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

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ «РТ - 2022»

Материалы 18-ой международной молодёжный
научно-технической конференции
(Севастополь, 10 — 14 октября 2022 г.)

Modern Issues in Radioelectronics and Telecommunications «RT - 2022»
Materials of the 18-th International Young Scientist Conference

Севастополь 2022

УДК 621.37+621.317+537.86
ББК 32.84
С92

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».

С92 Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций «РТ - 2022» : материалы 18-й междунар. молодежной науч.-техн. конф., Севастополь, 10 — 14 октября 2022 г. / Севастоп. гос. ун-т; под ред. И. Л. Афонина. — Севастополь : Изд-во СевГУ, 2022. — 224 с.

Сборник содержит материалы, посвященные теоретическим и практическим вопросам современных радиоэлектроники и телекоммуникаций.

Все материалы сборника проходят рецензирование.

УДК 621.37+621.317+537.86
ББК 32.84

© СевГУ, 2022

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:

Нечаев Е. Е., профессор Московского государственного технического университета гражданской авиации, г. Москва;

Кудрявченко И. В., доцент Севастопольского государственного университета, г. Севастополь.

Члены организационного комитета:

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

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 ФГУП НИИР, г. Севастополь;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Ленский В. Ф., генеральный директор ПАО «Центральное конструкторское бюро «Коралл», г. Севастополь;

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

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

Сердюк И. В., доцент 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.

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;

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 ФГУП 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», Московская область, г. Видное;
- Филиал Федерального государственного унитарного предприятия РТРС «Радиотелевизионный передающий центр Республики Крым», г. Симферополь;
- Севастопольский «Испытательный центр «ОМЕГА» — филиал ФГУП НИИР, г. Севастополь;
- АО «КБ радиосвязи», г. Севастополь;
- МИП «Инжиниринговый центр СевГУ», г. Севастополь;
- ОАО «УРАНИС-Радиосистемы»;
- Крымский научно-технологический центр имени профессора А. С. Попова, г. Севастополь.

СОДЕРЖАНИЕ

Алфавитный список авторов 15

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Дегтярёв А. Н., Кожемякин А. С., Слёзкин Г. В. Метод согласованной фильтрации сигналов 20
Шматок А. Н., Егоров В. В. Анализ частотных характеристик помех в сетях бытового электропитания, вызываемых различными приборами 25

СЕКЦИЯ 1

РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ, СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА

Ватрич А. Д., Зиборов С. Р. Особенности авиационной системы диспетчерской радиосвязи.....28
Ватрич А. Д., Зиборов С. Р. Радиотелеметрическая система сбора и обработки данных 29
Паршин А. А, Боков Г. В. Необходимость использования ГМССБ на морских судах.....30
Голушко В. Ю., Ясенцев Д. А. Исследование точностных характеристик пассивной многопозиционной системы наблюдения воздушных радиоизлучающих целей 31
Палаев С. В., Палаев И. С., Лукичев В. А. Экспериментальные исследования векторного отображения движения целей на экране судовой РЛС 32
Молев А. А., Селитренников Д. А., Кондаурова В. В. Оценка помехозащищенности когнитивной системы радиосвязи при динамическом изменении количества абонентов.....33
Всевладова М. А., Бычков А. А. Навигационная РЛС с высокой разрешающей способностью по дальности и оценкой влияния погодных условий на дальность действия станции 34
Руднев Е. П., Лапин П. В. Цифровой модулятор BPSK сигналов.....35
Руднев Е. П., Присяжнюк С. Н. Разработка цифрового модулятора BPSK сигналов для реализации на ПЛИС структурах.....36
Дидус В. Т., Шундрин М. И., Афонин И. Л., Поляков А. Л. Анализ особенностей поляризационной селекции сигналов в судовых РЛС.....37
Краснов Л. М., Миронов А. Ф., Поляшева В. С., Миронов П. А. Радиолокационный метод измерения амплитуды и периода вибрации объекта 38
Нгуен Ван Куан, Воробьев Е. Н., Нгуен Ван Туан, Веремьев В. И. Радиолокация с сигналами подсвета от средств космического базирования 39
Нгуен Ван Туан, Веремьев В. И., Нгуен Ван Куан, Кутузов В. М. Полуактивная радиолокационная система с сигналом подсвета 5G 40
Лукьянчиков А. В., Каленюк С. А., Паламарчук Д. В Анализ малошумящих усилителей систем 5G, выполненных на основе транзисторных технологий *CMOS* и *pHEMT*.....41
Слезкин Г. В., Слезкин В. Г. Моделирование нелинейных искажений синусоидального сигнала ограничителями амплитуды 42
Погодин Р. А., Широков И. Б. Система управления роя БПЛА.....43
Турулин И. В., Широков И. Б. Система управления «Умный дом» 44
Круогла А. А., Михайлюк Ю. П. Разработка устройства измерения акустических параметров помещения.....45
Лукьянчиков А. В., Скивка П. А., Бузо С. С. Передатчик с полярной структурой для локальной системы позиционирования 46

Амелин А. А., Мозжеров Д. А., Иськив В. М. Ретранслятор системы дистанционного управления сверхмаломерным безэкипажным судном 47

Андросова Ю. В., Кузьмин В. А. Модель эквивалентной огибающей сигналов, отражённых от протяжённых надводных объектов на выходе РЛС обзорного типа....48

Дзись М. Е., Ярова А. В., Солошенко А. О., Табакаев Д. И. Метеорологическая станция 49

Безгин А. А., Быков Е. М., Воликов М. С., Лисецкий И. В., Литвиненко С. Р., Стародуб М. А. Морской коммуникационный буй с комбинированными средствами подводной и надводной связи 50

Катасонов Р. В., Козлов В. Н., Кузьменко В. А. Разработка радиоприёмника для спортивной радиопеленгации 51

СЕКЦИЯ 2

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

Кулаков М. В., Нечаев В. Н., Гаспарян Г. А., Баталов К. А., Кулакова Н. О., Дегтярев В. С. Направления совершенствования технологии взаимодействия органов обслуживания воздушного движения и органов орнитологической службы аэродрома 54

Яранцева Е. А., Зуев А. В. Исследование вариаций полного электронного содержания в ионосфере над территорией Центрального федерального округа Российской Федерации для анализа условий распространения трансионосферного канала радиосвязи 55

Кудрявченко И. В., Береговой Д. С. К вопросу о самоорганизации в мобильных сетях 56

Титов К. Д., Корчагин Р. Ю., Рогачева Н. С., Долгушин А. С. Характеристики нейросетевого обнаружителя сверхширокополосного сигнала известной формы 57

Титов К. Д., Корчагин Р. Ю., Вдовенко А. Ю., Кондаурова В. В. Характеристики нейросетевого различителя сверхширокополосного сигнала известной формы....58

Корчагин Ю. Э., Титов К. Д., Лучкова А. В., Вдовенко А. Ю. Нейросетевой обнаружитель сверхширокополосного сигнала с неизвестным временем прихода 59

Корчагин Ю. Э., Титов К. Д., Ключникова В. И., Лучкова А. В. Исследование эффективности обнаружения в зависимости от конфигурации сверточных слоев 60

Корчагин Ю. Э., Титов К. Д., Рогачева Н. С., Ключникова В. И. Сравнительный анализ эффективности нейросетевых обнаружителей сверхширополосного сигнала 61

Корчагин Ю. Э., Титов К. Д., Петров Ю. Г. Имитационная модель канала связи стандарта IEEE 802.15.4z при наличии случайных искажений....62

Головацкая Е. Э., Корчагин Р. Ю. Сравнительный анализ эффективности функционирования устройств измерения времени прихода узкополосных и сверхширокополосных сигналов 63

Кондаурова В. В., Корчагин Р. Ю. Расчёт автокорреляционной функции сверхширокополосного сигнала при исследовании энергетических характеристик канала связи....64

Хаджиметова К. А., Преображенский А. П. О возможностях повышения эффективности передачи информации в беспроводной сети....65

Зуев А. А., Костицына К. О. Разработка беспроводной системы связи для управления климатическим оборудованием посредством протокола OpenTherm 66

Куринный Ф. А., Паслён В. В. Модель потока атак и анализ безопасности для беспроводных сетей 67

Ткаченко М. О., Головин В. В., Ткаченко В. С., Елинский Т. В. Структурная схема оптического 16-QAM модулятора и когерентного приёмника волоконно-оптической линии связи 68

Ткаченко М. О., Головин В. В., Ткаченко В. С., Парамонов В. В. Высокоскоростная WDM волоконно-оптическая линия связи с оптическими 16-QAM сигналами....69

Петрушин С. А., Редькина Е. А. Вопросы реализации системы контроля показателей здоровья пациентов клиники 70

Янкин Д. Е., Заболоцкая Е. В., Омельчук Ю. А. Вопросы автоматизации формирования экологической отчетности государственного предприятия 71

Муратов А. Э., Капнопуло Д. В., Савинов В. В. Анализ эффективности корректирующих кодов 72

Ланин А. В., Киздермишов А. А. Вопросы разработки почтового клиента со встроенной системой анализа формальных признаков и контентным анализом корреспонденции 73

Гаспарян Р. Р., Нефедов А. С., Савочкин А. А. Исследование параметров 5G смартфонов согласно спецификациям 3GPP 74

Белякин Е. О., Маркелов О. А. Авторегрессионная модель в интересах динамической маршрутизации трафика 75

Шелехов А. А., Маркелов О. А. Моделирования связного трафика в инфокоммуникационных сетях 76

Сердюк И. В., Зинченко А. В., Якубов К. С. Разработка и исследование алгоритма компенсации ПИМ 77

Сердюк И. В., Якубов К. С., Зинченко А. В. Разработки и исследование алгоритма вычисления ошибок для адаптивного цифрового предисказителя сигнала 78

Редькина Е. А., Паламарчук Д. В., Каленюк С. А. Фильтр в приёма-передающем тракте базовой станции 5G 79

Агафонов А. С., Склярук В. Л. Проблемы внедрения в России мобильных сетей пятого поколения 80

Данилова Д. М., Савочкин А. А. Тенденции развития современных систем оперативной связи 81

Нефедов А. С., Гаспарян Р. Р., Савочкин А. А. Разработка лабораторного стенда определения функциональных характеристик базовой станции системы 5G 82

СЕКЦИЯ 3

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ УСТРОЙСТВА МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Жильцов О. Г., Верещагин Т. А., Ходаковский А. А. Создание алгоритма голосового управления по средствам применения электромеханических модулей 84

Скрыпник А. Е., Верещагин Т. А., Ходаковский А. А. Программно-аппаратный комплекс для выращивания растений в домашних условиях методом гидропоники 85

Кравченко И. В., Кузьмин А. А., Вертегел В. В. Функциональное тестирование встраиваемого по радиолокатору AWR6843 с использованием MATLAB 86

Лукьянчиков А. В., Нестеренко А. И. Кросплатформенное программирование доверенных микроконтроллеров 1986BE92 87

Лукьянчиков А. В., Тураев И. В. Карманный компьютер для проверки внешних интерфейсов 88

Смаилов С. Ф., Бузо С. С., Афонин И. Л. Разработка кода программы для микроконтроллера Arduino Nano дозиметрического прибора 89

Лысенко Н. М., Литовко Е. В., Новиков И. В., Тыщук Ю. Н. Разработка системы интеллектуального освещения и ее реализация в помещениях ИРИТС 90

Лысенко Н. М., Литовко Е. В., Новиков И. В., Тыщук Ю. Н. Реализация составного модуля зонального управления системы интеллектуального освещения 91

Ярова А. В., Дзись М. Е., Солошенко А. О., Нестеренко А. И., Иськив В. М. Программно-аппаратный комплекс для хранения, обработки и передачи данных для популяризации переписи населения 92

Ватрич А. Д., Зиборов С. Р., Щекатурин А. А. Многофункциональный судовой приёмник 93

Ватрич А. Д., Зиборов С. Р., Щекатурин А. А. Система подводных гидроакустических буёв 94

Ватрич А. Д., Зиборов С. Р., Щекатурин А. А. Спутниковый приемник цифровых сигналов 95

Тимощенко Я. В., Склярук В. Л. Квантовые компьютеры в XXI веке 96
Кваша Д. И., Рукосуев Е. Р., Ходаков С. А., Мурзин Д. Г. Разработка устройства для мониторинга домашних питомцев 97

СЕКЦИЯ 4

АНТЕННЫ И УСТРОЙСТВА МИКРОВОЛНОВОЙ ТЕХНИКИ

Ткаченко М. О., Кузьменко В. А. Радиофотонное диаграммообразующее устройство фазированной антенной решётки 100
Ткаченко М. О., Кузьменко В. А. Антенна круговой поляризации ДМВ диапазона для подвижных объектов....101
Савочкин А. А., Чуян В. А., Савинов В. В. Исследование микрополосковой антенны MIMO 102
Барздун В. Д., Мурзин Д. Г. Конструктивные особенности эфирной антенны 103
Тушканова А. Р., Преображенский А. П. Прогнозирование характеристик рассеяния электродинамических объектов известной формы 104
Аникин Г. С., Егоров В. В. Синтез широкополосных излучателей метрового и дециметрового диапазонов 105
Бугаёв П. А., Сигай Н. В., Дядев А. С. Методика измерения длины волны в микрополосковой линии 106
Трудов А. А., Маленко В. А., Афонин И. Л., Поляков А. Л. Математическая модель щелевого излучателя для фазированной антенной решётки комплекса радиомониторинга 107
Слезкин В. Г., Неведров М. Г., Слезкин Г. В., Моделирование согласующих устройств СВЧ на основе микрополосковой линии 108
Зеленкевич Д. Ю., Манько А. С., Головин В. В. Печатный излучатель антенной решётки базовой станции 5G диапазона n79 109
Зеленкевич Д. Ю., Манько А. С., Головин В. В. Антенная решётка MIMO 4×4 диапазона n79 110
Манько А. С., Зеленкевич Д. Ю., Головин В. В. Перспективы развития архитектуры радиомодулей базовой станции 5G NR диапазона FR1 111
Снегур Д. А. Автоматизация настройки проекта в САПР HFSS с использованием макросов VBS 112
Манько А. С., Зеленкевич Д. Ю., Головин В. В. Особенности требований к передающему тракту радиомодулей базовой станции 5G NR диапазона FR1 113
Агеева В. А., Максименко Б. С., Ягнина О. А., Паслён В. В. Микрополосковая антенна с щелевой связью 114
Бык А. В., Манько А. С., Тыщук Ю. Н. Разработка и моделирование диплексера для частотного диапазона стандарта GSM 115
Бык А. В., Зеленкевич Д. Ю., Тыщук Ю. Н. Разработка и моделирование GSM ретранслятора 116
Хохуда А. Н., Пузырев А. В., Щекатурин А. А. Анализ полусферической спиральной антенны 117
Хохуда А. Н., Пузырев А. В., Щекатурин А. А. Исследование антенны для системы радиочастотной идентификации 118
Хохуда А. Н., Пузырев А. В., Щекатурин А. А. Исследование микрополосковой антенны с увеличенной полосой рабочих частот 119

СЕКЦИЯ 5

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

Войналович А. А., Ланин В. Л. Моделирование тепловых полей индукционного нагрева в шариках припоя при сборке 3D-модулей по технологии FLIP-CHIP 122

Видрицкий А. Э., Ланин В. Л. Влияние вакуума на наличие пустот в паяном соединении кристалла с корпусом 123

Жбанова В. Л. Цифровая колориметрия в микроскопии 124

Кудрявченко И. В., Береговой Д. С. Метод оценивания параметров ЭМП в заданной области пространства на основе роя БПЛА 125

Клименко Ю. А., Преображенский А. П. Разработка адаптивной системы управления для распределения однофазных нагрузок в электрической сети 0,4 кВ 126

Клименко Ю. А. Применение беспилотных летательных аппаратов для проведения осмотров и диагностики воздушных линий электропередачи 127

Новикова Т. В., Симонов И. А., Громоздин В. В. Сертификационные испытания устройств беспроводной связи 5G NR. Физический уровень 128

Новикова Т. В., Симонов И. А., Громоздин В. В. Сертификационные испытания устройств беспроводной связи 5G NR. Сигнальный уровень 129

