота. Благодаря ей суда стали более безопасными и эффективными, так как могли получать информацию об опасностях, погодных условиях и других событиях, которые могли повлиять на их навигацию.

Кроме того, радиосвязь позволила кораблям и судам поддерживать связь с береговыми службами и другими судами на больших расстояниях, что значительно улучшило качество работы морского транспорта и повысило его эффективность.

В этот период были заложены организационные, социально-государственные и институциональные основы становления инфокоммуникаций и радиосвязи в России, выделилась плеяда отечественных ученых, исследователей и практиков дачного направления.

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 Международная 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.

THE HISTORY OF THE DEVELOPMENT OF INFOCOMMUNICATIONS AND RADIO TECHNOLOGIES IN THE RUSSIAN CIVIL FLEET OF THE LATE XIX — EARLY XX CENTURIES

Katerinchuk V. I., Yermolov P. P.
Scientific adviser: Yermolov P. P.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the first practical experiments in the field of civilian applications of radio communications (in the Black Sea Fleet and in Rostov) under the leadership of A. S. Popov is considered.

ПРОЕКТ «ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ИНФОКОММУНИКАЦИЙ И РАДИОТЕХНОЛОГИЙ НА ЧЕРНОМОРСКОМ ФЛОТЕ И В КРЫМУ»

Калюжный Б. К., Вязенцев Я. А., Васильев А. В., Ермолов П. П.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Ермолов П. П.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: ppyermolov@sevsu.ru

Аннотация — В докладе представлены результаты работ по созданию стенда «История развития инфокоммуникаций и радиотехнологий на Черноморском флоте и в Крыму», которые выполнены студентами Института радиоэлектроники и интеллектуальных технических систем Севастопольского государственного университета. Стенд включает в себя разделы: Объекты, Персоналии, Монографии.

1. Введение

История развития инфокоммуникаций и радиотехнологий на Черноморском флоте и в Крыму представлена в значительном числе публикаций. Их обобщение сделано в монографиях [1, 2]. В настоящем докладе представлены результаты работ по созданию одноименного стенда.

2. Основная часть

Основной задачей проекта являлся сбор, анализ, систематизация и популяризация достоверной информации, посвященной истории развития инфокоммуникаций и радиотехнологий на Черноморском флоте и в Крыму.

Результатом стало создания сайта на вышеуказанную тему и состоящего из следующих разделов (рис. 1)

— раздел 1; величайшие люди из мира радиотехнологий. В данном разделе представлено 14 выдающихся личностей и их достижения в этой научной сфере. Связующим звеном между ними является их работа в Крыму и на Черноморском флоте.

— раздел 2; исторические достопримечательности и памятники архитектуры. В нем представлено 11 объектов, имеющих историческое значение. Каждый из объектов сформирован в разные этапы развития инфокоммуникаций и радиотехнологий на Черноморском флоте и в Крыму.

— раздел 3; историческая литература. В данном разделе представлены труды профессора кафедры «Радиоэлектронные системы и технологии» Института радиоэлектроники и интеллектуальных технических систем Севастопольского государственного университета Ермолова П. П. Они стали основой для формирования сайта.

Данный сайт представляет собой прототип будущего стенда, который будет размещен на 4-м этаже главного корпуса Севастопольского государственного университета на ул. Университетской, 33, на котором размещена кафедры радиотехники радиотехнического и телекоммуникационного профиля (рис. 1).

3. Заключение

Разрабатываемый стенд будет способствовать формированию у будущих специалистов такой компетенции, как способность осуществлять свою деятельность на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории науки и техники.

4. Список литературы

[1] Ермолов, П. П. А. С. Попов : крымский аспект / П. П. Ермолов, Е. А. Федотов. — Севастополь : Вебер, 2010. — 191 с.
[2] Ермолов, П. П. История развития инфокоммуникаций и радиотехнологий на Черноморском флоте и в Крыму (1899—2014 гг.) / П. П. Ермолов. — М. : ИНФРА-М, 2022. — 392 с.

STAND “HISTORY OF THE DEVELOPMENT OF INFOCOMMUNICATIONS AND RADIO TECHNOLOGY IN THE BLACK SEA FLEET AND IN THE CRIMEA”

Kalyuzhny B. K., Vyazencev Y. A., Vasilyev A. V., Yermolov P. P.
Scientific adviser: Yermolov P. P.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the results of the work on creating the stand “History of the development of infocommunications and radio technologies in the Black Sea Fleet and Crimea,” which was carried out by students of the Institute of Radio Electronics and Intelligent Technical Systems of Sevastopol State University, are presented. The stand includes sections: Objects, Persons, Monographs.



Рис. 1

НАРОДНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (К 60-ЛЕТИЮ СЕВАСТОПОЛЬСКОГО ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОГО ИНСТИТУТА)

Калюжный Б. К., Ермолов П. П.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Ермолов П. П.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: ppyermolov@sevsu.ru

Аннотация — В докладе представлен фрагмент деятельности факультета радиоэлектроники народного университета науки и техники Севастопольского приборостроительного института в 1982/1983 учебном году. Приведен план учебных занятий, а также сведения о ректоре народного университета А. В. Ловягине (1908—?).

1. Введение

Народные университеты — общественные учебные заведения, существовавшие в СССР, массовая форма непрерывного образования граждан. Эта система существовала во всех регионах СССР [1] и практически во всех вузах, в том числе и в Севастопольском приборостроительном институте. В книге, посвященной истории института [2], этот факт не нашел отражения. В настоящем докладе (на примере деятельности факультета радиоэлектроники в 1982/1983 учебном году) частично устраняется этот пробел.

2. Основная часть

План учебных занятий по факультету радиоэлектроники в 1983/1984 учебном году 18 мероприятий. К проведению занятий привлекались преподаватели Севастопольского приборостроительного института: В. К. Маригодов, Л. М. Лобкова, Н. А. Грудина, Ю. Б. Гимпилевич, В. В. Саламатин, В. К. Макаров, А. П. Васильев, В. И. Проскурня, П. Д. Бурьянов, В. Г. Слёзкин, Э. Ф. Бабуров, В. П. Климов, Н. К. Маслов и др. (рис. 1).

Ректор университета А. В. Ловягин.

Арсений Васильевич Ловягин (рис. 2) окончил физико-математический факультет Калининского педагогического института. С марта по декабрь 1931 года находился на службе в Красной Армии.

В июне 1939 года был назначен директором Сталинградского механического института и работал на этом посту до апреля 1945 года. Во время битвы за Сталинград непосредственно участвовал в подготовке двух пулеметных рот рабочего ополчения на тракторном заводе. При нем институт был эвакуирован в Челябинск.

В 1945 г. был откомандирован в Одесский политехнический институт. В 1950 г. защитил кандидатскую диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

В ноябре 1960 г. был назначен директором Севастопольского филиала Одесского политехнического института. В январе 1964 г. был назначен ректором Севастопольского приборостроительного института, которым руководил до конца 1980-х годов.

Награжден двумя орденами «Знак Почета» и медалями «За трудовую доблесть», «За оборону Сталинграда».

3. Заключение

Материал доклада будет способствовать формированию у будущих специалистов такой компетенции, как способность осуществлять свою деятельность на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории науки и техники.