Козуб М. С., Васильев Д. В., Громоздин В. В. Стенд для проведения натурных испытаний береговых объектов ГМССБ и СУДС в диапазоне ОВЧ 130

Смаилов С. Ф., Бузо С. С., Поляков А. Л. Дозиметрический прибор на основе микроконтроллера Arduino Nano 131

Шевченко Е. Р., Егоров В. В. Оценка изменения проводимости графитового стержня при воздействии различных примесей 132

Евдокимов П. А., Широкова Е. И. Стенд для исследования спектра и мощностных характеристик светодиодов 133

Маленко В. А., Ганиш Ж. А., Поляков А. Л., Афонин И. Л. Математическая модель эхо-сигналов объектов радиолокационного наблюдения 134

Широкова Е. И., Евдокимов П. А., Широков И. Б. Способ определения процентного содержания воды в смеси диэлектрик-вода при использовании различных диэлектриков 135

Миць Р. С., Шевченко Н. В., Ломоносов С. Е. Разработка структурной схемы системы поддержания микроклимата в помещении 136

Миць Р. С., Шевченко Н. В., Ломоносов С. Е. Разработка алгоритма работы системы поддержания микроклимата в помещении 137

Буров Е. А., Заика Д. О., Ломоносов С. Е., Шевченко Н. В. Разработка электронной системы контроля температуры в помещениях большого объёма 138

Буров Е. А., Заика Д. О., Ломоносов С. Е., Шевченко Н. В. Разработка принципиальной схемы и алгоритма работы системы контроля температуры больших помещений 139

Ягнина О. А., Щербов И. Л. Оценка уязвимости активов телекоммуникационных систем 140

Катасонов Р. В., Козлов В. Н., Кузьменко В. А. Разработка многофункционального тестера линии связи 141

СЕКЦИЯ 6

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Маргарян М. С., Бадалян Б. Ф. Моделирование асимметричного криптоалгоритма RSA 144
Жбанова В. Л. Интерполирование цвета в многослойных матричных сенсорах 145
Руденко М. П. Методы синтеза моделей трехмерных объектов по их изображениям 146
Палаев С. В., Палаев И. С., Лукичев В. А. Учебно-тренировочные средства (тренажёры) в военно-морском вузе 147
Палаев С. В., Палаев И. С. Разработка электронного тренажёра для подготовки вахтенных офицеров 148
Куркина Л. А., Преображенский А. П. Использование информационных технологий для поддержки дистанционного обучения 149
Грюкалов В. П., Преображенский А. П. Разработка подхода к дистанционному управлению объектами 150
Каширская Ю. А., Преображенский А. П. Обработка изображений в информационно-телекоммуникационных системах 151
Вильсон Н. Г. Изучение математических пакетов программ для базовой подготовки обучающихся 152
Вильсон Н. Г. Решение профильных задач на базе математического пакета программ 153
Жильцов О. Г., Верещагин Т. А., Ходаковский А. А. Система машинного зрения контрольно-пропускного пункта 154
Маврин А. С., Маврин С. А. Исследование неоднородностей морской среды методами компьютерного зрения 155
Кравец Р. А., Шнейдеров Е. Н. Миграция образовательных данных из системы электронного обучения 156
Алексеев Д. В., Байздренко А. А., Шереметьев К. С. Лабораторный стенд для физического и математического моделирования программно-аппаратных средств цифровых локационных систем при их изучении в вузе 157
Лукьянчиков А. В., Шелпаков М. В., Клюкина А. М. Особенность реализации квадратурного гетеродина с ФАПЧ в цифровом домене 158
Мамченко М. В., Мещеряков Р. В., Галин Р. Р., Зорин В. А., Камешева С. Б. Социокиберфизическая система для выявления и блокирования деструктивного интернет-контента 159
Лукьянчиков А. В., Кирюшин В. А., Бузо С. С. Эмуляция сигналов аварийных буёв «Коспас-Сарсат» второго поколения для SDR платформы 160
Маленко В. А., Овчаров П. П., Редькина Е. А. Цифровая обработка изображений при исследовании влияния магнитного поля низкой частоты 161
Ульченко А. В., Игнашева Е. П. Создание средств контроля знаний при разработке интерактивных стендов 162
Шундрин М. И., Дидус В. Т., Начаров Д. В., Поляков А. Л. Модифицированное преобразование перспективы изображения 163
Шундрин М. И., Начаров Д. В., Дидус В. Т. Алгоритм детекции контуров документов на изображениях 164
Али М. Ф., Курбонов К. С. Система связи FSO: результаты тестирования в условиях сильной турбулентности и ошибки наведения 165

СЕКЦИЯ 7

ЦИФРОВАЯ И АНАЛОГОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Мельников А. В., Муратов А. Э., Капнопуло Д. В. Расчет КПД усилительного каскада, работающего в режиме H.....168
Мельников А. В., Колтунов А. С., Капнопуло Д. В., Муратов А. Э. Внешняя звуковая карта для диагностики автомобильных устройств системы ЭРА-ГЛОНАСС 169
Сазонов О. И., Егоров В. В. Генератор-мультиплексор сигналов для измерения биоимпеданса мышц 170
Золотенкова М. К., Егоров В. В. Ультразвуковой канал передачи звуковых данных 171
Агеев Д. С., Соколенко В. Е., Дурманов М. А. Мультипараметрический зонд для морской воды 172
Фролова М. А., Янковский С. И., Дурманов М. А. Система климат-контроля для аквариума 173
Манько А. С., Зеленкевич Д. Ю., Смаилов С. Ф., Ветров И. Л. Формирователь квадратурных сигналов на симметричных дифференциальных D-триггерах 174
Бык А. В., Тыщук Ю. Н. Система контроля вредных газов в автомобильном транспорте 175

СЕКЦИЯ 8

КОМПОНЕНТНАЯ БАЗА РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Коломейцева Н. В., Щербакова И. Ю., Поляков И. С., Абрамов И. И. Влияние уровня ферми на расчёт вольт-амперных характеристик вертикальных гетероструктур, содержащих 2D-материалы 178
Коломейцева Н. В., Щербакова И. Ю., Ермак В. О., Абрамов И. И. Расчёт выходных характеристик полевых транзисторов на основе двухслойного графена 179
Щербакова И. Ю., Коломейцева Н. В., Ермак В. О., Поляков И. С., Абрамов И. И. Влияние толщины барьеров при моделировании характеристик РТД на основе GaN/AlGaN с вертикальным транспортом 180
Широкова Е. И. Коновалова Е. О., Широков И. Б., Сердюк И. В. Разработка многочастотного регенеративного транзисторного усилителя.....181

СЕКЦИЯ 9

WEB-ТЕХНОЛОГИИ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Барздун В. Д., Жильцов О. Г., Мурзин В. М., Мурзин Д. Г. Интерфейс и визуализация для устройств интернет вещей с помощью Nextion Intellegent 184
Барздун В. Д., Жильцов О. Г., Мурзин В. М., Мурзин Д. Г. Telegram Bot на базе React.JS 185
Барздун В. Д., Жильцов О. Г., Мурзин В. М., Мурзин Д. Г. Графический интерфейс системы локального позиционирования 186
Верещагин Т. А., Жильцов О. Г., Бадьянова Б. К., Широков И. Б. Система управления парковками на основе систем видеонаблюдения.....187

Ярова А. В., Дзись М. Е., Солошенко А. О., Нестеренко А. И., Табакаев Д. И. Web-сервис для популяризации переписи населения 188
Ермолаев А. К., Савочкин А. А. Применение Web технологий при исследовании системы IP-телефонии 189
Головинский С. А., Лихолоб П. Г. Разработка информационной технологии самопишущихся литературных произведений 190

СЕКЦИЯ 10

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ И ИНФОРМАЦИИ

Павлов В. С., Маслова М. А. Использование инструментов OSINT для подготовки к проведению проверки на полиграфе 192
Тарадайко Е. А., Маслова М. А. Решения для защиты документооборота 193
Игнатенко М. А., Лащенко И. В. Анализ эффективности систем защиты периметра 194
Авдикова В. А., Девицына С. Н. Разработка концепции защиты рентген-снимков при помощи цифровых водяных знаков 195
Букина А. В., Лащенко И. В. Методы защиты информации в сетях систем видеонаблюдения 196
Воробьев М. О., Лихолоб П. Г. Технология скрытой маркировки речи 197
Пилькевич П. В., Девицына С. Н. Создание модульных систем защиты информации с помощью фабричных паттернов проектирования 198
Смотряев М. М., Поплавский Д. А., Панцыр Р. Я. Метод обеспечения неизменности конфигурации операционной системы Android для рабочих устройств 199
Дороненкова А. А, Широков И. Б. Основы построения и перспективы развития технологии Connected Car 200
Борбенцов А. С., Турков Б. А. Анонимность в интернете — угроза или безопасность? 201
Мишкевич Т. А., Склярук В. Л. Вирус типа стилер — угроза и противодействие 202
Маслова М. А., Смирнов Н. С. Программная реализация оценки рисков информационной безопасности 203
Лавренюк А. С., Максимовская Н. Л. Интеллектуальные роботы 204
Дихтярь О. А., Максимовская Н. Л. Интеллектуальная информационная система 205
Дьяченко И. А., Тарадайко Е. А., Девицына С. Н. Преимущества и недостатки способов анализа log-файлов 206
Боярчук Д. А., Фролов К. А., Склярук В. Л. Угрозы информационной безопасности облачных технологий 207
Велюллаев Э. У., Гончаренко Ю. Ю., Девицына С. Н. Аппаратная защита автоматизированных рабочих мест 208
Кузьминых Е. С., Маслова М. А. Анализ методов защиты баз данных 209
Надейкина В. С., Маслова М. А. Применение технологии блокчейн для обеспечения безопасности данных в современном мире 210
Коржуков Н. Н., Савочкин А. А. Свето-звуковой оповещатель системы охранно-пожарной сигнализации 211

СЕКЦИЯ 11

ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Антонюк Н. Ю., Боков Г. В. История морской радиосвязи. Тенденции дальнейшего развития 214
Попова А. А., Афонин И. Л., Ермолов П. П. Патриарх цифрового телевещания (к 100-летию Марка Иосифовича Кривошеева, 1922—2018**)** 215
Попова А. А., Ермолов П. П. О книге «Сборник номограмм по радиотехнике» (к 100-летию Владимира Михайловича Родионова, 1922—1988) 216
Попова А. А., Ермолов П. П. Научный руководитель севастопольского полигона (к 90-летию Евгения Анатольевича Штагера).....217
Дидус В. Т., Шундрин М. И., Афонин И. Л., Поляков А. Л. К 80-летию Зиборова Сергея Родионовича.....218

ШКОЛА ЮНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

Решение конкурса «Школа юного исследователя, ШЮИ-2021» 222
Гулякина А. В. Школьный космический метеоцентр 222
Османов А. Ф. Исследование изменения климата Арктики и его воздействие на окружающую среду 223
Нечупарный В. В. Тетраэдр — не просто фигура.....223

АЛФАВИТНЫЙ СПИСОК АВТОРОВ

А

Абрамов И. И. 178, 179, 180
Авдикова В. А. 195
Агафонов А. С. 80
Агеев Д. С. 172
Агеева В. А. 114
Алексеев Д. В. 157
Али М. Ф. 165
Амелин А. А. 47
Андросова Ю. В. 48
Аникин Г. С. 105
Антонюк Н. Ю. 212
Афонин И. Л. 37, 89, 107, 134, 213, 216

Б

Бадалян Б. Ф. 144
Бадьянова Б. К. 187
Байздренко А. А. 157
Барздун В. Д. 103, 184, 185, 186
Баталов К. А. 54
Безгин А. А. 50
Белякин Е. О. 75
Береговой Д. С. 56, 125
Боков Г. В. 30, 212
Борбенцов А. С. 201
Боярчук Д. А. 207
Бугаёв П. А. 106
Бузо С. С. 46, 89, 131, 160
Букина А. В. 196
Буров Е. А. 138, 139
Бык А. В. 115, 116, 175
Быков Е. М. 50
Бычков А. А. 34

В

Васильев Д. В. 130
Ватрич А. Д. 28, 29, 93, 94, 95
Вдовенко А. Ю. 58, 59
Велюллаев Э. У. 208
Веремьев В. И. 39, 40
Верещагин Т. А. 84, 85, 154, 187
Вертегел В. В. 86
Ветров И. Л. 174
Видрицкий А. Э. 123
Вильсон Н. Г. 152, 153
Войналович А. А. 122
Воликов М. С. 50
Воробьев Е. Н. 39
Воробьев М. О. 197
Всевладова М. А. 34

Г

Галин Р. Р. 159
Ганиш Ж. А. 134
Гаспарян Г. А. 54, 74. 82
Головацкая Е. Э. 63
Головин В. В. 68, 69, 109, 110, 111, 113
Головинский С. А. 190
Голушко В. Ю. 31
Гончаренко Ю. Ю. 208
Громоздин В. В. 128, 129, 130
Грюкалов В. П. 150
Гулякина А. В. 220

Д

Данилова Д. М. 81
Девицына С. Н. 195, 198, 206, 208
Дегтярёв А. Н. 20
Дегтярев В. С. 54
Дзись М. Е. 49, 92, 188
Дидус В. Т. 37, 163, 164, 216
Дихтярь О. А. 205
Долгушин А. С. 57
Дороненкова А. А. 200
Дурманов М. А. 172, 173
Дьяченко И. А. 206
Дядев А. С. 106

Е

Евдокимов П. А. 133, 135
Егоров В. В. 25, 105, 132, 170, 171
Елинский Т. В. 68
Ермак В. О. 179, 180
Ермолаев А. К. 189
Ермолов П. П. 213, 214, 215
Жбанова В. Л. 124, 145

Ж

Жильцов О. Г. 84, 154, 184, 185, 186, 187

З

Заболоцкая Е. В. 71

Заика Д. О. 138, 139
Зеленкевич Д. Ю. .. 109, 110, 111, 113, 116, 174
Зиборов С. Р. 28, 29, 93, 94, 95
Зинченко А. В. 77, 78
Золотенкова М. К. 171
Зорин В. А. 159
Зуев А. А. 66
Зуев А. В. 55

И

Игнатенко М. А. 194
Игнашева Е. П. 162
Иськив В. М. 47, 92

К

Каленюк С. А. 41, 79
Камешева С. Б. 159
Капнопуло Д. В. 72, 168, 169
Катасонов Р. В. 51, 141
Каширская Ю. А. 151
Кваша Д. И. 97
Киздермишов А. А. 73
Кирюшин В. А. 160
Клименко Ю. А. 126, 127
Клюкина А. М. 158
Ключникова В. И. 60, 61
Кожемякин А. С. 20
Козлов В. Н. 51, 141
Козуб М. С. 130
Коломейцева Н. В. 178, 179, 180
Колтунов А. С. 169
Кондаурова В. В. 33, 58, 64
Коновалова Е. О. 181
Коржуков Н. Н. 211
Корчагин Р. Ю. 57, 58, 63, 64
Корчагин Ю. Э. 59, 60, 61, 62
Костицына К. О. 66
Кравец Р. А. 156
Кравченко И. В. 86
Краснов Л. М. 38
Круогла А. А. 45
Кудрявченко И. В. 56, 125
Кузьменко В. А. 51, 100, 101, 141
Кузьмин А. А. 86
Кузьмин В. А. 48
Кузьминых Е. С. 209
Кулаков М. В. 54
Кулакова Н. О. 54
Курбонов К. С. 165
Куринный Ф. А. 67
Куркина Л. А. 149
Кутузов В. М. 40

Л

Лавренюк А. С. 204
Ланин А. В. 73
Ланин В. Л. 122, 123
Лапин П. В. 35
Лащенко И. В. 194, 196
Лисецкий И. В. 50
Литвиненко С. Р. 50
Литовко Е. В. 90, 91
Лихолоб П. Г. 190, 197
Ломоносов С. Е. 136, 137, 138, 139
Лукичев В. А. 32, 147
Лукьянчиков А. В. 41, 46, 87, 88, 158, 160
Лучкова А. В. 59, 60
Лысенко Н. М. 90, 91

М

Маврин А. С. 155
Маврин С. А. 155
Максименко Б. С. 114
Максимовская Н. Л. 204, 205
Маленко В. А. 107, 134, 161
Мамченко М. В. 159
Манько А. С. 109, 110, 111, 113, 115, 174
Маргарян М. С. 144
Маркелов О. А. 75, 76
Маслова М. А. 192, 193, 203, 209, 210
Мельников А. В. 168, 169
Мещеряков Р. В. 159
Миронов А. Ф. 38
Миронов П. А. 38
Михайлюк Ю. П. 45
Миць Р. С. 136, 137
Мишкевич Т. А. 202
Мозжеров Д. А. 47
Молев А. А. 33
Муратов А. Э. 72, 168, 169
Мурзин В. М. 184, 185, 186
Мурзин Д. Г. 97, 103, 184, 185, 186

Н

Надейкина В. С. 210
Начаров Д. В. 163, 164
Нгуен Ван Куан 39, 40
Нгуен Ван Туан 39, 40

Неведров М. Г. 108
Нестеренко А. И. 87, 92, 188
Нефедов А. С. 74, 82
Нечаев В. Н. 54
Нечупарный В. В. 221
Новиков И. В. 90, 91
Новикова Т. В. 128, 129

О

Овчаров П. П. 161
Омельчук Ю. А. 71
Османов А. Ф. 221

П

Павлов В. С. 192
Палаев И. С. 32, 147, 148
Палаев С. В. 32, 147, 148
Паламарчук Д. В. 41, 79
Панцыр Р. Я. 199
Парамонов В. В. 69
Паршин А. А. 30
Паслён В. В. 67, 114
Петров Ю. Г. 62
Петрушин С. А. 70
Пилькевич П. В. 198
Погодин Р. А. 43
Поляков А. Л. 37, 107, 131, 134, 163, 216
Поляков И. С. 178, 180
Поляшева В. С. 38
Поплавский Д. А. 199
Попова А. А. 213, 214, 215
Преображенский А. П. 65, 104, 126, 149, 150, 151
Присяжнюк С. Н. 36
Пузырев А. В. 117, 118, 119

Р

Редькина Е. А. 70, 79, 161
Рогачева Н. С. 57, 61
Руденко М. П. 146
Руднев Е. П. 35, 36
Рукосуев Е. Р. 97

С

Савинов В. В. 72, 102
Савочкин А. А. 74, 81, 82, 102, 189, 211
Сазонов О. И. 170
Селитренников Д. А. 33
Сердюк И. В. 77, 78, 181
Сигай Н. В. 106
Симонов И. А. 128, 129
Скивка П. А. 46
Склярук В. Л. 80, 96, 202, 207
Скрыпник А. Е. 85
Слезкин В. Г. 42, 108
Слезкин Г. В. 20, 42, 108
Смаилов С. Ф. 89, 131, 174
Смирнов Н. С. 203
Смотряев М. М. 199
Снегур Д. А. 112
Соколенко В. Е. 172
Солошенко А. О. 49, 92, 188
Стародуб М. А. 50

Т

Табакаев Д. И. 49, 188
Тарадайко Е. А. 193, 206
Тимощенко Я. В. 96
Титов К. Д. 57, 58, 59, 60, 61, 62
Ткаченко В. С. 68, 69
Ткаченко М. О. 68, 69, 100, 101
Трудов А. А. 107
Тураев И. В. 88
Турков Б. А. 201
Турулин И. В. 44
Тушканова А. Р. 104
Тыщук Ю. Н. 90, 91, 115, 116, 175

У

Ульченко А. В. 162

Ф

Фролов К. А. 207
Фролова М. А. 173

Х

Хаджиметова К. А. 65
Ходаков С. А. 97
Ходаковский А. А. 84, 85, 154
Хохуда А. Н. 117, 118, 119

Ч

Чуян В. А. 102

Ш

Шевченко Е. Р. 132
Шевченко Н. В. 136, 137, 138, 139
Шелехов А. А. 76
Шелпаков М. В 158
Шереметьев К. С. 157

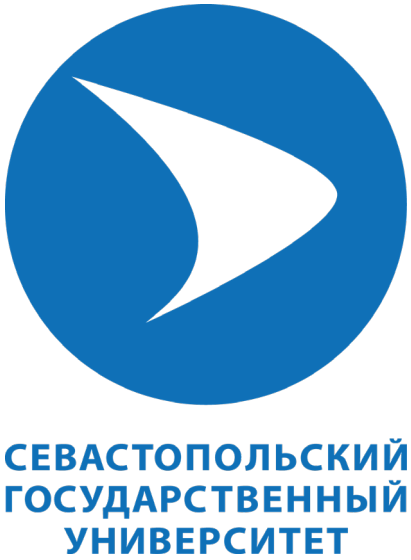
Широков И. Б. 43, 44, 135, 181, 187, 200
Широкова Е. И. 133, 135, 181
Шматок А. Н. 25
Шнейдеров Е. Н. 156
Шундрин М. И. 37, 163, 164, 216

Щ

Щекатурин А. А..... 93, 94, 95, 117, 118, 119
Щербакова И. Ю.....178, 179, 180
Щербов И. Л.....140

Я

Ягнина О. А.....114, 140
Якубов К. С. 77, 78
Янкин Д. Е. 71
Янковский С. И. 173
Яранцева Е. А. 55
Ярова А. В.....49, 92, 188
Ясенцев Д. А.....31



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

МЕТОД СОГЛАСОВАННОЙ ФИЛЬТРАЦИИ СИГНАЛОВ

Дегтярёв А. Н., Кожемякин А. С., Слёзкин Г. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: degtyaryov1966@yandex.ru

Аннотация — Для снижения влияния мультипликативной помехи, а также межсимвольной интерференции и нелинейных искажений на правильный приём сообщения предлагается использовать два этапа обработки сигнала. Первый этап состоит в минимизации дисперсии помехи, вызванной мультипликативной помехой, межсимвольной интерференцией и нелинейными искажениями сигнала. Минимизация указанной дисперсии осуществляется с помощью определения веса ортогональности базисных функций, составляющих сигнал. Второй этап заключается в использовании классического согласованного фильтра.

1. Введение

Современные цифровые системы связи должны обеспечивать высокую скорость и достоверность передачи информации в условиях многопутевого распространения сигнала по каналам связи с нелинейными искажениями, мультипликативной и аддитивной помехами.

Для борьбы с межсимвольной интерференцией, возникающей вследствие многопутевого распространения сигнала, применяют расширение спектра частот сигналов, канальный эквалайзинг, *OFDM*-мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов [1]. Для снижения влияния нелинейных искажений сигналов применяются методы предыскажений, разнесённого приёма, а также специальные алгоритмы цифровой обработки выходного сигнала демодулятора [2]. Влияние мультипликативной помехи снижают с помощью разнесённого приёма. Влияние аддитивной помехи снижают с помощью согласованного с сигналом фильтра [3]. В случае, когда аддитивная помеха не является белым гауссовым шумом, на входе согласованного фильтра включают обеляющий фильтр. Методы, рассмотренные в указанной литературе, решают одну или две из задач: или задачу борьбы с межсимвольной интерференцией, или задачу борьбы с влиянием нелинейных искажений, или задачу борьбы с мультипликативной, или аддитивной помехой.

Целесообразно разработать алгоритм согласованной фильтрации, позволяющий добиться одновременного снижения влияния указанных помех на правильный приём сообщения.

В работе [4] обосновывается метод борьбы с межсимвольной интерференцией, вызванной линейными искажениями сигнала, основанный на определении веса ортогональности функций, полученных смещением на кратные интервалы времени импульсной характеристики физически реализуемого фильтра. Идея подбора веса ортогональности может быть использована и для достижения поставленной цели.

2. Основная часть

Пусть $s_0(t)$ — сигнал, подлежащий передаче по каналу связи с межсимвольной интерференцией (МСИ), вызванной многопутевым распространением сигнала. Кроме того, будем считать, что сигнал подвергается нелинейным искажениям, а в канале действует аддитивный шум (рис. 1).

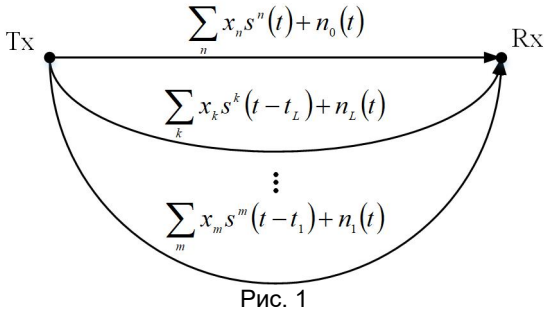


Рис. 1

В этом случае сигнал на входе приемника описывается следующим выражением:

$$z(t) = \xi(t)\sum_{n=1}^{N} x_n s^n(t) + \xi_1(t)\sum_{m=1}^{M} x_m s^m(t - t_1) + \ldots + \xi_L(t)\sum_{k=1}^{K} x_k s^k(t - t_L) + \sum_{l=0}^{L} n_l(t), \quad (1)$$

где x_i — случайные коэффициенты, характеризующие нелинейность путей распространения сигнала, t_i — время задержки сигнала, распространяющегося по второстепенному пути, $n_i(t)$ и $\xi_i(t)$ — реализации аддитивной и мультипликативной помех, действующих на *i*-м пути распространения сигнала.

Будем считать, что на входе приемника действует реализация аддитивного шума $N(t)$, равная:

$$n(t) = \sum_{l=0}^{L} n_l(t).$$

В сумме (1) выделим неискаженный и незадержанный основной сигнал $s(t)$. Перепишем (1) в виде

$$z(t) = \xi(t)s(t) + \xi(t)\sum_{n=2}^{N} x_n s^n(t) + \xi_1(t)\sum_{m=1}^{M} x_m s^m(t - t_1) + \ldots + \xi_L(t)\sum_{k=1}^{K} x_k s^k(t - t_L) + n(t). \quad (2)$$

Обозначим

$$x(t, t_1, \ldots, t_L) = \xi(t)\sum_{n=2}^{N} x_n s^n(t) + \xi_1(t)\sum_{m=1}^{M} x_m s^m(t - t_1) + \ldots + \xi_L(t)\sum_{k=1}^{K} x_k s^k(t - t_L). \quad (3)$$

$x(t,t_1,...,t_L)$ является аддитивной помехой, вызванной мультипликативной помехой, нелинейностями путей распространения и задержками сигнала. С учетом обозначений (3) выражение (2) запишется как:

$$z(t)=\xi(t)s(t)+x(t,t_1,...,t_L)+n(t). \quad (4)$$

В силу особенностей формирования помехи с реализациями $x(t,t_1,...,t_L)$ и $n(t)$ можно считать статистически независимыми. Кроме того, аддитивные помехи $x(t,t_1,...,t_L)$ и $n(t)$ имеют нулевые математические ожидания, поскольку постоянные составляющие через свободное пространство не передаются, т. е.

$$m_x=0,\ m_n=0.$$

Тогда математическое ожидание смеси (4) равно:

$$m_z=M\{z(t)\}=m_\xi s(t),$$

где m_ξ — математическое ожидание мультипликативной помехи.

Таким образом, задачу приема сигнала $s(t)$ можно разделить на два этапа. Первый этап состоит в определении математического ожидания смеси (4) при условии минимизации дисперсии процесса $z(t)$. Второй этап сводится к максимизации отношения сигнал-шум в момент времени t_0, завершающий наблюдения смеси $z(t)$.

Пусть первый этап реализуется с помощью устройства, вычисляющего интегральное преобразование

$$y(\tau)=\int_0^{t_0}R_1(t,\tau)z(t)dt, \quad (5)$$

а второй — интегральное преобразование:

$$q(\tilde{t})=\int_0^{t_0}R_2(\tau,\tilde{t})y(\tau)d\tau, \quad (6)$$

где $R_1(t,\tau)$ и $R_2(\tau,\tilde{t})$ — искомые ядра интегральных преобразований.

Структурная схема приемника показана на рис. 2.

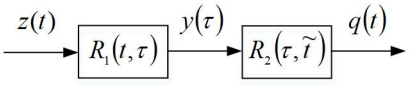


Рис. 2

Определим математическое ожидание процесса $y(\tau)$:

$$m_y(\tau)=M\{y(\tau)\}=M\left\{\int_0^{t_0}R_1(t,\tau)z(t)dt\right\}=$$

$$=M\left\{\int_0^{t_0}R_1(t,\tau)\left[\xi(t)s(t)+\right.\right.$$

$$\left.\left.+x(t,t_1,...,t_L)+n(t)\right]dt\right\}=$$

$$=\int_0^{t_0}R_1(t,\tau)\left[m_\xi s(t)+\right.$$

$$\left.+M\{x(t,t_1,...,t_L)\}+M\{n(t)\}\right]dt=$$

$$=\int_0^{t_0}R_1(t,\tau)\left[m_\xi s(t)+m_x+m_n\right]dt=$$

$$=m_\xi\int_0^{t_0}R_1(t,\tau)s(t)dt.$$

Поскольку требуется, чтобы математическое ожидание процесса $y(\tau)$ было пропорционально сигналу, то

$$m_\xi\int_0^{t_0}R_1(t,\tau)s(t)dt=m_\xi s(\tau). \quad (7)$$

Выражение (7) является интегральным преобразование с воспроизводящим ядром. Сигнал $s(t)$ является собственной функцией этого интегрального преобразования.

Наиболее просто реализуется воспроизводящее ядро вида:

$$R_1(t,\tau)=\sum_n\phi_n(t)\phi_n(\tau)\rho(t). \quad (8)$$

где $\phi_n(t)$ — функции, ортогональные с весом $\rho(t)$.

Поскольку $s(t)$ — собственная функция преобразования (7), то:

$$s(t)=\sum_n a_k\phi_n(t). \quad (9)$$

где

$$a_k=\frac{1}{\|\phi_k\|}\int_0^{t_0}s(t)\phi_k(t)\rho(t)dt,\quad \|\phi_k\| \text{ — норма}$$

функции $\phi_k(t)$.