4. Список литературы

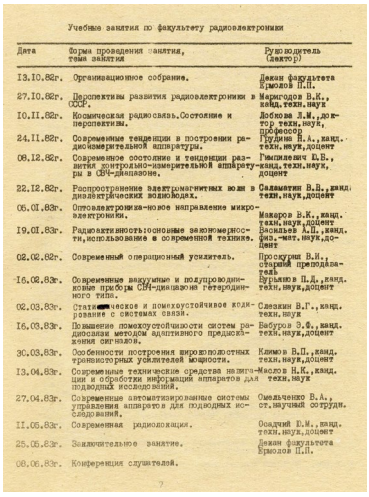
[1] Пинаева, Д. А. Народные университеты в системе непрерывного образования советских граждан в 1970-1980 гг. (на примере Татарской АССР) / Д. А. Пинаева // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. — 2014. — № 1-2 (39). — С. 164—169.

[2] Трощенко, В. И. Очерки становления и развития : Севастопольский национальный технический университет. 1951-2005 / В. И. Трощенко. — Севастополь : СевНТУ, 2005. — 180 с.

PEOPLE'S UNIVERSITY OF RADIO ELECTRONICS (TO THE 60TH ANNIVERSARY OF THE SEVASTOPOL INSTRUMENT-MAKING INSTITUTE)

Kalyuzhny B. K., Yermolov P. P.
Scientific adviser: Yermolov P. P.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, a fragment of the activities of the Faculty of Radioelectronics of the People's University of Science and Technology of the Sevastopol Instrument-Making Institute in the 1983/1984 academic year is presented. A curriculum plan is provided, as well as information about the rector of the People's University A. V. Lovyagin (1908—?).



Учебные занятия по факультету радиоэлектроники

Дата	Форма проведения занятия, тема занятия	Руководитель (лектор)
13.10.82г.	Организационное собрание.	Декан факультета Ермолов П.П.
27.10.82г.	Перспективы развития радиоэлектроники в СССР.	Маригодов В.К., канд.техн.наук
10.11.82г.	Космическая радиосвязь.Состояние и перспективы.	Лобкова Л.М.,доктор техн.наук, профессор
24.11.82г.	Современные тенденции в построении радиоизмерительной аппаратуры.	Грудина Н.А.,канд. техн.наук,доцент
08.12.82г.	Современное состояние и тенденции развития контрольно-измерительной аппаратуры в СВЧ-диапазоне.	Гимпилевич Ю.Б., канд.техн.наук, доцент
22.12.82г.	Распространение электромагнитных волн в диэлектрических волноводах.	Саламатин В.В.,канд. техн.наук,доцент
05.01.83г.	Оптоэлектроника-новое направление микроэлектроники.	Макаров В.К.,канд. техн.наук,доцент
19.01.83г.	Радиоактивность:основные закономерности,использование в современной технике.	Васильев А.П.,канд. физ.-мат.наук,доцент
02.02.82г.	Современный операционный усилитель.	Проскурня В.И., старший преподаватель
16.02.83г.	Современные вакуумные и полупроводниковые приборы СВЧ-диапазона гетеродинного типа.	Бурьянов П.Д.,канд. техн.наук,доцент
02.03.83г.	Статистическое и помехоустойчивое кодирование с системах связи.	Слезкин В.Г.,канд. техн.наук
16.03.83г.	Повышение помехоустойчивости систем радиосвязи методом адаптивного предсказания сигналов.	Бабуров Э.Ф.,канд. техн.наук,доцент
30.03.83г.	Особенности построения широкополосных транзисторных усилителей мощности.	Климов В.П.,канд. техн.наук,доцент
13.04.83г.	Современные технические средства накопления и обработки информации аппаратов для подводных исследований.	Маслов Н.К.,канд. техн.наук
27.04.83г.	Современные автоматизированные системы управления аппаратов для подводных исследований.	Омельченко В.А., ст.научный сотрудн.
11.05.83г.	Современная радиолокация.	Осадчий Е.М.,канд. техн.наук,доцент
25.05.83г.	Заключительное занятие.	Декан факультета Ермолов П.П.
08.06.83г.	Конференция слушателей.	

Рис. 1



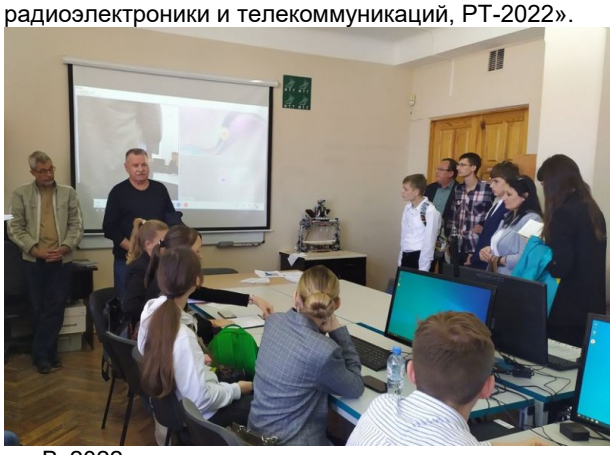
Рис. 2



ШКОЛА ЮНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

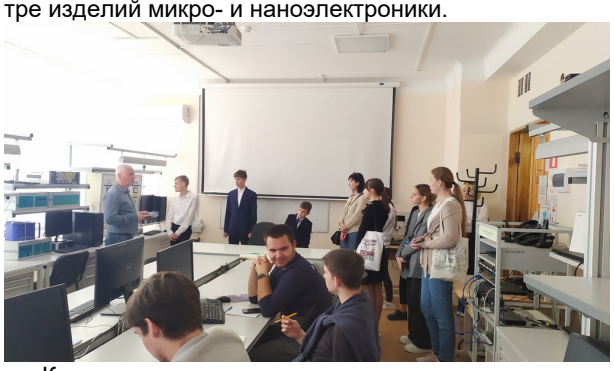
ИТОГИ ПРОВЕДЕНИЯ КОНКУРСА ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ТВОРЧЕСКИХ РАБОТ «ШКОЛА ЮНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЯ — 2022»

В Институте радиоэлектроники и интеллектуальных технических систем Севастопольского государственного университета 12 октября 2022 года состоялся конкурс исследовательских творческих работ «Школа юного исследователя — 2022» для учащихся старших классов школ, колледжей и учреждений дополнительного образования. Конкурс проводился в рамках 18-й Международной молодежной научно-технической конференции «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, РТ-2022».



В 2022 году участие в конкурсе принимали учащиеся школ и других учебных заведений Симферополя и Севастополя. Многие участники этого года традиционно работают с педагогами дополнительного образования Малых академий наук. Новым веянием стала работа в области проектной деятельности преподавателей наших кафедр «Радиоэлектронные системы и технологии», «Инновационные телекоммуникационные технологии» и «Электронная техника» со школьниками Севастополя в рамках проектной деятельности, в основном, со школой «Экотех+».

Перед началом конкурса для иногородних участников была проведена экскурсия по лабораториям института, ребята смогли окунуться прямо в обычную студенческую жизнь и посмотреть на занятия и работу разработчиков микросхем в Инжиниринговом центре изделий микро- и наноэлектроники.



Конкурс проходил в двух секциях:

— секция 1 рассматривала работы по направлениям исследований: радиоэлектроника и робототехника;

— секция 2 — по направлениям: физика, математика и информационные технологии.

В программу финала вошли 23 работы. Участники конкурса представили работы в виде презентаций. Практически каждый доклад сопровождался шквалом вопросов от присутствующих. Многие доклады сопровождались демонстрацией макетов и даже готовых изделий, кроме того ребята представили фотографии и видеозаписи своих многочисленных экспериментов. Для иногородних слушателей и участников, которые не смогли приехать, был организован канал связи в скайп для дистанционного участия.