$\phi_k(t)$ должны выбираться с учетом требований, предъявляемых к ансамблю сигналов, используемых для передачи информации: эффективной ширины спектра, длительности, форме и т.д. В качестве $\phi_k(t)$ могут использоваться функции, полученные путем смещения на кратные интервалы времени импульсной характеристики основного канала связи [4]. Ортогонализация таких функций осуществляется путем определения веса ортогональности $\rho(t)$ [4]. Для этого вес представляется в виде:

$$\rho(t)=\sum_n\sum_m\lambda_{mn}\phi_m(t)\phi_n(t), \quad (10)$$

где λ_{mn} — неизвестные коэффициенты, которые являются решением системы линейных уравнений, полученных из условий ортогональности с весом $\rho(t)$ функций $\phi_k(t)$

$$\int_0^{t_0}\phi_n(t)\phi_n(\tau)\rho(t)dt=\begin{cases}A_n\neq 0, & n=k,\\ 0, & n\neq k.\end{cases} \quad (11)$$

Определим дисперсию $D_y(\tau)$ процесса $y(\tau)$:

$$D_y(\tau)=M\{y^2(\tau)\}-m_y^2(\tau)=$$

$$= M\left\{y^2(\tau)\right\} - \left[m_\xi \int_0^{t_0} R_1(t,\tau)s(t)\,dt\right]^2.$$

Вычислим $M\left\{y^2(\tau)\right\}$:

$$M\left\{y^2(\tau)\right\} =$$

$$= M\left\{\int_0^{t_0} R_1(t,\tau)\left[\xi(t)s(t) + x(t,t_1,...,t_L) + n(t)\right]dt \times \right.$$

$$\left. \times \int_0^{t_0} R_1\left(\hat{t},\tau\right)\left[\xi(\hat{t})s\left(\hat{t}\right) + x(\hat{t},t_1,...,t_L) + n\left(\hat{t}\right)\right]dt\right\} =$$

$$= M\left\{\int_0^{t_0}\int_0^{t_0} R_1(t,\tau)R_1\left(\hat{t},\tau\right)\left[\xi(t)\xi(\hat{t})s(t)s\left(\hat{t}\right) + \right.\right.$$

$$+\xi(t)x(\hat{t},t_1,...,t_L)s(t) + \xi(t)n\left(\hat{t}\right)s(t) +$$

$$+\xi(\hat{t})x(t,t_1,...,t_L)s\left(\hat{t}\right) +$$

$$+x(t,t_1,...,t_L)x(\hat{t},t_1,...,t_L) + x(t,t_1,...,t_L)n\left(\hat{t}\right) +$$

$$+\xi(\hat{t})n(t)s\left(\hat{t}\right) + n(t)x(\hat{t},t_1,...,t_L) +$$

$$\left.\left. +n(t)n\left(\hat{t}\right)\right]dtd\hat{t}\right\}.$$

Учтем линейность операций интегрирования и вычисления математического ожидания, и получим

$$M\left\{y^2(\tau)\right\} = \int_0^{t_0}\int_0^{t_0} R_1(t,\tau)R_1\left(\hat{t},\tau\right)\left[B_\xi(t,\hat{t})s(t)s\left(\hat{t}\right) + \right.$$

$$+B_{\xi x}(t,\hat{t})s(t) + B_{\xi n}(t,\hat{t})s(t) +$$

$$+B_{\xi x}(\hat{t},t)s\left(\hat{t}\right) + B_x\left(t,\hat{t}\right) + B_{xn}\left(t,\hat{t}\right) +$$

$$\left. +B_{\xi n}(\hat{t},t)s\left(\hat{t}\right) + B_{nx}\left(t,\hat{t}\right) + B_n\left(t,\hat{t}\right)\right]dtd\hat{t},$$

где $B_\xi(t,\hat{t})$, $B_x\left(t,\hat{t}\right)$, $B_n\left(t,\hat{t}\right)$ — автокорреляционные функции процессов $\xi(t)$, $x(t,t_1,...,t_L)$ и $n(t)$, соответственно, $B_{\xi x}(\hat{t},t)$ $B_{\xi x}(t,\hat{t})$, $B_{\xi n}(\hat{t},t)$, $B_{\xi n}(t,\hat{t})$, $B_{xn}\left(t,\hat{t}\right)$, $B_{nx}(t,\hat{t})$ — взаимные корреляционные функции этих процессов

Учтем статистическую независимость процессов $\xi(t)$, $x(t,t_1,...,t_L)$ и $n(t)$, т.е. тот факт, что все взаимные корреляционные функции равны нулю, и получим:

$$M\left\{y^2(\tau)\right\} = \int_0^{t_0}\int_0^{t_0} R_1(t,\tau)R_1\left(\hat{t},\tau\right)\times$$

$$\times\left[B_\xi(t,\hat{t})s(t)s\left(\hat{t}\right) + B_x\left(t,\hat{t}\right) + B_n\left(t,\hat{t}\right)\right]dtd\hat{t}.$$

Дисперсия процесса $y(t)$ равна

$$D\left\{y(\tau)\right\} = \int_0^{t_0}\int_0^{t_0} R_1(t,\tau)R_1\left(\hat{t},\tau\right)\times$$

$$\times\left[B_\xi(t,\hat{t})s(t)s\left(\hat{t}\right) + B_x\left(t,\hat{t}\right) + B_n\left(t,\hat{t}\right)\right]dtd\hat{t} -$$

$$-\left[m_\xi \int_0^{t_0} R_1(t,\tau)s(t)\,dt\right]^2.$$

Минимизация дисперсии проводится путем определения веса $\rho(t)$ (10) при условиях (11).

Рассмотрим ядро $R_1(t,\tau)$. Если $\phi_n(t)$ являются эквидистантными, т.е. $\phi_n(t) = \phi(t - n\alpha)$, то $R_1(t,\tau)$ представляет собой периодическую функцию с периодом α, и справедливы соотношения [4]

$$R_1(t,\tau) = R_1(t+\alpha,\tau) =$$

$$= R_1(t,\tau+\alpha) = R_1(t+\alpha,\tau+\alpha).$$

Предложение 1 [4]. Если функции $\phi_n(t)$ являются эквидистантно смещенными импульсными характеристиками физически реализуемого фильтра, то функция $R_1(t,\tau)$ в квадрате $0 \le t \le \alpha$, $0 \le \tau \le t$ может быть представлена в виде

$$R_1(t,\tau) = \sum_{m=1}^{M} z_m(t)f_m(\tau)g_m(t-\tau), \qquad (12)$$

где $z_m(t)$, $f_m(\tau)$ и $g_m(t-\tau)$ — некоторые функции своих аргументов.

Покажем справедливость предложения 1. Запишем в общем виде импульсную характеристику физически реализуемого фильтра в виде

$$\phi_0(t) = \sum_{k=1}^{K} b_k t^{q_k} e^{p_k t}, \qquad (13)$$

где p_k — полюс передаточной функции фильтра, q_k — кратность соответствующего полюса, K — порядок фильтра.

Базисные функции $\phi_n(t)$ имеют вид

$$\phi_n(t) = \phi_0(t - n\alpha) =$$

$$= \sum_{k=1}^{K} b_k (t - n\alpha)^{q_k} e^{p_k(t-n\alpha)}. \qquad (14)$$

С учетом (14) можно записать

$$W(t,\tau) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \phi_n(\tau)\phi_n(t) =$$

$$= \sum_{n=-\infty}^{\infty}\sum_{k=1}^{K} b_k(\tau - n\alpha)^{q_k} e^{p_k(\tau-n\alpha)} \times$$

$$\times \sum_{k=1}^{K} b_k(t - n\alpha)^{q_k} e^{p_k(t-n\alpha)} =$$

$$= \sum_{n=-\infty}^{\infty}\sum_{k=1}^{K}\sum_{l=1}^{K} b_k(\tau - n\alpha)^{q_k} e^{p_k(\tau-n\alpha)} \times$$

$$\times b_l(t - n\alpha)^{q_l} e^{p_l(t-n\alpha)}. \qquad (15)$$

Выделим из ряда (15) одно слагаемое S_{nkl}, соответствующее индексам *n*, *l* и *k*

$$S_{nkl} = b_k(\tau - n\alpha)^{q_k} e^{p_k(\tau-n\alpha)} b_l(t - n\alpha)^{q_l} e^{p_l(t-n\alpha)} =$$

$$= b_k b_l(\tau - n\alpha)^{q_k}(t - n\alpha)^{q_l} e^{p_k\tau + p_l t - \alpha n(p_k+p_l)}.$$

Преобразуем S_{nkl}, используя формулу бинома Ньютона, и получим

$$S_{nkl} = b_k b_l \sum_{i=0}^{q_k} (-1)^i C_{q_k}^i \tau^{q_k - i} (n\alpha)^i \times$$

$$\times \sum_{j=0}^{q_l} (-1)^j C_{q_l}^j t^{q_l - j} (n\alpha)^j \mathrm{e}^{p_k\tau + p_l t - \alpha n(p_k + p_l)} =$$

$$= b_k b_l \mathrm{e}^{p_k\tau + p_l t - \alpha n(p_k + p_l)} \times$$

$$\times \sum_{i=0}^{q_k} \sum_{j=0}^{q_l} (-1)^{i+j} C_{q_k}^i C_{q_l}^j \tau^{q_k - i} t^{q_l - j} (n\alpha)^{i+j}. \quad (16)$$

Преобразуем экспоненту выражении (16)

$$Q = \mathrm{e}^{p_k\tau + p_l t - \alpha n(p_k + p_l)} =$$

$$= \mathrm{e}^{-\alpha n(p_k + p_l)} \mathrm{e}^{p_l(t-\tau)} \mathrm{e}^{(p_k + p_l)\tau}. \quad (17)$$

Преобразуем произведение $\tau^{q_k - i} t^{q_l - j}$ в (16)

$$P = \tau^{q_k - i} t^{q_l - j} = (t - (t - \tau))^{q_k - i} t^{q_l - j}.$$

Используя формулу бинома Ньютона, получим

$$P = (t - (t - \tau))^{q_k - i} t^{q_l - j} =$$

$$= t^{q_l - j} \sum_{r=0}^{q_k - i} (-1)^{q_k - i - r} C_{q_k - i}^r t^{q_k - i - r} (t - \tau)^r =$$

$$= \sum_{r=0}^{q_k - i} (-1)^{q_k - i - r} C_{q_k - i}^r t^{q_k + q_l - i - r - j} (t - \tau)^r. \quad (18)$$

Подставим (17) и (18) в (16) и будем иметь

$$S_{nkl} = b_k b_l \mathrm{e}^{-\alpha n(p_k + p_l)} \mathrm{e}^{p_l(t-\tau)} \mathrm{e}^{(p_k + p_l)\tau} \times$$

$$\times \sum_{i=0}^{q_k} \sum_{j=0}^{q_l} (-1)^{i+j} C_{q_k}^i C_{q_l}^j (n\alpha)^{i+j} \times$$

$$= b_k b_l \mathrm{e}^{-\alpha n(p_k + p_l)} \mathrm{e}^{p_l(t-\tau)} \mathrm{e}^{(p_k + p_l)\tau} \times$$

$$\times \sum_{r=0}^{q_k - i} (-1)^{q_k - i - r} C_{q_k - i}^r t^{q_k + q_l - i - r - j} (t - \tau)^r =$$

$$\times \sum_{i=0}^{q_k} \sum_{j=0}^{q_l} \sum_{r=0}^{q_k - i} (-1)^{q_k + j - r} (n\alpha)^{i+j} \times$$

$$\times C_{q_k}^i C_{q_l}^j C_{q_k - i}^r t^{q_k + q_l - i - r - j} (t - \tau)^r =$$

$$= b_k b_l \mathrm{e}^{-\alpha n(p_k + p_l)} \times$$

$$\times \sum_{i=0}^{q_k} \sum_{j=0}^{q_l} \sum_{r=0}^{q_k - i} \left((-1)^{q_k + j - r} (n\alpha)^{i+j} C_{q_k}^i C_{q_l}^j C_{q_k - i}^r \times \right.$$

$$\left. \times t^{q_k + q_l - i - r - j} \mathrm{e}^{(p_k + p_l)\tau} (t - \tau)^r \mathrm{e}^{p_l(t-\tau)} \right). \quad (19)$$

Введем следующие обозначения:

$$z_{klirj}(t) = t^{q_k + q_l - i - r - j};$$

$$f_{kl}(\tau) = \mathrm{e}^{(p_k + p_l)\tau};$$

$$g_{rl}(t - \tau) = (t - \tau)^r \mathrm{e}^{p_l(t-\tau)}.$$

С учетом введенных обозначений перепишем (19)

$$S_{nkl} = b_k b_l \mathrm{e}^{-\alpha n(p_k + p_l)} \times$$

$$\times \sum_{i=0}^{q_k} \sum_{j=0}^{q_l} \sum_{r=0}^{q_k - i} (-1)^{q_k + j - r} (n\alpha)^{i+j} \times$$

$$\times C_{q_k}^i C_{q_l}^j C_{q_k - i}^r z_{klirj}(t) f_{kl}(\tau) g_{rl}(t - \tau). \quad (20)$$

Подставим выражение (20) в (15) и получим

$$W(t, \tau) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \sum_{k=1}^{K} \sum_{l=1}^{K} S_{nkl} =$$

$$= \sum_{n=-\infty}^{\infty} \sum_{k=1}^{K} \sum_{l=1}^{K} \left(b_k b_l \mathrm{e}^{-\alpha n(p_k + p_l)} \times \right.$$

$$\times \sum_{i=0}^{q_k} \sum_{j=0}^{q_l} \sum_{r=0}^{q_k - i} (-1)^{q_k + j - r} (n\alpha)^{i+j} \times$$

$$\left. \times C_{q_k}^i C_{q_l}^j C_{q_k - i}^r z_{klirj}(t) f_{kl}(\tau) g_{rl}(t - \tau) \right) =$$

$$= \sum_{k=1}^{K} \sum_{l=1}^{K} \sum_{i=0}^{q_k} \sum_{j=0}^{q_l} \sum_{r=0}^{q_k - i} \left((-1)^{q_k + j - r} b_k b_l C_{q_k}^i C_{q_l}^j C_{q_k - i}^r \times \right.$$

$$\times z_{klirj}(t) f_{kl}(\tau) g_{rl}(t - \tau) \times$$

$$\left. \times \sum_{n=-\infty}^{\infty} (n\alpha)^{i+j} \mathrm{e}^{-\alpha n(p_k + p_l)} \right). \quad (21)$$

Вычислим

$$A_{ijk} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} (n\alpha)^{i+j} \mathrm{e}^{-\alpha n(p_k + p_l)},$$

приняв во внимание, что $n < 0$, и приведем (19) к виду

$$W(t, \tau) = \sum_{k=1}^{K} \sum_{l=1}^{K} \sum_{i=0}^{q_k} \sum_{j=0}^{q_l} \sum_{r=0}^{q_k - i} (-1)^{q_k + j - r} b_k b_l \times$$

$$\times C_{q_k}^i C_{q_l}^j C_{q_k - i}^r A_{ijk} z_{klirj}(t) f_{kl}(\tau) g_{rl}(t - \tau).$$

Последнее выражение для $W(t, \tau)$ представляет собой сумму, содержащую конечное число слагаемых *M*. Домножим эту сумму на $\rho(t)$, распишем сумму, по порядку пронумеруем слагаемые и получим выражение (12).

Предложение 1 доказано.

Введем в рассмотрение функции:

$$Z_m(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} z_m(t - k\alpha);$$

$$F_m(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} f_m(t - n\alpha);$$

$$G_m(t) = \sum_{l=-\infty}^{\infty} g_m(t - l\alpha),$$

и для бесконечных интервалов изменения аргументов *t* и τ, получим

$$W(t, \tau) = \sum_{m=1}^{M} Z_m(t) F_m(\tau) \cdot G_m(t - \tau). \quad (22)$$

Подставим выражение (22) в (7) и будем иметь

$$s(t) = \int_{-\infty}^{\infty} s(\tau) \rho(\tau) \sum_{m=1}^{M} Z_m(t) F_m(\tau) G_m(t - \tau) \mathrm{d}\tau =$$

$$= \sum_{m=1}^{M} Z_m(t) \int_{-\infty}^{\infty} s(\tau)\rho(\tau)F_m(\tau)G_m(t-\tau)\mathrm{d}\tau . \quad (23)$$

Заметим, что если выполнены условия минимума дисперсии $D_y(\tau)$ и (11), то справедливо выражение

$$s(t) = \int_{-\infty}^{\infty} z(\tau)\rho(\tau) \sum_{m=1}^{M} Z_m(t)F_m(\tau)G_m(t-\tau)\mathrm{d}\tau =$$

$$= \sum_{m=1}^{M} Z_m(t) \int_{-\infty}^{\infty} z(\tau)\rho(\tau)F_m(\tau)G_m(t-\tau)\mathrm{d}\tau . \quad (24)$$

Структурная схема устройства, реализующего обработку согласно (23), (24), показана на рис. 3.

Устройство содержит: генератор весовой функции $\rho(t)$, перемножитель, переключатель *S*1, тактовый генератор, два канала №1 и №2, сумматор. Каждый из каналов состоит из перемножителей №1…№2*M*, фильтров №1…№*M*, импульсные характеристики которых равны соответственно $g_m(t)$ и сумматора канала.

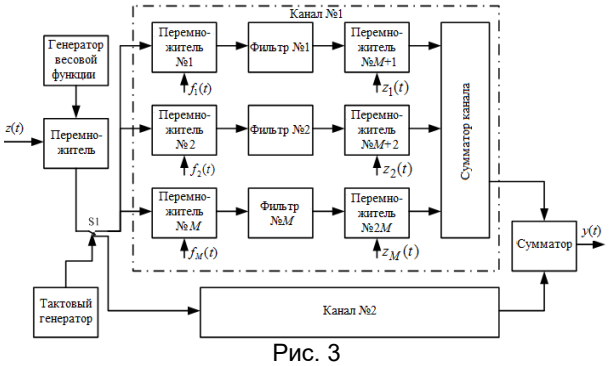


Рис. 3

На вход оборудования поступает аддитивная смесь $z(t)$. Генератор весовой функции вырабатывает сигнал, пропорциональный весовой функции $\rho(t)$. $z(t)$ перемножается с выходным сигналом генератора весовой функции в перемножителе. Выход перемножителя с помощью переключателя *S*1 по очереди подключается ко входам каналов на время, равное периоду весовой функции α. За время α один канал формирует отклик оборудования на одну секцию входного сигнала, длительностью α, а второй — осуществляет обработку последующей секции входного сигнала, длительность которой также равна α.

Рассмотрим работу канала №1. На его вход поступает сигнал $z(t)\rho(t)$, который подается на первые входы перемножителей №1…№*M*; на вторые входы подаются сигналы, пропорциональные $f_m(t)$. Выходные сигналы перемножителей поступают на входы фильтров №1…№*M* с импульсными характеристиками $g_m(t)$. Выходные сигналы фильтров пропорциональны сверткам

$$u_m(t) = \int_{n\alpha}^{(n+1)\alpha} z(t)\rho(\tau)f_m(\tau)\cdot g_m(t-\tau)\mathrm{d}\tau .$$

Сигналы $u_m(t)$ перемножителями №*M*+1…№2*M* перемножаются с сигналами $z_m(t)$. Выходные сигналы перемножителей №*M*+1…№2*M* складываются в сумматоре канала с целью получения сигнала

$$v_n(t) = \sum_{m=1}^{M} z_m(t) \int_{n\alpha}^{(n+1)\alpha} z(t)\rho(\tau)f_m(\tau)\cdot g_m(t-\tau)\mathrm{d}\tau .$$

Выходные сигналы каналов складываются в сумматоре, на выходе которого формируется сигнал $s(t)$.

3. Заключение

Предложенный метод согласованной фильтрации позволяет одновременно снизить влияние нелинейных искажений, межсимвольных помех, возникающей вследствие многопутевого распространения, и мультипликативной помехи на правильный приём сигнала. Сигналы искаженные и задержанные во времени относительно основного сигнала предложено рассматривать как аддитивную помеху.

Согласованный фильтр содержит два каскадно соединенных линейных устройства. Алгоритм работы первого устройства описывается с помощью линейного интегрального преобразования с воспроизводящим ядром. Моделью полезного сигнала, в этом случае, является собственная функция этого интегрального преобразования. Второе устройство представляет собой классический согласованный с полезным сигналом фильтр.

Для решения поставленной задачи необходимо знать корреляционные функции и взаимные корреляционные функции помех.

Минимизация дисперсии рассматриваемой помехи на выходе предложенного фильтра осуществляется путем подбора веса ортогональности.

4. Список литературы

[1] Blind Separation of Closely-Spaced Multipath Sig-nals Using an STFT-MUSIC Algorithm / W. Zhang [et. al] // 2020 15th IEEE Int. Conf. on Signal Processing (ICSP). — 2020. — P. 462—466. — doi: 10.1109/ICSP48669.2020.

[2] Sklyar, B. Digital communication. Theory and practice / B. Sklyar. — Moscow : Publishing house Williams, 2003. — 1104 p.

[3] Jiang, X-H. Research on Frequency-domain Adaptive Line Enhancement Based on Pre-whitening Matched Filter / X-H. Jiang, X-L.Wang,Q.Yan,T.Wei // 2021 OES China Ocean Acoustics (COA), 2021. — P. 748—752. — doi:10.1109/COA50123.2021.9519969.

[4] Degtyaryov, A. N. Orthogonalization of functions and enhancing noise immunity of high-speed data communication systems / A. N. Degtyaryov. — Moscow : College textbook. Infra-M, 2015. — 152 p.

THE METHOD OF THE SIGNAL MATCHED FILTERING

Degtyaryov A. N., Kozhemyakin A. S., Slyozkin G. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — To reduce the influence of multiplicative interference, as well as intersymbol interference and non-linear distortions on the correct reception of a message, it is proposed to use two stages of signal processing. The first step is to minimize the noise dispersion caused by multiplicative noise, intersymbol interference, and signal distortion. The specified dispersion is minimized by determining the orthogonality weight of the basis functions that make up the signal. The second step is to use a classic matched filter.

АНАЛИЗ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОМЕХ В СЕТЯХ БЫТОВОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ, ВЫЗЫВАЕМЫХ РАЗЛИЧНЫМИ ПРИБОРАМИ

Шматок А. Н., Егоров В. В.
Научный руководитель: Егоров В. В.
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Россия
E-mail: skb-4@bk.ru

Аннотация — С помощью сконструированного прибора проведена запись выборок помех в сети (в полосе от 45 до 110 кГц) в непосредственной близости от различных приборов и далее путем обработки полученных данных оценены спектры этих помех с целью поиска наименее подверженной помехам области частот.

1. Введение

В настоящее время ввиду активного развития беспроводных технологий достаточно актуальной стала проблема зашумления частотного диапазона и, как следствие, ухудшение условий работы беспроводных линий связи. В частности, в случае применения в системах «умный дом» приёмо-передающих радиомодулей, увеличение их числа неизбежно приведет к заполнению каналов и нарушениям в связи.

Возможным решением становится использование проводной передачи информации с использованием существующих сетей электропитания, так как большинство бытовых устройств имеет постоянное подключение к сети. Существуют различные варианты реализации подобных систем передачи данных, к примеру, открытый стандарт X10. Однако значительный рост числа импульсных преобразователей питания в бытовой электронике привел к появлению в сетях электропитания помех, спектр которых перекрывает области спектра, используемые подобными системами, чем осложняет или полностью делает невозможным работу протокола передачи данных по сети электропитания.

2. Основная часть

В рамках работы над подобной системой возникла необходимость формирования требований касательно областей спектра, в которых будут приниматься и отправляться информационные сигналы по сети электропитания. Для решения этой задачи был изготовлен прибор, способный записывать восьмисекундные выборки сигнала с частотой дискретизации 300 кГц. На входе АЦП в данном устройстве был установлен фильтр, принципиальная схема которого и АЧХ приведены на рис. 1.

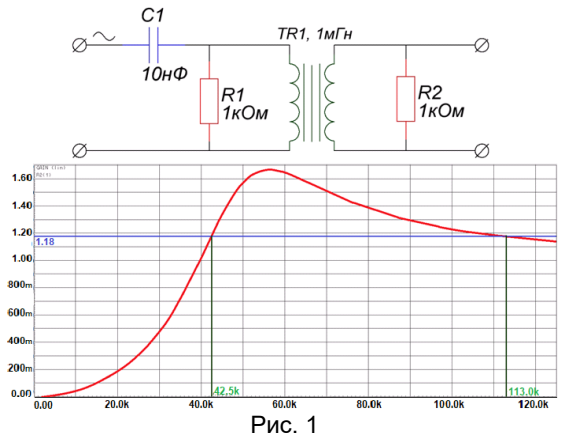


Рис. 1

Общий спектр помех в сети электропитания, полученный с помощью созданного прибора, приведен на рис. 2.

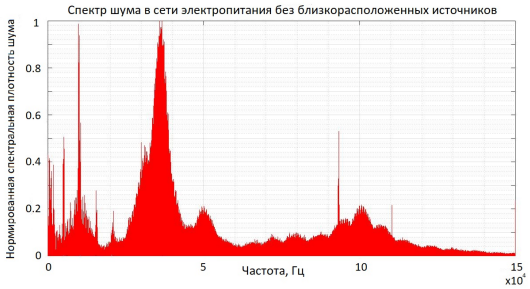


Рис. 2

Прибор подключается к сети максимально близко к исследуемому прибору. Суть эксперимента заключается в том, что записываются две выборки — одна до включения исследуемого прибора в сеть, а вторая — при включенном приборе. Разница амплитудных спектров этих двух сигналов представляет собой оценку спектра вносимых в сеть помех конкретным прибором.

3. Заключение

Полученные в результате анализа экспериментальных данных сведения позволили сформировать требования к системе передачи информации. Рабочий диапазон частот (45 — 110 кГц) был разделен на несколько поддиапазонов, в которых вероятность появления помех наименее вероятна.

4. Список литературы

[1] Букингем, М. Шумы в электронных приборах и системах / М. Букингем; под ред. В. Н. Губанкова. — М. : «Мир», 1986.
[2] Цицикян, Г. Н. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике. Учеб. пособие / Г. Н. Цицикян. — СПб. : СЗТУ, 2006. — 59 с.

ANALYSIS OF FREQUENCY CHARACTERISTICS OF INTERFERENCE IN HOUSEHOLD POWER SUPPLY NETWORKS CAUSED BY VARIOUS DEVICES

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

Abstract — With the help of the designed device, interference samples were recorded in the power supply line (in the band from 45 to 110 kHz) in the immediate vicinity of various devices and then, by processing the data obtained, the spectra of these interferences were estimated in order to find the least interference-prone frequency region.

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

ОСОБЕННОСТИ АВИАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДИСПЕТЧЕРСКОЙ РАДИОСВЯЗИ

Ватрич А. Д., Зиборов С. Р.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Зиборов С. Р.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: sergey.ziborov@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены особенности авиационной системы диспетчерской радиосвязи, используемой для переговоров между диспетчерскими пунктами и воздушными судами, а также между воздушными судами.

1. Введение

Авиационная диспетчерская радиосвязь обеспечивает управление движением воздушных судов, начиная с момента запуска двигателя перед взлётом и заканчивая моментом его выключения после посадки. Ближняя авиационная радиосвязь осуществляется в диапазоне частот 118 — 137 МГц, поделённым на каналы с шагом 25 кГц. Обычно на каждом канале группируется (по географическому признаку) несколько наземных диспетчерских пунктов. Отдельные каналы являются аварийными и используются только в случае бедствия. Передача оперативной информации на частотах вне полосы, отведенной для авиасвязи, строго запрещена. Для передачи речевых сообщений используется амплитудная модуляция.

При ведении переговоров важным фактором, влияющим на разборчивость речи, является шум в наушниках. Причиной шума являются как помехи и внутренние шумы радиоприёмника, так и акустические шумы (двигателей, вентиляторов и пр.). Постоянное прослушивание шума в наушниках даже при отсутствии полезного сигнала утомляет оператора. Для уменьшения уровня этого шума в радиоприёмники и в наушники встраивают специальные шумоподавители (ШП).

2. Основная часть

На рис. 1 изображена функциональная схема шумоподавителя, встраиваемого в радиоприёмник.

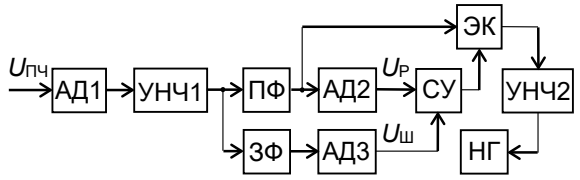


Рис. 1

Сигнал промежуточной частоты $U_{ПЧ}$, снимаемый с выхода последнего УПЧ линейного тракта приёмника, преобразуется амплитудным детектором АД1 в низкочастотный сигнал, содержащий полезный сигнал речевого сообщения и шум. Затем этот сигнал усиливается усилителем низкой частоты УНЧ1.

Полосно-пропускающий фильтр ПФ выделяет из выходного сигнала УНЧ1 часть спектра, содержащую составляющие полезного сигнала и шума речевого диапазона частот от 300 до 3200 Гц. Амплитудный детектор АД2 преобразует выделенную часть спектра в постоянное напряжение $U_Р$, мощность которого пропорциональна мощности этой части спектра.

Полосно-задерживающий фильтр ПЗ выделяет из выходного сигнала УНЧ1 часть спектр, которая содержит составляющие шума, частота которых находится вне речевого диапазона частот, то есть менее 300 Гц и более 3200 Гц. Эта часть спектра преобразуется амплитудным детектором АД3 в постоянное напряжение $U_Ш$, мощность которого пропорциональна мощности внеречевого шума.

Сравнивающее устройство СУ сравнивает напряжения $U_Р$ и $U_Ш$ и вырабатывает напряжение, управляющее состоянием электронного ключа ЭК.

Если выполняется условие $U_Р > U_Ш$, соответствующее превышению сигнала над шумом, ключ ЭК замкнут. При этом выходной сигнал ПФ поступает на выходной усилитель низкой частоты УНЧ3, усиливается и подается на наушники гарнитуры НГ. Если выполняется условие $U_Р < U_Ш$, соответствующее превышению шума над сигналом, ключ ЭК разомкнут. В этом случае выходной сигнал ПФ не поступает на вход усилителя УНЧ2, и в наушниках речевое сообщение не прослушивается.

Различают пассивные и активные ШП, встраиваемые в наушники. Пассивные ШП представляют собой оболочки (амбушюры) из звукопоглощающего материала, надеваемые на наушники. Активные ШП реализуются путём встраивания в наушники микрофона, отслеживающего внешний шум, и специального электронного аналогового или цифрового модуля в виде микросхемы. Такой модуль преобразует выходной сигнал микрофона в «антишум», который представляет шум, близкий по уровню к внешнему шуму, но противоположен ему по знаку. Затем «антишум» складывают со смесью сигнала и шума, поступающей с выхода детектора приёмника. В результате сложения «антишум» компенсирует внешний шум. Поскольку спектр внешнего шума претерпевает изменения во времени, которые активный ШП не может точно отследить, то обеспечить полную компенсацию внешнего шума не удается. Однако, активные ШП повышают разборчивость речи и снижают утомляемость оператора, вызываемую шумом.

3. Заключение

Разработана функциональная схема порогового ШП авиационного радиоприёмника.

4. Список литературы

[1] Системы авиационной радиосвязи: Учеб. Пособие / сост. В. А. Силяков, В. Н. Красюк; под ред. В. А. Силякова. — СПб. : СПбГУАП, 2004. — 160 с.

[2] Чем отличается активное шумоподавление от пассивного в наушниках и гарнитура? [Электронный ресурс] / — Режим доступа: https://plantro.ru/chem-otlichaetsya-aktivnoe-shumopodavlenie-ot-passivnogo-v-naushnikax-i-garniturax (дата обращения: 04.08.2022).

FEATURES OF AVIATION SYSTEM FOR DISPATCHING RADIO COMMUNICATIONS

Vatrich A. D., Ziborov S. R.
Scientific adviser: Ziborov S. R.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The features of the radio communications system of the civil aviation, which is intended for negotiations between the dispatching point and an aircraft, as well as between aircraft, are considered.

РАДИОТЕЛЕМЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Ватрич А. Д., Зиборов С. Р.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Зиборов С. Р.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: sergey.ziborov@gmail.com

Аннотация — Рассмотрена многоканальная радиотелеметрическая система дистанционного сбора и обработки данных. Разработана функциональная схема приёмной части системы.

1. Введение

В настоящее время радиотелеметрия широко применяется для контроля параметров и режимов работы подвижных и труднодоступных объектов.

Радиотелеметрическая система сбора данных состоит из дистанционно разнесённых передающей и приёмной частей. Передающая часть системы представляет собой один или несколько радиопередатчиков, на входы которых подаются сигналы датчиков, преобразующих контролируемые параметры в аналоговые электрические сигналы. Эти аналоговые сигналы, как правило, преобразуются в цифровые, а затем поступают на модуляторы передатчиков, где преобразуются в модулированные высокочастотные (ВЧ) сигналы, которые усиливаются по мощности и излучаются в виде электромагнитных волн.

Приёмная часть системы принимает ВЧ сигналы, и преобразует их в исходные сигналы датчиков.

С целью повышения помехоустойчивости в системе используется частотная модуляция, а также частотное разделение каналов передачи данных.

2. Основная часть

Рассматриваемая телеметрическая система работает в частотном диапазоне 75—85 МГц. Приёмная часть системы построена по схеме инфрадина с двукратным преобразованием частоты, что обеспечивает эффективное подавление зеркального и прямого каналов приёма.

Функциональная схема радиоприёмника системы изображена на рис. 1.

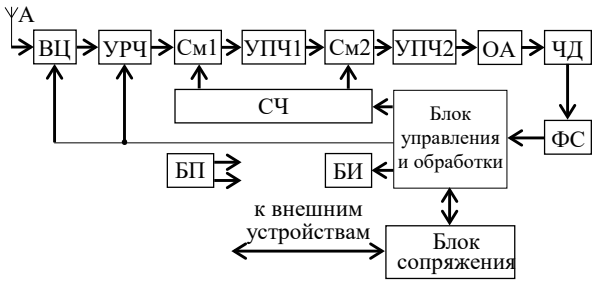


Рис. 1

Сигнал с выхода приёмной антенны А через входную цепь и усилитель радиочастоты, настроенные на частоту принимаемого сигнала, подается на сигнальный вход смесителя См1. На гетеродинный вход смесителя См1 подается первый гетеродинный сигнал, который вырабатывается управляемым синтезатором частоты СЧ, перестраиваемым по частоте в диапазоне от 184 МГц до 194 МГц.