Работы оценивало жюри, состоящее из преподавателей:

заведующего кафедрой «Радиоэлектронные системы и технологии» профессора Афонина Игоря Леонидовича,

заведующего кафедрой «Инновационная радиоэлектроника» доцента Ермолова Павла Петровича,

заведующего кафедрой «Электронная техника» доцента Михайлюка Юрия Петровича,

профессора кафедры «Радиоэлектронные системы и технологии» Головина Владислава Викторовича,

доцента кафедры «Радиоэлектронные системы и технологии» Полякова Александра Леонидовича,

доцента кафедры «Радиоэлектронные системы и технологии» Лащенко Ирины Викторовны,

доцента кафедры «Радиоэлектронные системы и технологии» Тыщука Юрия Николаевича,

доцента кафедры «Инновационные телекоммуникационные технологии» Дурманова Максима Анатольевича.

Авторы лучших работ получили дипломы и призы, а их доклады рекомендованы к публикации в сборнике трудов конференции.

Решение конкурса «ШКОЛА ЮНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЯ — 2022»

На основании решения жюри конкурса

в секции «Радиоэлектроника, робототехника» награждаются:

1 место

дипломом за лучший доклад «Шагоход-планетоход» награждается Щувайло Денис («Малая академия наук «Искатель» г. Симферополь)

2 место

дипломом за лучший доклад «Исследование влияния магнитного поля низкой частоты на растения» награждается Кривченко Вероника (ГБОУ Экотех+, проектная деятельность)

3 место

дипломом за лучший доклад «Робот-художник» награждается Колесников Святослав («Малая академия наук «Искатель» г. Симферополь)

в секции «Физика, математика, информационные технологии»:

1 место

дипломом за лучший доклад «Обнаружение сверхмассивных черных дыр» награждается Чебанов Иван («Малая академия наук» Центр выявления и поддержки одарённых детей города Севастополя «Альтаир»)

2 место

дипломом за лучший доклад «Способ обучения искусственных нейронных сетей на основе теории минимизации функций» награждается Алёшкин Дмитрий («Малая академия наук» Центр выявления и поддержки одарённых детей города Севастополя «Альтаир»)

3 место

дипломом за лучший доклад «Способ классификации текстовых документов на основе векторного

представления» награждается Харитонова Лилия («Малая академия наук» Центр выявления и поддержки одарённых детей города Севастополя «Альтаир»)

В финале конкурса «Школа юного исследователя-2022» награждены:

1 место

диплом и приз (комплект радиостанций) за лучший доклад конкурса «Способ решения уравнений с помощью генетического алгоритма» награжден Близниченко Алексей («Малая академия наук» Центр выявления и поддержки одарённых детей города Севастополя «Альтаир»)



2 место

диплом и приз (комплект радиостанций) за лучший доклад конкурса «Устройство для создания звуковых эффектов на основе электрогитары» награжден Росенко Андрей (ГБОУ «Экотех+», проектная деятельность)



3 место

диплом и приз (пауэрбанк) за лучший доклад конкурса «Робот-повар» награжден Гордун Андрей («Малая академия наук «Искатель», г. Симферополь)

СПОСОБ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

Близниченко А. Ю.
Под руководством Глеч Е. В.
ГБОУ ЦДО «Малая академия наук»
г. Севастополь
E-mail: ravikgames1111@gmail.com

Abstract — The purpose of the work: to develop a program for solving various types of equations using a genetic algorithm.

1. Введение

Быстрое и точное решение различных видов математических уравнений является **актуальной** проблемой. **Научный результат** работы заключается в результатах исследования точности и скорости генетического алгоритма при решении различных видов уравнений.

Практическая ценность работы заключается в следующем: открытый исходный код; быстрое решение различных видов уравнений; удобный и наглядный пользовательский интерфейс с визуализацией решения.

2. Основная часть

Существует множество типов уравнений, метод решения которых неизвестен или трудоемок. Тогда прибегают к различным численным методам для приближенного определения корней. Эти методы достаточны сложны для понимания и реализации, поэтому в данной работе для решения разных видов уравнений предлагается использовать генетический алгоритм, который относится к методам искусственного интеллекта.

Цель работы: разработать программу для решения различных видов уравнений с помощью генетического алгоритма. Были решены следующие задачи: определены основные виды уравнений для реализации в программе; разработан генетический алгоритм для нахождения корней заданного уравнения в указанном диапазоне; разработан графический интерфейс пользователя для ввода исходных данных; предусмотрено построение графиков функций. В данной работе охвачены некоторые виды уравнений: линейные, степенные (2—6 порядка), диофантовы. Генетический алгоритм успешно справляется с их решением, что продемонстрировано в таблице испытания работы программы.

3. Заключение

В данной работе продемонстрирована простая и эффектная технология решения математических уравнений с помощью генетических алгоритмов. Программа, написанная на языке Java, является легковесной, кроссплатформенной, интерфейс доступен для использования рядовыми пользователями.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Алёшкин Д. И.
Под руководством Канова Л. Н., Ляшко Е. Т.
ГБОУ ЦДО «Малая академия наук»
г. Севастополь
E-mail: alaa1917@mail.ru

Abstract — In this paper, the concept of using neural networks to improve the reliability of technical systems is considered.

1. Введение

Актуальной является задача оперативного распознавания, идентификации аварии для быстрейшей ее локализации и устранения. Поставленная задача диагностики может быть эффективно решена с помощью нейронных сетей. **Научную новизну** представлена в построение автоматизированной системы распознавания аварий на основе нейронной сети. **Практическая ценность** состоит в предложенных алгоритмах настройки нейронных сетей.

2. Основная часть

В ходе работы над проектом была построена модель нейронной сети, которая в последующем была адаптирована для решения вопросов прогнозирования и автоматизации различных областей человеческой деятельности.

Настроенная сеть распознает аварии в режиме текущего времени. Представляет интерес непрерывное слежение за параметрами технической системы для того, чтобы определить в данный момент времени «расстояние» до ближайшей аварии, да и до всех аварий, и, тем самым, прогнозировать возможную, опасную ситуацию приближающейся аварии.

В проекте рассмотрено математическое представление, описание и создание нейронной сети для выполнения задачи идентификации аварий в технических системах. Для примера выбрана электростанция. Нейронная сеть спроектирована в форме алгоритма в среде *MathCad*.

Построенная нейронная сеть тестировалась на работоспособность и точность анализа и распознавания различного рода аварий. В ходе испытаний сеть была признана работоспособной, выходной результат соответствовал ожидаемому. Также сеть смогла просчитать и “расстояние” до аварии с достаточной точностью без неверных прогнозов.

3. Заключение

Метод также может быть применён для анализа динамики социальных систем, таких как: офисы, медицинские комплексы, городские районы. Численные эксперименты с построенными нейронными сетями показали достаточную точность предлагаемого способа.

СПОСОБ КЛАССИФИКАЦИИ ТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ВЕКТОРНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

Харитонова Л. Г.
Под руководством Глеч Е. В.
ГБОУ ЦДО «Малая академия наук»
г. Севастополь
E-mail: kharitonovalily@yandex.ru

Abstract — The purpose of the work is to create an application for classifying text data and making recommendations to the user.

1. Введение

Определение тональности больших объемов текстов является чрезвычайно **актуальной**. **Научная новизна** работы заключается в разработке и исследовании алгоритмов, предваряющих нейронные сети и глубокое обучение для обработки текстовых данных.

Практическая **ценность** работы заключается в том, что программу можно использовать для системы индивидуальных рекомендаций и предварительной классификации большого объема документов.