Усилитель промежуточной частоты УПЧ1 выделяет из выходного сигнала смесителя См1 сигнал первой промежуточной частоты 109 МГц и усиливает его. Затем этот сигнал подается на сигнальный вход смесителя См2, на гетеродинный вход которого подается второй гетеродинный сигнал с частотой 109,45 МГц с выхода синтезатора частоты СЧ.

Усилитель промежуточной частоты УПЧ2 выделяет из выходного сигнала смесителя См2 сигнал второй промежуточной частоты 450 кГц. Этот сигнал ограничивается по амплитуде ограничителем амплитуды ОА, а затем демодулируется частотным детектор ЧД. Формирователь сигнала ФС преобразует уровни выходного сигнала частотного детектора до значений, соответствующих уровням сигналов цифровых схем транзисторно-трнзисторной логики.

Сформированный цифровой сигнал поступает в блок управления и обработки, который управляет перестройкой по частоте преселектора и синтезатора частоты, а также работой блока индикации БИ и блока сопряжения. Блок индикации отображает на дисплее названия и значения данных, а также команды меню команд настройке приемника.

Блок сопряжения обеспечивает обмен информацией между приёмником и внешними устройствами, например, персональным компьютером, линией связи и пр. Благодаря этому, управление работой приёмник может осуществляться как в ручном, так и дистанционно режиме.

Блок питания БП вырабатывает напряжения, необходимые для работы узлов приёмника.

Большая часть тракта приёмника, начиная с первого смесителя и заканчивая формирователем уровня, может быть реализована на микросхеме *MC*3363 фирмы *Motorola*, у которой максимальная рабочая частота входного сигнала — не менее 200 МГц, а чувствительность составляет 2 мкВ.

3. Заключение

Разработана функциональная схема инфрадинного приемника радиотелеметрической системы и выбрана современная интегральная микросхема для её реализации.

4. Список литературы

[1] Назаров, А.В. Современная телеметрия в теории и на практике. Учеб. курс / А. В. Назаров и др. — СПб. : Наука и техника, 2007. — 672 с.

[2] Радиотехнические методы передачи информации: учеб. пособ. для вузов / В.А. Борисов, В.В. Калмыков, Я.М. Ковальчук и др.; под ред. В.В. Калмыкова. — М. : Радио и связь, 1990. — 304 с.

RADIOTELEMETRIC DATA COLLECTING AND PROCESSING SYSTEM

Vatrich A. D., Ziborov S. R.
Scientific adviser: Ziborov S. R.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A multichannel radio telemetric system for remote data collection and processing is considered. The functional scheme of the receiving part of the system has been developed.

НЕОБХОДИМОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГМССБ НА МОРСКИХ СУДАХ

Паршин А. А., Боков Г. В.
Научный руководитель: Боков Г. В.
Севастопольский Филиал ГМУ им. адм. Ф. Ф. Ушакова, Россия
E-mail: andreii.parshin@mail.ru

Аннотация — Рассмотрено развитие системы ГМССБ и причины необходимости её использования на морских судах.

1. Введение

Глобальная морская система связи при бедствии и для обеспечения безопасности (ГМССБ) полноценно функционирует с 1 февраля 1999 г. Но дискуссии о базовых критериях и принципах функционирования системы начались задолго до этой даты: поскольку рассматривалась задача создания именно глобальной системы, то в работу под эгидой Международной морской организации (ИМО) были вовлечены ведущие эксперты и технические специалисты в области различных систем радиосвязи, включая спутниковую радиосвязь.

2. Основная часть

Радио для спасения человеческих жизней на море начали использовать с самого начала его изобретения. Первая попытка объединения усилий мирового морского сообщества для охраны человеческой жизни на море (СОЛАС-14) была предпринята в канун первой мировой войны. В частности, предлагалось ввести обязательную радиовахту на частоте 500 кГц, суда с количеством людей на борту более 50 человек оснастить двумя радиоустановками (главной и аварийной). Дальность связи с помощью главной радиоустановки должна была быть не менее 100 морских миль.

Аварийная радиостанция должна была питаться от аккумуляторов, обеспечивающих ее работу в течение 6 часов, и обеспечивать дальность связи 50 — 80 миль.

Известные события начала XX века не позволили осуществить эти планы. Только СОЛАС-29 обязал ввести радиовахту в диапазоне СВ на частоте 500 кГц с использованием азбуки Морзе на пассажирских судах и грузовых судах валовой вместимостью 1600 регистровых тонн и более. СОЛАС-48 ввел требование по несению радиовахты на частоте 2182 кГц в режиме радиотелефонии для судов валовой вместимостью 300 — 1600 регистрационных тонн. Конвенция СОЛАС-74 обязала все суда, находящиеся в море, нести слуховую радиовахту в режиме радиотелефонии на частотах УКВ и ПВ диапазонов (156,8 МГц и 2182 кГц соответственно).

Свойства радиоволн, указанных выше диапазонов, не позволяют обеспечивать глобальную радиосвязь.

Поэтому в общем случае суда в открытом море могли рассчитывать на помощь только других судов, находящихся на расстоянии 100 — 150 миль и принявших сигналы с просьбой о помощи. Ограниченность дальности действия средств связи, а также человеческий фактор, снижали эффективность использования радиосвязи для охраны человеческой жизни на море.

В связи с этим Международная Морская Организация (ИМО) в 1988 г. провела Конференцию договаривающихся правительств Международной Конвенции СОЛАС-74, на которой были приняты поправки к Конвенции, касающиеся радиосвязи, связанные с внедрением Глобальной морской системы связи при бедствии и для обеспечения безопасности мореплавания (ГМССБ).

К этому времени широкое распространение получили системы спутниковой связи, обеспечивающие быструю и достоверную связь независимо от расстояния, а также буквопечатающая радиосвязь (УБПЧ), вытесняющая азбуку Морзе. Была разработана система цифрового избирательного вызова (ЦИВ), позволяющая отказаться от несения слуховой радиовахты.

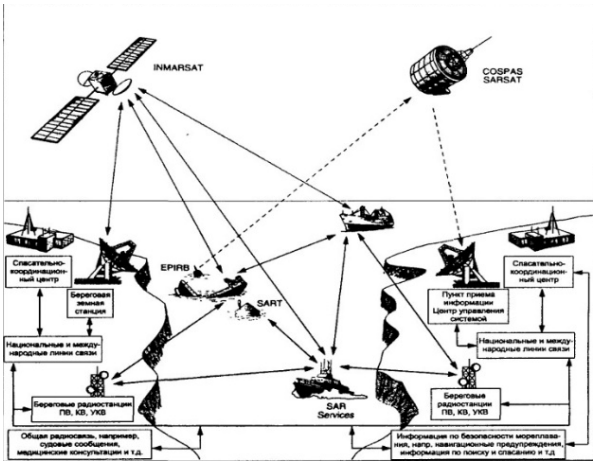


Рис. 1

3. Заключение

Безусловно, ГМССБ была и остается необходимой системой связи, которая не только обеспечивает радиосвязь общего назначения, но и, что наиболее важно, позволяет оперативно передать оповещение при бедствии с помощью различных, независимых друг от друга средств и систем связи.

В рамках системы сигнал бедствия будет должным образом обработан и доставлен соответствующим региональным службам поиска и спасания (морским спасательно-координационным центрам), которые, используя возможности этой же системы, будут организовывать поисково-спасательную операцию.

4. Список литературы

[1] ГМССБ — общие сведения [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://crewtraffic.com/posts/12080-untitled.html.

THE NEED FOR THE USE OF GMDSS ON SEAGOING SHIPS

Parshin A. A, Bokov G. V.
Scientific adviser: Bokov G.V.
Sevastopol Branch of the State Marine University named after adm. F.F. Ushakova, Russia

Abstract — The development of GMDSS and the reasons for the need for its use on ships are considered.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПАССИВНОЙ МНОГОПОЗИЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ РАДИОИЗЛУЧАЮЩИХ ЦЕЛЕЙ

Голушко В. Ю., Ясенцев Д. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Ясенцев Д. А.
Московский авиационный институт (МАИ), Россия
E-mail: nature-fox@mail.ru

Аннотация — В работе рассматривается пассивная многопозиционная система наблюдения, которая производит оценку координат и параметров движения радиоизлучающей цели. Оценка координат и параметров движения цели основывается на позиционном разностно-дальномерном способе. Анализ точностных характеристик рассматриваемой системы проводится с использованием математического моделирования при вариации условий наблюдения.

1. Введение

В последние десятилетия широкое распространение получили беспилотные летательные аппараты (БПЛА), предназначенные для мониторинга окружающей обстановки, оснащённые различными типами средств видовой разведки, чаще всего, оптическими или инфракрасными.

Особенностью подобных БПЛА является непрерывная передача формируемого средствами разведки потока данных на пункт управления. Однако возможности использования подобных БПЛА для противоправных действий делает актуальной задачей контроль воздушной обстановки в защищаемых районах.

Одним из возможных способов решения поставленной задачи сопровождения радиоизлучающих воздушных целей является развёртывание группы летательных аппаратов (ЛА), оснащённых станциями радиотехнической разведки (РТР) и средствами бортового обмена данными станций РТР. Данное решение позволит, используя радиосигналы системы передачи видеоизображения с борта БПЛА, определять текущее местоположение и параметры его движения, основываясь на разностно-дальномерном методе определения координат источников радиоизлучения**.**

2. Основная часть

Рассмотрим следующую ситуацию. Четыре ЛА, имеющие на борту станции РТР и оборудование бортового обмена данными организуют пассивную многопозиционную систему наблюдения (МПСН). Данная МПСН осуществляет наблюдение за воздушной радиоизлучающей целью (БПЛА), которая является низкоскоростной и движется по прямолинейной траектории.

Используемый позиционный разностно-дальномерный метод основан на измерении относительного запаздывания излучённых сигналов, принимаемых в пространственно-разнесённых пунктах приёма, и нахождении текущих координат источника радиоизлучения $\hat{x}$.

После формирования вектора разностей дальностей y и грубого оценивания координат цели на начальном этапе, реализуется итеративное решение системы нелинейных уравнений вида

$$\hat{x}_k = \hat{x}_{k-1} + (H^T H)^{-1} H^T \left(y - h(\hat{x}_{k-1})\right), \quad (1)$$

где:

H — матрица направляющих косинусов;

$\left(y - h(\hat{x}_{k-1})\right)$ — невязка измерений разности дальностей на k-том шаге вычислений.

Критерием окончания вычислений является уменьшение поправки к вектору оцениваемых координат цели ниже установленного порогового значения.

С целью оценивания параметров движения наблюдаемой радиоизлучающей цели используется линейное сглаживание нескольких наблюдений, полученных в разные моменты времени.

Получение статистических показателей качества функционирования рассматриваемой пассивной МПСН производилась многократная имитация данной ситуации.

3. Заключение

В ходе выполнении работы проведены оценки влияния конфигурации группы самолётов, составляющих пассивную МПСН, на ошибку измерения координат и параметров движения цели.

4. Список литературы

[1] Корн, Г. Справ. по математике (для научных работников и инженеров). Определения, теоремы, формулы / Г. Корн, Т. Корн ; 6-е изд., стер. — СПб. : Изд-во. «Лань», 2003. — 309 с.

[2] ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / Под ред. А. И. Перова, В. Н. Харисова; изд. 4-е, перераб. и доп. — М. : Радиотехника, 2010. — 255 с.

INVESTIGATION OF ACCURACY CHARACTERISTICS OF PASSIVE MULTI-POSITION SURVEILLANCE SYSTEM FOR AIR RADIO-EMITTING TARGETS

Golushko V. Y., Yasentsev D. A.
Scientific adviser: Yasentsev D. A.
Moscow Aviation Institute, Russia

Abstract — In the paper, a passive multi-position surveillance system, that evaluates the coordinates and motion parameters of a radio-emitting target, is considers. The estimation of the coordinates and parameters of the target movement is based on the positional difference-rangefinder method. The analysis of the accuracy characteristics of the system under consideration is carried out using a mathematical modeling with variations in observation conditions.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕКТОРНОГО ОТОБРАЖЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ НА ЭКРАНЕ СУДОВОЙ РЛС

Палаев С. В.[1], Палаев И. С.[2], Лукичев В. А.[2]
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Палаев С. В.
[1]Севастопольский государственный университет, Россия
[2]Черноморское высшее военно-морское училище имени П. С. Нахимова, Россия
E-mail: spalaiev@yahoo.com

Аннотация — Проведено исследование векторного отображения движения целей на экране судовой РЛС, выработаны рекомендации по использованию судовой РЛС, в части касающейся векторного отображения движения целей на экране судовой РЛС.

1. Введение

При изменении условий плавания не может оставаться неизменным и режим использования судовой радиолокационной станции (РЛС) как основного источника радиолокационной информации [1].

2. Основная часть

В современных судовых РЛС (САРП) используются два вида вектора отображения движения целей на экране судовой РЛС, а именно:

— относительный вектор (англ. Relative Vector), в судовой РЛС принято обозначение — R Vectors;

— истинный вектор (англ. True Vector), в судовой РЛС принято обозначение — T Vectors;

— а также след послесвечения (англ. Relative Trail), в судовой РЛС принято обозначение — R Trails.

Для исследования векторного отображения движения целей на экране судовой РЛС был разработан комплект задач — различных тактических ситуаций сближении с опасными целями (одна цель, две цели, три цели), которые проигрывались на полнофункциональном имитаторе радара «Bridge Master E» навигационного тренажера «Navi-Trainer Pro 5000» (рис.1).

Рис. 1

Общие рекомендации по выбору векторного отображения движения целей на экране судовой РЛС в различных условиях плавания приведены в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Условия плавания судна	Режимы ориентации и индикации радиолокационного изображения на экране судовой РЛС (САРП)	
		Относительный вектор, след послесвечения	Истинный вектор, след послесвечения
1.	Открытое море	’’Север" — ОД — Относительный вектор — След послесвечения	—
2.	Прибрежное плавание	Периодический переход на оценку ситуации по относительным векторам	"Север" — ОД — Истинный вектор — След послесвечения»
3.	Стеснённые воды (СРД, проливы, узкости, фарватеры, вход в порт, выход из порта)	Периодический переход на оценку ситуации по относительным векторам	"Север" — ИД — Истинный вектор — След послесвечения

3. Заключение

Обобщая и оценивая результаты проведённых исследований, можно сделать следующие выводы:

— судовая РЛС является незаменимым средством обеспечения навигационной безопасности мореплавания;

— выработаны рекомендации для судоводителей по использованию судовой РЛС в части касающейся векторного отображения движения целей на экране судовой РЛС.

4. Список литературы

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

EXPERIMENTAL STUDIES OF VECTOR DISPLAY OF TARGETS MOVEMENT ON THE SHIP'S RADAR SCREEN

Palaev S. V.[1], Palaev I. S.[2], Lukichev V. A.[2]
Scientific adviser: Palaev S. V.
[1]Sevastopol State University, Russia
[2]Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov, Russia

Abstract — The study of the vector display of a movement of targets on a ship's radar screen was carried out. Recommendations on the use of the ship's radar have been developed based on the results of practical tests.

ОЦЕНКА ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ КОГНИТИВНОЙ СИСТЕМЫ РАДИОСВЯЗИ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ ИЗМЕНЕНИИ КОЛИЧЕСТВА АБОНЕНТОВ

Молев А. А., Селитренников Д. А., Кондаурова В. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук Молев А. А.
Военный учебно-научный центр Военно-Воздушных Сил «Военно-воздушная академия» (г. Воронеж), Россия
E-mail: alexei_molev@mail.ru

Аннотация — Доработана имитационная модель функционирования когнитивной системы связи в условиях воздействия помех при динамическом изменении количества абонентов.

1. Введение

При решении практических задач по исследованию когнитивных систем радиосвязи широко применяются различные инструментальные средства имитационного моделирования.