2. Основная часть

На компьютерах пользователей и в интернете хранятся множество файлов, большинство из которых текстовые. Один из эффективных механизмов анализа для дальнейшей классификации текстов - это создание конспекта документа. Под конспектом понимается вектор, который определяется как функция содержимого документа. Понимание этого метода является базовым для понимания и дальнейшего совершенствования технологий обработки информации. Основная идея метода: конспект должен характеризовать документ таким образом, чтобы документы с разными конспектами отличались, а у похожих - конспекты были похожи.

Цель работы: создать приложение для классификации текстовых данных и выработки рекомендаций пользователю. Были решены следующие задачи: разработан алгоритм для векторного представления текстового документа; разработан алгоритм для классификации документов; разработан алгоритм для системы рекомендаций пользователю; разработан графический интерфейс приложения.

3. Заключение

В данной работе продемонстрирована простая и эффектная технология классификации документов на основе векторных конспектов. Программа, написанная на языке Java, является легковесной, кроссплатформенной, интерфейс доступен для использования рядовыми пользователями.

ФИНАЛ КОНКУРСА «ШКОЛА ЮНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЯ — 2023»

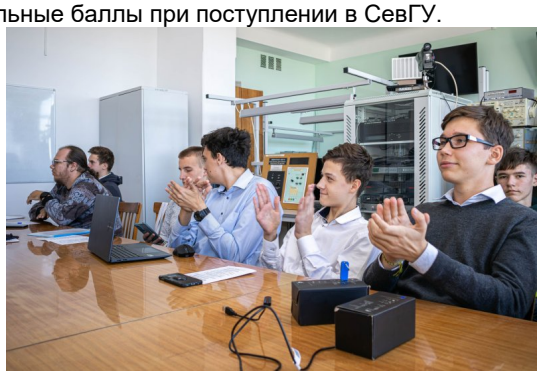
11 октября 2023 года состоялся финал конкурса «Школа юного исследователя», который проводится с 2010 года в Севастопольском государственном университете.

Институт радиоэлектроники и интеллектуальных технических систем: кафедры «Радиоэлектронные системы и технологии», «Инновационные инфокоммуникационные системы» и «Электронная техника» каждый год приглашают учащихся старших классов школ, гимназий, лицеев, колледжей и обучающихся в организациях дополнительного образования выступить с докладом по результатам самостоятельных исследований, обсудить и опубликовать результаты работы в сборнике трудов Международной молодежной научно-технической конференции «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций» и познакомиться с Севастопольским государственным университетом.



В этом году были представлены результаты исследований и практических разработок в области радиотехники и электроники, информационных технологий, физики, защиты информации. Участниками конкурса были учащиеся из города Симферополя, Севастополя и Красноперекопска. Часть участников конкурса защищали свои работы дистанционно, используя Яндекс.Телемост, но это не помешало им также занять призовые места. Все участники очного конкурса посетили интересную экскурсию по лабораториям института, посмотрели, как учатся наши студенты.

Победители, призеры и участники конкурса «Школа юного исследователя» получают дополнительные баллы при поступлении в СевГУ.



На основании решения жюри конкурса награждаются:

- **за лучший доклад конкурса**

Адонин Алексей Даниилович «Управление движением упругого объекта при оптимальном перемещении»

(приз — набор датчиков умного дома)

- **за лучшие доклады в секции «Радиоэлектроника, физика»**

1 место

Наконечный Дмитрий Игоревич «Разработка беспилотного робота»

(приз — умная колонка)

2 место

— Чесноков Владимир Витальевич «Мощный фонарик»

— Гладырев Иван Дмитриевич «Бегущая строка на адресной светодиодной матрице»

— Баздырев Данила Андреевич «Система мониторинга состояния здоровья пациента»

3 место

— Коптелов Максим Максимович «Умная лампа для животных и птиц»

— Клевцова Милена Алексеевна «Поиск экзопланет по данным орбитального телескопа TESS»

— Сурначёв Архип Владимирович «Разработка устройства с голосовым управлением и программного обеспечения для работы IoT девайсов»

- **за лучшие доклады в секции «Информационные технологии, защита информации»**

1 место

— Близниченко Алексей Юрьевич «Приложение для создания и использования нейронных сетей «ANNA»»

(приз — умные часы)

2 место

— Аксютин Никита Андреевич «Платформа обработки форм и заявлений центра выявления и поддержки одаренных детей города»

— Гущин Максим Станиславович «Образовательная платформа и конструктор онлайн-курсов, викторин и уроков центра «Альтаир»»

— Николаевский Игорь Антонович «Платформа планирования трудовой деятельности и учета рабочего времени сотрудников предприятия»

3 место

— Малышев Илья Александрович «Программное обеспечения для перевода текстов»

— Алешкин Дмитрий Игоревич «Метод построения комплексных нейронных сетей для диагностики электрических систем переменного тока»

— Кулик Егор Олегович «Платформа сопровождения отдаренных детей центра «Альтаир»»



УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ УПРУГОГО ОБЪЕКТА ПРИ ОПТИМАЛЬНОМ ПЕРЕМЕЩЕНИИ

Адонин А. Д.
Под руководством Роговой О. В., Варминской Н. И.
ГБОУ ЦДО «Малая академия наук»
г. Севастополь
E-mail: alexe.adn@gmail.com

Abstract — The work is devoted to the designing of a control of the elastic object movement, which ensures a given final state of the object and the absence of fluctuations at the end of movement, as well as experimental verification of the proposed control law.

1. Введение

Необходимость снижения уровня колебаний упругих объектов, например, исполнительных устройств манипуляторов конечной жесткости, с использованием оптимальных управлений их движением и достижением заданного конечного состояния объекта является **актуальной** задачей. **Научная новизна** состоит экспериментальной проверке сконструированного закона управления, обеспечивающего заданное конечное состояние объекта и отсутствие колебаний в конце движения, полученного согласно методу конструирования оптимальных управлений движением упругих объектов. **Практическая ценность** — спектр искомых управлений зависит от цели движения (краевых условий) и возможностей применяемых для реализации двигателей, а потенциал применения получаемых управлений достаточно широк: транспортные и сборочные операции, выполняемые манипуляторами конечной жесткости в автоматизированном производстве, перемещение крупногабаритных нежестких конструкций в космическом пространстве, проектирование автопилотов автомобилей и т.д.

2. Основная часть

Научно-исследовательская работа посвящена конструированию оптимального управления движением упругого объекта (переносного ускорения основания объекта), обеспечивающего выполнение краевых условий, достижение заданного конечного состояния объекта и отсутствие колебаний в конце движения, а также экспериментальной проверке предлагаемых законов управления.

Показано, что известный закон оптимального управления, полученный вариационным методом теории оптимального управления, возможно получить и более простым способом, задавая перемещение объекта в виде полинома и цель движения в виде краевых условий. Согласно предлагаемому методу получено управление (переносное ускорение основания упругого объекта) в виде гармонической функции, обеспечивающее не только достижение цели движения, но и отсутствие колебаний в конечной точке. Особо следует отметить, что для устранения колебаний объекта не требуется дополнительных устройств и затрат энергии.

Для подтверждения корректности предлагаемого метода выполнена экспериментальная проверка сконструированного управления переносным движением (переносного ускорения) путем натурного эксперимента на разработанном испытательном стенде, созданном на базе линейной направляющей, приводного ремня с системой натяжения и шагового двигателя от струйного принтера с применением контроллера Arduino UNO, акселерометра, датчиков положения; программа управления стендом написана на языке C++.

3. Заключение

Результаты эксперимента доказали применимость предложенного метода для синтеза управлений поступательным переносным движением и показали, что с использованием полученного в работе управления колебания объекта снизились в 3,5 раза и более (в зависимости от управления).

РАЗРАБОТКА БЕСПИЛОТНОГО РОБОТА-ПОМОЩНИКА

Наконечный Д. И.
Под руководством Балашова Ю. Ю., Ляшко Е. Т.
ГБОУ ЦДО «Малая академия наук»
г. Севастополь
E-mail: dinamid2008@mail.ru

Abstract — In the work, the concept of using complex neural networks for diagnosing AC electrical systems is considered.

1. Введение

Проблема автоматизации исследования морского дна и охраны водного пространства вокруг важных военных объектов весьма **актуальна**. Подводный робот-помощник, получающий команды от аквалангиста путем распознавания жестов, повышает эффективность решения данных задач. **Научная новизна** проекта в запрограммированных математических моделях распознавания жестов, оптимизированных для работы под водой. **Практическая ценность** — разработанные алгоритмы для целеуказания и перемещения АНПА (Автономного необитаемого подводного аппарата).

2. Основная часть

В проекте создана программа, реализующая связь жестов, получаемых из видеопотока, с командами для беспилотника. Объект исследования – системы распознавания жестов человека и их конвертации в команды для аппарата. Разработка подобных систем находится на пике актуальности, но отсутствуют такие системы во многих сферах, где они могли бы быть применены.

В качестве цели проекта выбраны разработка и реализация алгоритма управления, решающих задачу получения команд от аквалангиста для АНПА (автономного необитаемого подводного аппарата) путём распознавания жестов.

Для достижения данной цели в проекте рассмотрены и решены следующие задачи.

Изучены существующие методы и подходы к управлению АНПА, основы цифровой обработки изображений. Написана и интегрирована в среду MurIDE программа на языке Python, реализующая целевой алгоритм. Тестирование программы было проведено в симуляторе, затем и на реальном устройстве — в том числе на базе лаборатории СевГУ.

Научный результат проекта заключается в разработанных математических моделях для определения жеста в условиях работы под водой. Создана связь между оптимальными алгоритмами целеуказания и перемещения.

Практическая ценность проекта состоит в возможности использовать разработанные алгоритмы в военной, исследовательской и даже морскохозяйственной сферах. В перспективе — доработка их с целью использовать несколько аппаратов в связке (рой подводных дронов).

3. Заключение

Разработанное ПО для беспилотных аппаратов не имеет зависимостей от иностранных библиотек и может быть оптимизировано для любого подобного устройства с использованием мультипроцессности. Тестирования на подводном аппарате MiddleAUV показали успешность разработанных алгоритмов распознавания жестов.

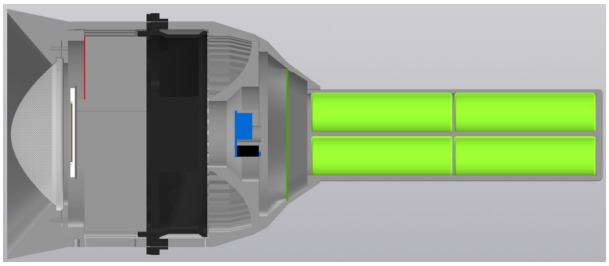
МОЩНЫЙ ФОНАРЬ

Чесноков В. В.
Под руководством Коноваленко В. Л.
ГБОУ ДО РК МАН «Искатель»
г. Симферополь
vl.chesno@mail.ru

Abstract — The design of a powerful and autonomous flashlight on a cheap and accessible component base using 3D printing is presented.

1. Введение

В данной работе показано возможное применение отработавших линз автомобилей Lang rover и аккумуляторов из ноутбуков или электронных сигарет с применением 3д печати и общедоступной компонентной базы.



2. Основная часть

Разработан 3D-Проект и построен прототип фонаря высокой мощности с LED матрицей. Оборудован активным охлаждением на базе боксового кулера от socket 775 для отведения тепла от 50 Ваттной светодиодной матрицы. Использован DC-DC преобразователь на основе ШИМ для достижения оптимальных характеристик тока для работы матрицы. Батарея выполнена в формате 4s2p с BMS и балансировщиком, максимальная суммарная емкость 6Ач а рабочий ток не превышает 3.5А, ток зарядки ограничен 2А. Корпус выполнен из ABS на принтере, масса печатных деталей не превышает 300гр.

3. Заключение

Получился удобный фонарь с массой 900 грамм, центр масс в середине и временем работы, превышающим 1 час. Угол освещения можно менять расположением линзы относительно светодиодной матрицы, максимальное значение угла около 150 градусов, что полезно в поисковых операциях.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ПАЦИЕНТА

Баздырев Д. А.
Научный руководитель: Дурманов М. А.
ГБОУ «ЦДО «Малая академия наук»,
г. Севастополь
E-mail: bda.nsbr1607@yandex.ru

Abstract — In the paper, the review of available systems for remote monitoring of the patient's condition and the review of communication technologies for transmitting patient biometric data are provides. A block diagram of a patient's health monitoring system as well as a prototype of the system were designed.

1. Введение

Облегчение работы медперсонала; своевременное оказание помощи пациенту – это одни из важнейших задач современной медицины. Целью работы является разработка прототипа системы, позволяющей в лечебном учреждении обеспечить взаимодействие врача и пациента. Для разработки прототипа устройства предлагается использовать микроконтроллер на платформе Arduino и набор периферийных устройств, а также устройства передачи данных по радиоканалу для взаимодействия врача и пациента. Новизна разработки заключается в использовании системы как нового подхода к мониторингу здоровья пациента медработниками в медицинском учреждении.

2. Основная часть

Система мониторинга состояния здоровья пациента представляет собой устройство, состоящее из передающей части, находящейся у пациента, которая содержит набор биометрических датчиков и приемной части, находящейся либо в ординаторской, либо непосредственно у врача, которая принимает биометрическую информацию от пациента. Взаимодействие происходит по радиоканалу с помощью радиомодулей NRF24L01.

В приемной части происходит анализ таких параметров состояния пациента, как пульс, температура тела и оксинигацию. В случае выхода за пределы допустимых значений параметров устройство сигнализирует в виде световой индикации или звукового сигнала. Всю информация передается на сервер по протоколу HTTPS.

По данной информации на Web-сайте врач может проанализировать и понять, какому из пациентов нужна неотложная помощь, и какой из жизненно важных параметров не соответствует норме.

3. Заключение

В данной работе был разработан прототип системы мониторинга состояния здоровья пациента в медицинском учреждении, основанный на получении биометрических данных с помощью специальных датчиков и передачи информации по радиоканалу получателю.

УМНАЯ ЛАМПА ДЛЯ ЖИВОТНЫХ И ПТИЦ

Коптелов М. М.
Под руководством Козлитина В. В.
ГБОУ СОШ №43
г. Севастополь
E-mail: maksumonka@gmail.com

Abstract — In the work, the practical method of increasing profits in the field of animal husbandry by smoothly regulating the illumination on farms is proposed.

1. Введение

Одной из проблем при содержании животных являются резкие изменения искусственного источника света. В этот момент они испытывают большой стресс, в результате у них снижается активность, повышается смертность, иммунитет ослабляется (увеличивается возможность заболеть), производится меньше продукции. Происходит снижение эффективности и уменьшение прибыли. У птиц же спустя некоторое время развивается агрессивность, они способны даже нападать стаей на слабую особь, что нередко приводит к печальным последствиям. А перепела, находясь в состоянии сна, при резком включении света рефлекторно взлетают, ударяются головой об потолок, сильно травмируются и могут даже погибнуть. **Важно** сделать искусственное освещение похожим на солнечное. При этом **ещё не было создано устройства, способного решить эту проблему** максимально экономично и эффективно, а так называемые дорогостоящие "умные лампы" или подобные приборы не предназначены для использования в этих целях. А данный проект найдет своё применение как среди птицеводов, так и животноводов, **используясь** как в мелких хозяйствах, так и на крупных фермах.