Применительно к сетям радиосвязи, обеспечивающим управление в экстремальных условиях, например, в интересах автоматизированных систем управления экологически опасными объектами, систем обеспечения ликвидации последствий масштабных чрезвычайных ситуаций [1] и т.д. для воспроизведения их функционирования применяется программный комплекс имитационного моделирования когнитивных систем радиосвязи в условиях воздействия помех [2].

Целью данной работы является доработка имитационной модели функционирования когнитивной системы связи в условиях воздействия помех для реализации возможности динамического изменения количества абонентов.

2. Основная часть

Для реализации данной возможности необходимо внедрение в программный комплекс дополнительной частной модели, реализующей изменение состояния работоспособности абонентов и формирования уточненной матрицы связности радиостанций и узлов связи.

Алгоритм, реализующий изменения количества абонентов, заключается в периодическом выполнении процедуры изменения состояний их работоспособности. При изменении состояния абонента на «небоеспособен» исключается его влияние на выполнение модели — передача данных и участие в маршрутизации пакетов.

Функционирование модели реализовано в среде AnyLogic на основе применения элементов библиотеки Enterprise Library. Внешний вид реализации дополнительной частной модели показана на рис. 1.

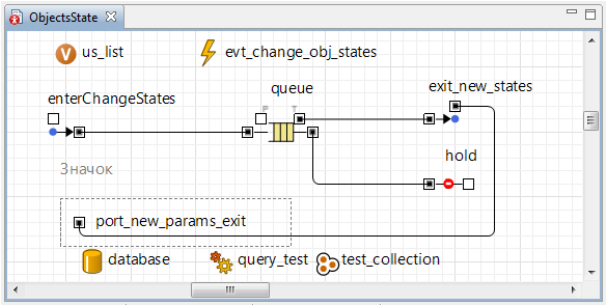


Рис. 1

Количество выводимых из строя объектов рассчитывается следующим образом

$$n_k = \begin{cases} n_{k-1}, n_{k-1} \le n_0 \cdot \Delta n_{уничт} \\ n_0 - \lambda_{уничт}(t_k - t_{k-1}), n_{k-1} > n_0 \cdot \Delta n_{уничт} \end{cases},$$

где n_0 — исходное количество абонентов, n_k, n_{k-1} — количество абонентов на текущем и предыдущем шагах, t_k, t_{k-1} — модельное время выполнения текущего и предыдущего шагов.

Модель функционирует следующим образом. По мере формирования выходных сигналов они передаются в модель оценки состояния системы связи и адаптации к изменению радиоэлектронной обстановки, в которой формируются матрицы взаимосвязей радиостанций с учетом их состояния и местоположения.

Оценка эффективности функционирования системы радиосвязи проводится путем проведения серии имитационных экспериментов, по результатам которых выводятся вероятности успешной передачи сообщения, значения которых впоследствии усредняются.

3. Заключение

Таким образом, выполнена доработка имитационной модели функционирования когнитивной системы связи в условиях воздействия помех для реализации возможности динамического изменения количества абонентов.

Данная модель может быть использована для проведения научно-исследовательских экспериментов по сравнительному анализу различных вариантов систем связи и передачи данных, построенных на основе когнитивных технологий.

4. Список литературы

[1] Агалаков, Ю. Г. Особенности моделирования телекоммуникационных компонентов автоматизированных систем управления / Ю. Г. Агалаков // Журнал РАН : Информационные технологии и вычислительные системы. — 2014. — № 2. — С. 26—36.

[2] Зайцев, И. В. Программный комплекс имитационного моделирования когнитивных систем радиосвязи в условиях воздействия помех / И. В. Зайцев, А. А. Молев // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2017. — № 10. — Т. 15. — С. 42—52.

EVALUATION OF THE NOISE IMMUNITY OF COGNITIVE RADIO COMMUNICATION SYSTEM WITH A DYNAMIC CHANGE IN THE NUMBER OF SUBSCRIBERS

Molev A. A., Selitrennikov D. A., Kondaurova V.V.
Scientific adviser: Molev A. A.
MESC AF «Air Force Academy» (Voronezh), Russia

Abstract — The simulation model of the functioning of the cognitive communication system, under the influence of interference with a dynamic change in the number of subscribers, has been finalized.

НАВИГАЦИОННАЯ РЛС С ВЫСОКОЙ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ ПО ДАЛЬНОСТИ И ОЦЕНКОЙ ВЛИЯНИЯ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА ДАЛЬНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ СТАНЦИИ

Всевладова М. А., Бычков А. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Бычков А. А.
Черноморское высшее военно-морское училище им. П. С. Нахимова, Россия
E-mail:

Аннотация — Рассмотрена методика расчета параметров параболической антенны с зеркалом с использованием сигнала линейной частотной модуляцией. Приведены результаты расчета дальности работы навигационной радиолокационной станции при различных метеорологических условиях.

1. Введение

В корабельных системах навигации большую роль оказывает влияние погодных условий на результат работы навигационной радиолокационной станции (НРЛС).

Одним из способов улучшения технических характеристик импульсной РЛС является использование линейно частотно модулированного (ЛЧМ) сигнала.

Преимуществами ЛЧМ сигнала являются увеличение дальности действия РЛС при ограниченной пиковой мощности передатчика, повышение обнаружения малоразмерных целей на фоне морской поверхности, повышение точности оценки параметров целей и их координат.

В докладе приводится методика расчета тактико-технических характеристик НРЛС с высокой точностью по дальности.

2. Основная часть

При расчете тактико-технических характеристик (ТТХ) необходимо учитывать функциональную схему рассчитываемой двухкоординатной радиолокационной станции кругового обзора с ЛЧМ сигналом.

Оптимальная обработка ЛЧМ сигналов должна обеспечивать их максимальное сглаживание по длительности одновременно с повышением отношения сигнал-шум.

Для выполнения такой задачи оптический фильтр приемника должен иметь импульсную характеристику $h_{опт}(t)$, зеркальную по отношению к сигнальной функции U(t).

В зеркальной антенне с параболоидом полного профиля облучатель расположен в максимуме поля волны, отраженной от зеркала.

Для обеспечения максимума КНД уровень поля облучателя выбирается либо приблизительно 0,3 от максимума в центре раскрыва, либо –10 дБ по отношению к максимуму.

Известен класс амплитудных распределений для дискретных излучающих систем, полученный амплитудным методом синтеза.

Рассмотренный метод заключается в суперпозиции двух и более исходных диаграмм направленностей (ДН) с простым равномерным амплитудным распределением, разнесенных в пространстве на величину $\pm\theta$ так, чтобы боковые лепестки были в противофазе.

Определить снижение дальности прямой видимости и зависимости от модели погоды можно, используя выражение

$$R_{\text{ррв}} = R_{\text{пр.в}} \cdot \mathrm{e}^{(-0{,}015 \cdot \gamma_{\Sigma} \cdot R_{\text{пр.в}})},$$

где $R_{\text{ррв}}$ — дальность прямой видимости с учетом затухания радиоволн в тропосфере и заданной модели погоды; $\gamma_{\Sigma} = \gamma_{H2O} + \gamma_{O2}$ — суммарное удельное затухание энергии радиоволны, включающее в себя удельное затухание в парах воды удельное затухание за счет молекул кислорода.

Результаты оценки влияния погодных условий на дальность работы РЛС приведены в таблице 1.

Таблица 1

Метеоусловия	Удельное затухание энергии радиоволн		$R_{\text{ррв}}$, км	
Длина волны λ, см	3	3,5	3	3,5
Слабый дождь	0	0	37,66	37,98
Сильный дождь	0,8	0,4	1,1	6,32
Туман (видимость около 120 м)	0,02	0,015	34,34	35,51
Туман (видимость около 30 м)	0,19	0,1	16,04	24,23

3. Заключение

Таким образом, рассчитаны ТТХ НРЛС для эффективной работы при различных метеоусловиях, согласно назначенным начальным данным, и с сохранением высокой способности по дальности.

Выполнено сравнение работы НРЛС при разной длине волны в зависимости от погодных условий.

NAVIGATION RADAR WITH HIGH RANGE RESOLUTION AND ASSESSMENT OF IMPACT OF WEATHER CONDITIONS ON THE RANGE OF THE STATION

Vsevoladova M. A., Bychkov A. A.
Scientific adviser: Bychkov A. A.
Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov, Russia

Abstract — A calculation method for parameters of a navigation radar station, that is using a linear frequency modulation (LFM) signal, is considered. The results of calculating the range of operation of a navigation radar station under various meteorological conditions are presented.

ЦИФРОВОЙ МОДУЛЯТОР BPSK СИГНАЛОВ

Руднев Е. П., Лапин П. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук Руднев Е. П.
Севастопольский государственный университет, Россия
Email: rudnevpsp@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена возможность реализации простого экономичного способа построения цифрового модулятора *BPSK* сигналов для формирования фазоманипулированных сигналов на основе выходного вектора в полярной системе координат.

1.Введение

При передаче цифровых данных очень часто используются фазоманипулированные сигналы типа *BPSK*, *QPSK*, *8PSK*, *QAM* и др.

Преимуществом применения фазоманипулированных сигналов является их более высокая помехоустойчивость по критерию минимальной вероятности ошибочного приема $\mathrm{P_{ош}}$ при заданном соотношении сигнал-шум и эффективность по скорости передачи по критерию бит//Гц.

В докладе рассмотрены основные соотношения, поясняющие реализацию предлагаемого способа цифровой модуляции при формировании *BPSK* сигналов.

2.Основная часть

В основу предлагаемого способа реализации цифрового формирования фазоманипулированных сигналов положен принцип, подобный прямому цифровому синтезу сигналов (*DDS*) и поясняется нижеследующими соотношениями.

Осуществляется формирование цифрового пилообразного сигнала (ЦПС), который определяет выходной сигнал модулятора; по аналогии с аналоговым сигналом его можно записать в виде

$$U_{\text{вых}} = A\frac{2\pi(t - mT_{\text{цп}})}{T_{\text{цп}}},$$

где A — амплитуда ЦПС; t — текущее время; $T_{\text{цп}} = T_{\text{оп}} \cdot K$ — период ЦПС; $F_{\text{оп}} = 1/T_{\text{оп}}$ — опорная частота сигнала из которого формируется ЦПС; $K = 2^n$ емкость (количество состояний) *n*-разрядного счетчика, который и формирует ЦПС,*m*- количество периодов $T_{\text{цп}}$, отсчитываемых от начала отсчета времени. Полную фазу ЦПС можно записать как

$$\Phi_{\text{пс}} = \frac{2\pi(t - mT_{\text{цп}})}{T_{\text{цп}}} = 2\pi\left(\frac{i}{K} - m\right),$$

где *i* — номер текущего цифрового отсчета ЦПС (текущего состояния счётчика-формирователя ЦПС).

Если в произвольный момент времени к номеру (коду) *i*-го текущего отсчёта ЦПС прибавить с помощью двоичного сумматора значение цифрового кода равного *K*/2, то получим

$$\Phi_{\text{пс1}} = \frac{2\pi i}{K} + \pi - 2\pi m$$

Как видно, фаза ЦПС изменилась на величину π, т.е. произошла смена фазы ЦПС на выходе сумматора на 180 град. Далее формирование выходного сигнала может происходить двумя путями: ЦПС с выхода сумматора в виде *n*-разрядного двоичного кода (используется как адресный код для ПЗУ), где записаны цифровые отсчеты *sin*-сигнала, которые далее обрабатывают в ЦАП и получается фазоманипулированный выходной *BPSK* сигнал, как и реализовано в структуре прямого цифрового синтеза; второй вариант — это выделение нужных цифровых зон в ЦСП с выхода сумматора, например, зону от 0 до *K*/2 получают с выхода блока сравнения цифровых кодов сигнал типа меандр, фаза которого также имеет фазовую манипуляцию, как и ЦСП на выходе сумматора кодов.

Далее этот сигнал пропускается через полосовой фильтр для выделения первой гармоники, которая и является искомым выходным фазоманипулированным *BPSK* сигналом.

3.Заключение

Предложенный метод формирования фазоманипулированных сигналов, основанный на формировании цифрового пилообразного сигнала с последующим суммированием с фиксированным значением цифрового кода и выделением из суммарного сигнала определенной зоны (например, от 0 до *K*/2) для получения фазоманипулированного двухуровневого сигнала типа меандр и дальнейшим выделением первой гармоники для получения выходного *sin*-сигнала, что обеспечивает достаточно простое и эффективное техническое решение для построения цифрового модулятора *BPSK*, *QPSK*, 8-*PSK*, *QAM* сигналов, с реализацией недорогих микросхем модуляторов на ПЛИС.

4. Список литературы

[1] Деев, В.В. Методы модуляции и кодирования в современных системах связи / В.В. Деев. — СПб. : Наука, 2007. — 267 с.
[2] Журавлев, В. И. Цифровая фазовая модуляция / В. И. Журавлев, А. Н. Руднев. — М. : Радиотехника, 2012. — 208 с.
[3] Простое и эффективное формирование сигналов при помощи синтезаторов прямого цифрового синтеза частот Брэндан Кронин (Brendan Cronin) [Электронный ресурс] // Беспроводные технологии. Схемотехника и конструирование. — 2012. — № 1. — Режим доступа: www.wireless-e.ru.

DIGITAL BPSK SIGNAL MODULATOR

Rudnev E. P., Lapin P. V.
Scientific adviser: Rudnev E. P.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The possibility of implementing a simple, economical method for constructing a digital BPSK signal modulator for generating phase-shift keyed signals based on the output vector of signals in a polar coordinate system is considered.

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО МОДУЛЯТОРА BPSK СИГНАЛОВ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ НА ПЛИС СТРУКТУРАХ

Руднев Е. П., Присяжнюк С. Н.
Научный руководитель: канд. техн. наук Руднев Е. П.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: rudnevpsp@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена возможность реализации структуры экономичного цифрового модулятора BPSK сигналов с применением простой цифровой элементной базы для его дальнейшей реализации в виде недорогой микросхемы на ПЛИС структуре.

1. Введение

Современная элементная база позволяет реализовать устройства цифровой модуляции (манипуляции) с видами сигналов BPSK, QPSK, 8-PSK, QAM. Схемная реализация таких устройств основывается на применении метода прямого цифрового синтеза сигналов, известных как DDS (Direct Digital Synthesis) и методе, основанном на использовании квадратурных сигналов. Однако на сегодня все эти микросхемы, чипы имеют достаточно высокую стоимость и высокое энергопотребление. В докладе приведена структурно-функциональная схема цифрового модулятора, реализованная на основе типовой цифровой элементной базы средней степени интеграции, что позволяет быстро спроектировать и отмоделировать цифровой модулятор BPSK, QPSK, 8-PSK, QAM сигналов и реализовать его на ПЛИС структурах.

2. Основная часть

Основным функциональным блоком предлагаемой структуры цифрового модулятора является формирователь цифрового пилообразного сигнала (ЦПС), цифровые n-разрядные отсчеты которого поступают на n-разрядный сумматор, где в момент смены фазы выходного сигнала цифрового модулятора происходит суммирование n-разрядного кода с формирователя ЦПС и кода фазы, с последующим выделением определенной зоны ЦПС с выхода сумматора кодов с помощью блока сравнения кодов. Для получения с выхода блока сравнения кодов фазоманипулированного двух уровневого сигнала типа меандр необходимо: из суммарного ЦПС выделить зону от 0 до К/2, где $K = 2^n$ (емкость счетчик-формирователя ЦСП). Изложенное поясняется временными диаграммами на рис. 1.