2. Основная часть

В качестве **цели** проекта было выбрано создание технического устройства, позволяющего повысить продуктивность и эффективность в сферах животноводства и птицеводства путём плавного регулирования освещенности на фермах. Для достижения заданной цели в проекте рассмотрены и решены следующие **задачи**.

Была изучена радиотехническая литература и подобраны нужные детали и методы создания устройства.

Был создан прототип, способный плавно включать и выключать свет.

В дальнейшем была добавлена возможность управления освещением в указанные моменты времени, а также создан графический интерфейс для удобной работы с прибором.

Была посчитана стоимость автоматической версии прибора, а также предложены методы усовершенствования электронной схемы с целью значительно уменьшить стоимость и энергопотребление.

3. Заключение

Данное устройство может использоваться как в целом животноводстве, так и в отдельных направлениях птицеводства для ежедневного автоматического плавного включения и выключения света в изначально заданные пользователем моменты времени для того, чтобы исключить стресс, травмы и гибель животных. Оно, имитируя естественный рассвет и закат, позволит животноводам и птицеводам за минимальное время и незначительные затраты нарастить прибыль за счёт повышения продуктивности и эффективности, снижения смертности животных и увеличения качества и количества получаемой продукции. Также положительной чертой данного прибора является возможность его усовершенствовать: использовать более эффективные и дешёвые электронные компоненты, добавить камеры и модули для дистанционной связи с пользователем и другие наработки.

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА С ГОЛОСОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ И СОБСТВЕННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РАБОТЫ IOT ДЕВАЙСОВ

Сурначев А. В.
Под руководством Ибраимовой Е. Р.
ГБОУ ДО РК МАН «Искатель»
г. Симферополь
E-mail: akropolic@yandex.ru

Abstract — With the development of artificial intelligence technology, voice assistants are becoming smarter and more useful.

1. Введение

С развитием технологий искусственного интеллекта, голосовые помощники становятся все умнее и полезнее. Я решил собрать свое устройство, которое взаимодействует с голосовыми ассистентами через интернет, умеет считывать показания датчиков и включать/выключать другие электронные устройства.

2. Основная часть

Собран и проанализирован исследовательский материал, отражающий современные научные представления об ИИ. Чтобы разобраться, как именно программа на моем устройстве и Алиса будут обмениваться информацией, нужно понять, как передается информация в Интернете. Интернет состоит из огромного количества составляющих частей. Рассмотрены важные для моей работы понятия: сервер, IP адрес, протокол и запрос, глобальные и локальные IP адреса, облачное решение для систем умного дома Blynk.i. Более детально рассмотрена схема запросов. NodeMCU опрашивает сервер Blynk об обновлениях переменной V0. Когда человек произносит голосовую команду к Алисе, устройство с Алисой выполняет запрос к серверу Яндекса, на котором запущена Алиса.

Так как Blynk является программой с закрытым исходным кодом, и не является отечественным ПО, скоро возникли проблемы с его использованием на территории Крыма. Поэтому я решил сам создать веб-сервер, который заменит Blynk. Для этого я решил использовать библиотеку FastAPI на Python.

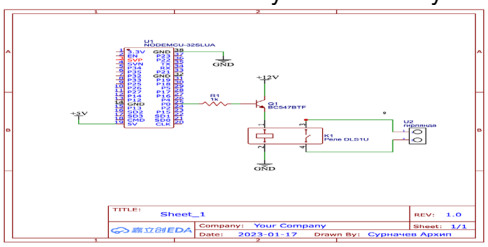


Рис.1 Схема устройства

3. Заключение

У меня получилось сделать настоящее интернет-устройство! Я разобрался, как это работает, и теперь смогу сделать еще более крутые устройства, которые взаимодействуют с интернетом, искусственным интеллектом.

ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОННЫХ СИСТЕМ «ANNA»

Близниченко А. Ю.
Под руководством Глеч Е. В.
ГБОУ ЦДО «Малая академия наук»
г. Севастополь
E-mail: ravikgames1111@gmail.com

Abstract — In the work, the development of an application that allows the creation, customization, and learning of feed forward propagation neural networks is considered.

1. Введение

С главными успехами искусственного интеллекта в последнее время связаны нейронные сети. Однако многие их них были разработаны за рубежом, имеют платную и/или закрытую платформу. Проблема создания своей нейронной сети заключается в требовании от пользователя знаний в программировании и математике, из-за чего является актуальной.

Предлагается создать удобное приложение, позволяющее начинающим пользователям легко изучить работу нейронных сетей прямого распространения, а также решать некоторые прикладные задачи в области классификации.

2. Основная часть

Была поставлена цель: разработать платформу с открытым исходным кодом без использования сторонних библиотек «ANNA» (Advanced Neural Network Application) для создания, обучения и использования нейронных сетей прямого распространения (FFNN).

Для разработки приложения был выбран язык Java, основной платформой является персональный компьютер. Было написаны суммарно более 3400 строк кода для 35 классов, которые для удобства и повышения качества разработки были разделены на несколько модулей, относящихся к нейронной сети, пользовательскому интерфейсу или к дополнительным классам-инструментам. В качестве основного способа обучения используется метод обратного распространения ошибки, реализованный через дельта-правило с применением градиентного спуска.

Пользовательский интерфейс (UI) состоит из 4 основных вкладок, каждая из которых отвечает за один этап работы с нейронной сетью, и одной информационной.

Работа с приложением происходит по следующему сценарию: пользователь загружает обучающую и тестовую выборку, настраивает входные нейроны и архитектуру сети, при желании подбирает гиперпараметры. Далее происходит обучение созданной нейронной сети на предоставленных данных и выводятся результаты работы. Обучение оценивается по следующим метрикам, характерным для классификации: MSE, Accuracy, Precision, Recall, F_1-score. Для удобства пользования они представлены в виде графиков и точных значений, также присутствует бинарная и многоклассовая матрица ошибок. Имеется модуль «Симулятор», который позволяет пользователю ввести произвольные значения для их классификации на основе последней обученной нейронной сети.

3. Заключение

Была разработана первоначальная версия приложения для создания нейронных сетей, позволяющая решать прикладные задачи классификации категориальных и числовых данных и доступное для начинающих и продвинутых пользователей в сфере искусственного интеллекта. Проект находится в активной работе, функционал планомерно увеличивается.

Исходный код приложения доступен по ссылке: github.com/ravik-games/AdvancedNeuralNetworkApplication

ПЛАТФОРМА ОБРАБОТКИ ФОРМ И ЗАЯВЛЕНИЙ ЦЕНТРА ВЫЯВЛЕНИЯ И ПОДДЕРЖКИ ОДАРЁННЫХ ДЕТЕЙ Г. СЕВАСТОПОЛЯ «АЛЬТАИР»

Аксютин Н. А.
Под руководством Логинова С. В.
ГБОУ ЦДО «Малая академия наук»
г. Севастополь
E-mail: nikitaaks2017@gmail.com

Abstract — In the work, the problem of optimizing organizational processes, when enrolling new students and generating documents in educational institutions, is discussed.

1. Введение

Проблема оптимизации организационных процессов при зачислении новых учащихся в образовательные объединения учреждений образования, при формировании итоговых приказов, сертификатов и прочих документов отчетности является чрезвычайно **актуальной**. Данная проблема может быть решена при помощи разработки платформы обработки форм и заявлений. **Новизну** проекта представляет веб-приложение, которое разработано с учетом специфики потребностей учреждения. **Практическая ценность**. Спектр решаемых задач данной платформы существенно оптимизирует рабочие процессы учреждения.

2. Основная часть

В качестве цели проекта выбрана разработка веб-платформы для обработки форм и заявлений исходя из потребностей административного, методического и педагогического составов учреждения.

Для достижения заданной цели в проекте рассмотрены и решены следующие задачи.

Исследована предметная область, проанализированы возможные способы взаимодействия пользователя с приложением, проанализировано техническое задание от руководящего состава учреждения; разработана структуры базы данных на базе исследованной предметной области; выбран набор технологий для реализации проекта.

Веб-платформа представляет собой форму электронной подачи заявления учащимся с последующим автоматическим формированием пакета документов для зачисления; формы формирования документов; административную панель с функционалом изменения, добавления, удаления заявлений, образовательных кружков, учебных периодов и формирования итоговых приказов для зачисления и отчетов.

Практическое значение полученных результатов. Данное приложение используется педагогами центра «Альтаир» для взаимодействия с формами и заявлениями учащихся и внутренним документооборотом учреждения.

Потенциал применения данной системы может быть расширен за счёт внедрения в других организациях сферы образования.

3. Заключение

Результатами внедрения данного приложения стали снижение нагрузки на методический и административный персонал учреждения во время организации нового набора учащихся и в течение всего учебного периода, повышена эффективность при работе с действующими учащимися при их переводе на другие направления обучения, ускорен процесс формирования отчётов и внутренних документов.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА И КОНСТРУКТОР ОНЛАЙН-КУРСОВ, ВИКТОРИН И УРОКОВ ЦЕНТРА «АЛЬТАИР»

Гущин М. С.
Под руководством Логинова С. В.
ГБОУ ЦДО «Малая академия наук»
г. Севастополь
E-mail: gusmak05@gmail.com

Abstract — In the work, the problem of optimizing organizational processes in the field of online education is considered.

1. Введение

В последние годы все большую популярность активно набирают системы онлайн-образования, и их совместная интеграция в классический образовательный процесс обучения является **актуальной** задачей. Целью данной работы является разработка веб-приложение для Центра выявления и поддержки одаренных детей г. Севастополя «Альтаир». **Новизну** проекта представляет веб-приложение, которое разработано с учетом специфики потребностей учреждения и анализом преимуществ/слабых сторон аналогичных решений. **Практическая ценность**. Спектр решаемых задач данной платформы существенно оптимизирует рабочие процессы учреждения.

2. Основная часть

В качестве цели проекта выбрана разработка веб-платформы для онлайн-обучения.

Для достижения заданной цели в проекте рассмотрены и решены следующие задачи.

Исследована предметная область, проанализированы возможные способы взаимодействия пользователя с приложением, проанализировано техническое задание от руководящего состава учреждения; разработана структуры базы данных на базе исследованной предметной области; выбран набор технологий для реализации проекта.

Приложение планируется использовать для публикации курсов педагогами и их прохождения учащимися. Кроме того, благодаря внедрению викторин, учитель может создавать в короткий срок тестовые задания и контрольные работы, что делает платформу не только инструментом для получения образовательного опыта учащимися из любой точки региона, но и инструментом для оценки промежуточных знаний учащихся в ходе очного обучения.

В качестве целевой платформы для создания приложения был выбран веб благодаря своей популярности и широте охвата пользователей.

В качестве СУБД была выбрана MySQL из-за своей распространенности, популярности, наличия крупного сообщества разработчиков и накопленной базе знаний. Кроме того, данный вид СУБД отлично подходит для работы с большими потоками информации и легко масштабируется.

Для работы над данным проектом был выбран фреймворк Laravel на базе языка программирования PHP. Данный язык активно развивается и имеет большой опыт использования в приложениях корпоративного класса. Фреймворк Laravel является одним из популярных фреймворков, используемых в веб-разработке, имеет отличную документацию и широкий набор средств для построения взаимодействий с различными экосистемами.

3. Заключение

Результатами внедрения данного приложения стали возможность разработки онлайн-программ, отвечающих актуальным требованиям учреждения.

Спектр решаемых задач данного приложения покрывает все потребности в организации образовательного процесса учреждения в режиме онлайн.

ПЛАТФОРМА ПЛАНИРОВАНИЯ ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И УЧЁТА РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ СОТРУДНИКОВ

Николаевский И. А.
Под руководством Логинова С. В.
ГБОУ ЦДО «Малая академия наук»
г. Севастополь
E-mail: nikolaevsky.igor.a@gmail.com

Abstract — In the work, the problem of increasing employee productivity through workforce management system development is discussed.

1. Введение

В современном мире контроль продуктивности работы сотрудников является **актуальной** задачей. Бумажные отчеты уже не отвечают требованиям индустрии и на помощь приходят WFM сервисы — системы планирования, учета и оптимизации рабочего времени сотрудников (workforce management — с англ.). Они призваны облегчить планирование рабочего времени сотрудников, предоставить эффективный инструментарий, позволяющий автоматизировать многие процессы, повысив тем самым производительность бизнеса. В пример можно привести такие функции, как составление графика работы, возможность сотрудников отмечаться о прибытии и отбытии с рабочего места, автоматическое распознавание опозданий. **Практическая ценность** данного приложения заключается в оптимизации организационных процессов при учете рабочего времени сотрудников. Приложение внедрено на одном из коммерческих предприятий г. Севастополя. В рамках сотрудничества с данным предприятием происходит регулярный процесс получения обратной связи с анализом возможных улучшений приложения и внедрением новой функциональности.

2. Основная часть

Целью работы является разработка WFM веб-платформы, отвечающей современным потребностям безнеса в сфере менеджмента, учета и оптимизации рабочего времени сотрудников.

Для достижения указанной цели рассмотрены и решены следующие задачи: анализ WFM решений на рынке, выявление их слабых сторон и преимуществ; разработка структуры приложения, выделение этапов его создания; разработка структуры базы данных; разработка структуры базы данных на базе исследованной предметной области; выбор набора технологий для реализации приложения; настройка необходимых вычислительных ресурсов: выделенные сервера, настройка локального рабочего окружения; настройка системы контроля версий для разработки приложения.

Для работы над данным проектом был выбран фреймворк Laravel на базе языка программирования PHP. Данный язык активно развивается и имеет большой опыт использования в приложениях корпоративного класса. Фреймворк Laravel является одним из популярных фреймворков, используемых в веб-разработке, имеет отличную документацию и широкий набор средств для построения взаимодействий с различными экосистемами.

3. Заключение

Спектр решаемых задач данного приложения существенно оптимизирует процессы отслеживания рабочего времени сотрудников, что сказывается на увеличении прибыльности предприятия. Потенциал применения данной системы может быть расширен за счет внедрения в других организациях.

МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Алёшкин Д. И.
Под руководством Канова Л. Н., Ляшко Е. Т.
ГБОУ ЦДО «Малая академия наук»
г. Севастополь
E-mail: alaa1917@mail.ru

Abstract — In the work, the concept of using complex neural networks for diagnosing AC electrical systems is discussed.

1. Введение

Проблема диагностики технических устройств относится к методике математического моделирования и является чрезвычайно **актуальной**. Поставленная задача диагностики может быть эффективно решена с помощью нейронных сетей. **Научную новизну** представляет выработанная концепция применения теории комплексного переменного для построения нейронных сетей. **Практическая ценность** состоит в предложенных алгоритмах настройки комплексных нейронных сетей.

2. Основная часть

В проекте создана концепция применения комплексных нейронных сетей для диагностирования электрических систем переменного тока. Объектом исследования выбрана комплексная нейронная сеть, так как она естественным образом увязывается с процедурами анализа электрических систем переменного тока, потому что подобные системы всегда рассчитываются и исследуются с помощью комплексных чисел. Построение таких систем является актуальным и приоритетным направлением развития современной техники.

В качестве цели проекта выбрана разработка способа обучения комплексных нейронных сетей и тестирование методики на актуальной технической проблеме, построение архитектуры многослойной нейронной сети, а также разработка метода поиска минимума функции комплексных переменных для настройки сети.

Для достижения заданной цели в проекте рассмотрены и решены следующие задачи.

Предложен оригинальный численный способ минимизации функции многих комплексных переменных, основанный на решении системы специальных уравнений. Обоснован выбор и построение структуры комплексной нейронной сети. Выполнена диагностика электрической машины переменного тока на основе построенной нейронной сети.

Научный результат проекта представляет новый способ обучения комплексной нейронной сети, основанный на численном решении системы нелинейных комплексных алгебраических уравнений.

Практическая ценность проекта состоит в способе построения на основе разработанного метода системы диагностики сложных динамических объектов, таких как электрические машины переменного тока. Перспективным направлением исследования является применение производных от комплексных функций для поиска минимума функций по комплексным аргументам.

3. Заключение

Достоинством является естественная увязка комплексных нейронных сетей с процедурами анализа электрических систем переменного тока, так как подобные системы всегда рассчитываются и исследуются с помощью комплексных чисел. Численные эксперименты с построенными нейронными сетями показали достаточную точность предлагаемого способа.

ПЛАТФОРМА ПОДДЕРЖКИ И СОПРОВОЖДЕНИЯ ОДАРЕННЫХ ДЕТЕЙ ЦЕНТРА «АЛЬТАИР»

Кулик Е. О.
Под руководством Логинова С. В.
ГБОУ ЦДО «Малая академия наук»
г. Севастополь
E-mail: izbslimeda@gmail.com

Abstract — In the work, the problem of optimizing organizational processes related to supporting gifted students and their subsequent support is considered.

1. Введение

Проблема оптимизации поиска талантливой молодежи с их последующим сопровождением и разработкой индивидуальных траекторий развития является чрезвычайно **актуальной**. Дополнительное образование является одним из ключевых направлений в предоставлении знаний и навыков в широком спектре дисциплин. От департамента образования города Севастополь поступил запрос в центр «Альтаир» о создании платформы для поиска одаренных детей, обучающихся в школах города. **Новизну** проекта представляет веб-приложение, которое разработано с учетом специфики потребностей учреждения. **Практическая ценность**. Спектр решаемых задач данной платформы существенно оптимизирует рабочие процессы учреждения.

2. Основная часть

Целью проекта является создание web-платформы, благодаря которой учебные заведения могут подать сведения о проведении и результатах олимпиад и конкурсов школьного и городского этапа г. Севастополь.

Для достижения заданной цели в проекте рассмотрены и решены следующие задачи.

Исследована предметная область, проанализированы возможные способы взаимодействия пользователя с приложением, проанализировано техническое задание от руководящего состава учреждения; разработана структуры базы данных на базе исследованной предметной области; выбран набор технологий для реализации проекта.

Главным запросом при проектировании приложения в процессе получения обратной связи от администрации учреждения была необходимость организации процесса электронной подачи отчетов об успехах и достижениях детей г. Севастополя в учебе от общеобразовательных организаций города.

Основным блоком приложения являются формы: добавления учеников в систему, приказа о проведении конкурсного мероприятия или олимпиады на дальнейшее рассмотрение администраций центра и привязки ученика к приказу с занятым местом. Для упрощения добавления учеников в систему было выявлены основные пункты, которое должны быть у каждой модели ученика в системе. Выполнена настройка вычислительных ресурсов: виртуальных выделенных серверов, виртуального окружения, а также система контроля версий.

Все формы отправляются в разделы административной панели, в виде таблиц. Модели учеников и участия в мероприятиях добавляются в общую систему без рассмотрения, а приказы требуют рассмотрения от администраций центра «Альтаир».

При этом каждая школа на странице личного кабинета может отслеживать статус всех заявлений.

3. Заключение

Был разработан сервис отправки заявлений со списком одаренных детей от образовательных учреждений для центра «Альтаир» с целью их последующего сопровождения и разработки индивидуальных траекторий развития.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Сборник научных трудов

Вып 6, 2023 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 13.10.2023. Заказ 2312010. Дата выхода в свет: 08.12.2023. Тираж: 40 экз.
Свободная цена. Формат 89×124М/16. Бумага офсетная. Уч.-изд. л. 32,2

Севастопольский «Испытательный центр «Омега» - филиал ФГБУ 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 ФГБУ 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

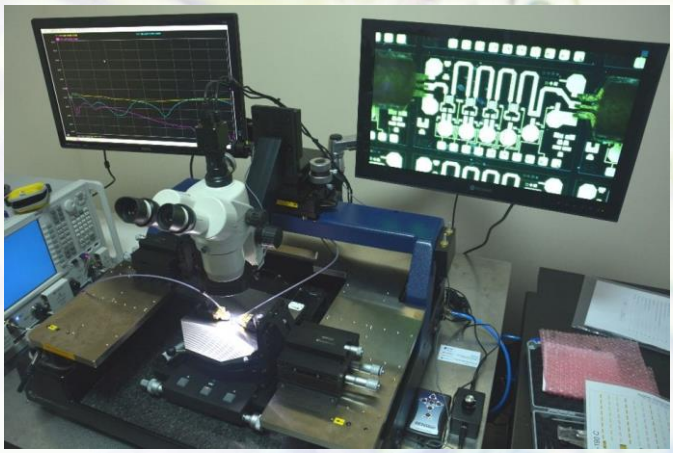
Разработка систем-на-кристалле (СнК), систем-в-корпусе (СвК), гибридных интегральных схем СВЧ диапазона

Разработка радиоэлектронной аппаратуры на основе микроконтроллеров, цифровых сигнальных процессоров и программируемых логических интегральных схем

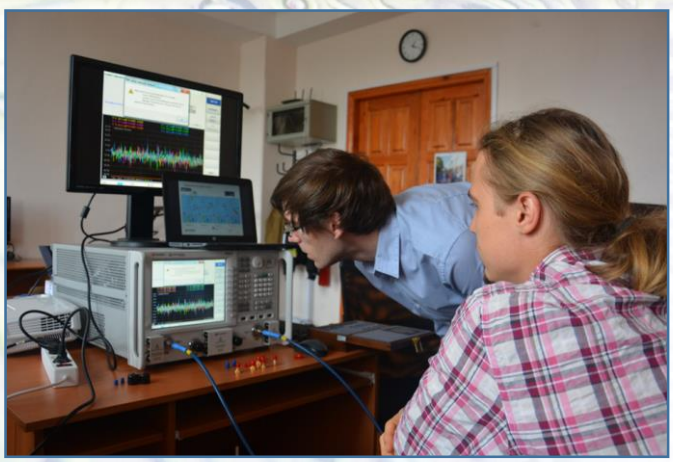
Разработка цифровых, аналоговых и смешанных монолитных интегральных схем

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