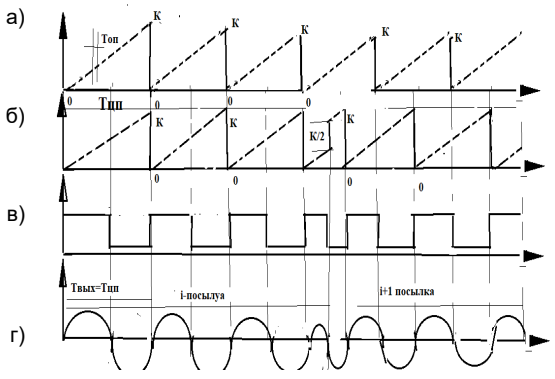


Рис. 1

На рис. 1, а показан сигнал цифрового кода, нарастающего по пилообразному закону с периодом $T_{цп} = K \cdot T_{оп}$, где $K = 2^n$ — емкость n-разрядного счетчика, формирующего цифровой код, $T_{оп} = 1/F_{оп}$ — период опорной частоты $F_{оп}$. Текущий код ЦПС с выхода формирователя ЦПС поступает на первый вход n-разрядного двоичного сумматора, на второй вход которого поступает цифровой код манипуляции фазы, что обеспечивает манипуляцию фазы ЦПС, снимаемого с выхода сумматора (рис. 1, б), который далее поступает на вход блока сравнения кодов, где цифровые отсчеты сигнала с выхода сумматора сравниваются с кодами со значениями 0 и К/2, что дает возможность получить двухуровневый (лог. «0» и лог. «1») фазоманипулированный сигнал в форме меандра (рис. 1, в). Двухуровневый фазоманипулированный сигнал с выхода блока сравнения кодов поступает на вход полосового фильтра, который пропускает сигнал только первой гармоники в спектре двухуровневого фазоманипулированного сигнала, обеспечивая тем самым получение sin-фазоманипулированного сигнала на выходе цифрового модулятора BPSK (рис. 1, г). Структурная схема рассмотренного цифрового модулятора BPSK сигналов показана на рис. 2.

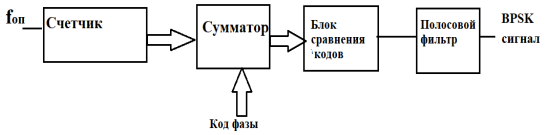


Рис. 2

Для реализации данного цифрового модулятора может быть применена простая элементная база в виде цифровых логических элементов, счетчиков, сумматоров, схем сравнения серий КМОП 564, 561, 176, ТТЛ-134, 133 и др.

3. Заключение

Разработанная структура цифрового модулятора фазоманипулированных BPSK сигналов позволяет реализовать простую экономичную и эффективную схему цифрового модулятора BPSK сигналов на типовой цифровой элементной базе, что впоследствии позволит реализовать цифровой модулятор в виде одной интегральной схемы на ПЛИС структуре.

4. Список литературы

[1] Новиков, Ю.В. Введение в цифровую схемотехнику : Интернет-университет информационных технологий. Сер. «Основы информационных технологий» / Ю.В. Новиков. — БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. — 343 с.
[2] Шило, В.Л. Популярные цифровые микросхемы: справ. / В. Л. Шило. — М. : Радио и связь, 1987. — 352 с.
[3] Угрюмое, Е. П. Цифровая схемотехника. Учеб. пособ. / Е. П. Угрюмое. — СПб. : BHV-Санкт-Петербург, 2004. — 782 с.

DESIGN OF DIGITAL MODULATOR OF BPSK SIGNALS FOR IMPLEMENTATION ON FPGA STRUCTURES

Rudnev E. P., Prisyazhnyuk S. N.
Scientific adviser: Rudnev E. P.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The possibility of implementing the structure of an economical digital BPSK signal modulator, using a simple digital element base for its further implementation in the form of an inexpensive microcircuit based on an FPGA structure, is considered.

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОЛЯРИЗАЦИОННОЙ СЕЛЕКЦИИ СИГНАЛОВ В СУДОВЫХ РЛС

Дидус В. Т., Шундрин М. И., Афонин И. Л., Поляков А. Л.
Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Афонин И. Л., канд. техн. наук, с. н. с. Поляков А. Л.
Севастопольский государственный университет, *Россия*
E-mail: diduslera@mail.ru

Аннотация — В докладе проанализирована эффективность применения матриц Джонса и Мюллера при измерении характеристик гидрометеоров и других радиолокационных объектов судовыми радиолокационными станциями.

1. Введение

Процесс радиолокационного наблюдения объектов основывается на свойстве рассеивания (отражения) электромагнитных волн этими объектами. Полное электромагнитное поле включает в себя две составляющие: падающее и рассеянное электромагнитное поле. Поэтому при радиолокационном наблюдении необходимо решать задачу выделения из наблюдаемого поля той его части, которая относится к рассеянному полю.

Достаточно эффективно данная задача может быть решена на основе определения поляризационной структуры электромагнитных волн при помощи матриц Джонса или Мюллера.

2. Основная часть

Информацию о поляризационной структуре электромагнитной волны дает вектор Джонса [1,2]

$$E(K,t) = \left[E_\theta(K,t), E_\varphi(K,t)\right]^T$$

или вектор Стокса

$$S_э(t) = [S_1(t), S_2(t), S_3(t), S_4(t)]^T,$$

где, $S_1(t), S_2(t), S_3(t), S_4(t)$ — вещественные параметры Стокса.

Первый параметр Стокса представляет собой полную плотность энергии волны, второй равен разности энергий горизонтально-вертикальных компонент, третий равен разности энергий линейно поляризованных компонент по углам 45 и 135 град., а четвертый есть разность поляризованных по кругу (левому и правому) $\alpha = \pm 45^\circ$ компонент электромагнитной волны.

Практически все поляризационные методы подавления гидрометеорного фона при наблюдении объектов судовыми некогерентными радиолокационными станциями (РЛС) основаны на различии поляризационных параметров объектов и гидрометеорного фона.

При наблюдении флуктуирующих метеообразований, а также стабильных объектов, когда в качестве зондирующего сигнала используется полностью поляризованная волна (ППВ) целесообразно применять матрицу Мюллера. С помощью указанных матриц можно проанализировать проблему поляризационной селекции путем выбора характеристик передающей и приемной антенны судового поляриметра с целью оптимизации отношения мощностей эхосигналов от различных объектов.

Задача обнаружения и наблюдения объектов судовыми РЛС на фоне метеообразований должна рассматриваться одновременно с получением необходимой информации о самих метеообъектах, влияющих на безопасность судовождения. [1—4].

Если судно находится внутри зоны выпадающих осадков, то радиолокационное наблюдение за ним будет затруднено, вплоть до потери эхосигнала от судна. Таким образом, осадки являются объемно-распределенной целью, являющейся с одной стороны помехой, маскирующей эхо-сигнал от наблюдаемого судовой РЛС объекта, а с другой стороны осадки характеризуют среду, опасную для судовождения. Для судового двухканального поляриметра условия радиолокационного наблюдения эхо-сигнала от объекта можно характеризовать отношением суммарной мощности от объекта в ортогональных приемных каналах поляриметра и суммарной мощности от выпадающего дождя (для эллиптической и сферической формы капель соответственно):

$$\frac{P_{\text{пр}\parallel\text{об}} + P_{\text{пр}\perp\text{об}}}{P_{\text{пр}\parallel\text{д}} + P_{\text{пр}\perp\text{д}}} = \frac{P_{\Sigma\text{об}}}{P_{\Sigma\text{д}}} = \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{\left(\frac{\sigma_{\text{об}}}{\sigma_{\text{д}}}\right) Д}{n_0 R^2 \frac{c\tau_{\text{и}}}{2}},$$

где $\sigma_{\text{об}}$ — ЭПР объекта; $\sigma_{\text{д}}$ — ЭПР дождя; n_0 — плотность частиц дождя в радиолокационном объеме; Д — коэффициент направленного действия антенны поляриметра; R — расстояние до объекта; $\tau_{\text{и}}$ — длительность излучаемого импульса; c — скорость света.

3. Заключение

Оценивая эффективность рассмотренных методов поляризационной селекции радиолокационных сигналов наблюдаемых объектов на фоне естественных помех, можно указать на то, что они не являются оптимальными для решения задачи радиолокационной наблюдаемости объектов на фоне отражений от гидрометеоров. Однако, рассмотренные методы можно принять в качестве базовых.

Список литературы

[1] Канарейкин, Д.Б. Поляризация радиолокационных сигналов / Д. Б. Канарейкин, Н. Ф. Павлов, В. А. Потехин. — М. : Изд-во «Советское радио», 1966. — 440 с.
[2] Поляризация сигналов в сложных транспортных радиоэлектронных комплексах. — СПб. : Изд-во «Хронограф», 1994. — 460 с.
[3] Князь, А.И. Улучшение наблюдаемости объектов наземными радиолокационными средствами / А.И. Князь // Тезисы докладов НТК, 17—19 нояб. 2014 г., Киев. — С. 92.
[4] Головин, В. В. Проектирование антенных систем : учебное пособие / В. В. Головин, Ю. Н. Тыщук, И. Л. Афонин. — Москва : Центркаталог, 2020. — 152 с.

ANALYSIS OF THE PECULIARITIES OF POLARIZATION SELECTION OF SIGNALS IN SHIPBORNE RADARS

Didus V. T., Shundrin M. I., Afonin I. L., Polyakov A. L.
Scientific supervisor: Afonin I. L., Polyakov A. L.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the analyze of effectiveness of the Jones matrix and the Mueller matrix usage for the measurement of the characteristics of hydrometeors and other radar objects by ship radar stations (radars) is done.

РАДИОЛОКАЦИОННЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ АМПЛИТУДЫ И ПЕРИОДА ВИБРАЦИИ ОБЪЕКТА

Краснов Л. М., Миронов А. Ф., Поляшева В. С., Миронов П. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Краснов Л. М.
Черноморское высшее военно-морское училище имени П. С. Нахимова, Россия
E-mail: leonid_19@list.ru

Аннотация — Предложена математическая модель радиолокационного метода измерения амплитуды и периода вибрации объекта наблюдения.

1. Введение

Вопросам повышения информационных параметров РЛС наблюдения динамических объектов уделяется большое внимание. Особый интерес представляют методы анализа отраженного сигнала в доплеровских сигналах. В известных работах [1,2] для анализа параметров движения используется метод измерения временной задержки когерентного импульсного сигнала большой длительности.

Предлагается альтернативный подход, основанный на анализе доплеровского процесса.

2. Основная часть

В работе [2] показано что сигнал, отраженный от объекта имеет вид

$$S_2(t) = A_2 \cos\left\{\omega_0 t - 2k\left[R_0 + x_m cos\frac{2\pi}{T}t\right]\right\},$$

где $k = 2\pi/\lambda$ — период вибрации объекта; x_m — амплитуда вибрации объекта. Этот сигнал подают на частотный детектор, с выхода которого снимается сигнал в виде

$$u(t) = A_d x_м \frac{4\pi}{\lambda T}\sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) = A\sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right),$$

где $A = A_d x_м \frac{4\pi}{\lambda T}$ — амплитуда доплеровского процесса; A_d — коэффициент преобразования частотного детектора.

Допплеровский процесс характеризует изменение во времени значений доплеровской частоты и определяется характером перемещения исследуемого объекта. Образец графика доплеровского процесса показан на рис. 1, б. Как следует из графика доплеровский процесс имеет периодический характер. Его нулевые значения и максимальные значения повторяются с периодом, равным периоду вибрации объекта (рис. 1, а).

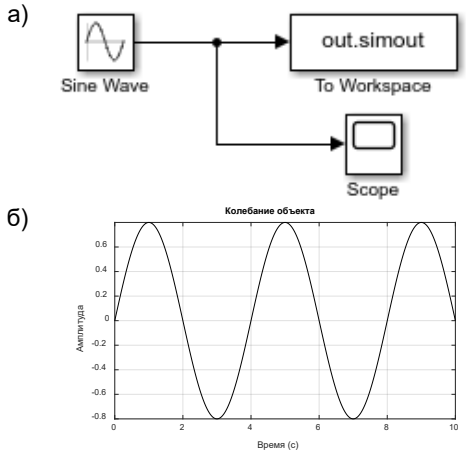


Рис. 1

Сигнал $u(t)$ оцифровывают и подают на компьютер. Оцифрованный сигнал u_i записывают в массив $\alpha 1$ и определяют амплитуду сигнала на выходе детектора по команде $A = \max(a1)$. Далее вычисляют амплитуду вибрации радиолокационного объекта как $x_м = A/A_d$.

Далее сигнал u_i длительностью T_r подают на блок *Hit Crossing*, который вырабатывает короткие импульсы, соответствующие моментам перехода вибрации через нуль.

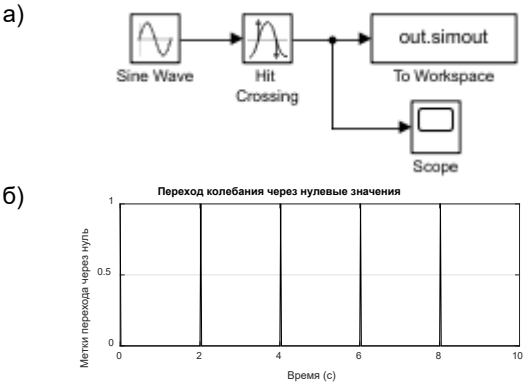


Рис. 2

Этот сигнал записывают в массив $a2$ и вычисляют период вибрации объекта радиолокационного наблюдения как $T = 2 \cdot T_r/sum(a2)$, график изменения которой показан на рис. 2, б.

3. Заключение

Введено понятие доплеровского процесса, на основе которого построена математическая модель радиолокационного метода измерения амплитуды и периода вибрации объекта наблюдения (надводного корабля, самолета, спутника, ракеты).

4. Список литературы

[1] Ширман, Я.Д. Теория и техника обработки радиолокационной информации на фоне помех / Я.Д. Ширман, В.Н. Манжос. — М. : Радио и связь, 1981. — 416 с.

[2] Краснов, Л. М. Радиолокационный метод измерения периода вибрации объекта / Л. М. Краснов, А. Ф. Миронов, А. Д. Кацыка, Г. А. Корницкий, П. А. Миронов // Матер. 17-й МНТК «Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций, РТ-2021». — Севастополь : Изд-во СевГУ, 2021. — С. 47.

RADAR METHOD FOR MEASURING THE AMPLITUDE AND PERIOD OF OBJECT VIBRATION

Krasnov L. M., Mironov A. F., Poliasheva V. S., Mironov P. A.
Scientific adviser: Krasnov L. M.
Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov, Russia

Abstract — A mathematical model of the radar method for measuring the amplitude and period of vibration of the object of observation is proposed.

РАДИОЛОКАЦИЯ С СИГНАЛАМИ ПОДСВЕТА ОТ СРЕДСТВ КОСМИЧЕСКОГО БАЗИРОВАНИЯ

Нгуен Ван Куан, Воробьев Е. Н., Нгуен Ван Туан, Веремьев В. И.
Научный руководитель: канд. техн. наук Веремьев В. И.
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет, Россия
E-mail: hinhthien@gmail.com

Аннотация — Рассмотрен алгоритм обработки радиосигналов в полуактивной радиолокационной системе (ПА РЛС) с использованием источников подсвета от средств космического базирования. Приведен результат эксперимента с сигналом подсвета GPS на частоте L1-диапазона с С/А-кодом.

1. Введение

Использование космических средств в качестве источников сигналов подсвета в полуактивной радиолокационной системе мониторинга особенно привлекательно из-за основных преимуществ, заключающихся в глобальном охвате (даже в открытом море) и доступности нескольких источников (разные спутники и разные частоты) для гражданского использования [1]. В докладе приводится алгоритм обработки радиосигналов в ПА РЛС, обеспечивающий разделяться сигналов от различных источников сигналов подсвета системы GPS на основе характеристики С/А-кода.

2. Основная часть

Поскольку сигналы на несущей частоте L1-диапазона используются всеми спутниками GPS, полученные сигналы в ПА РЛС состоят из сигналов от нескольких спутниковых источников подсвета, что является проблемой. Помимо этого, низкий уровень мощности как в опорном канале, так и в канале наблюдения делают невозможным использование традиционной схемы обработки сигналов ПА РЛС, в которой полученный опорный сигнал непосредственно используется на этапе когерентной обработки. Для решения этих проблем была разработана схема обработки сигналов в ПА РЛС, основанная на использовании восстановленных опорных сигналов GPS L1 С/А-кода, показанная на рис. 1 [2].

Рис. 1

В ПА РЛС реализуется обнаружение целей в двумерной области «дальность–доплеровское смещение» путем оценки взаимной функции неопределенности между сигналами опорного канала, полученными со стороны спутниковых передатчиков, и сигналами канала наблюдения. На рис. 2 показан результат эксперимента с макетом ПА РЛС мониторинга судоходства в прибрежных морских акваториях в Санкт-Петербурге при использовании сигнала подсвета глобальной навигации GPS на несущей частоте L1 С/А-кода с временем накопления 2 с.

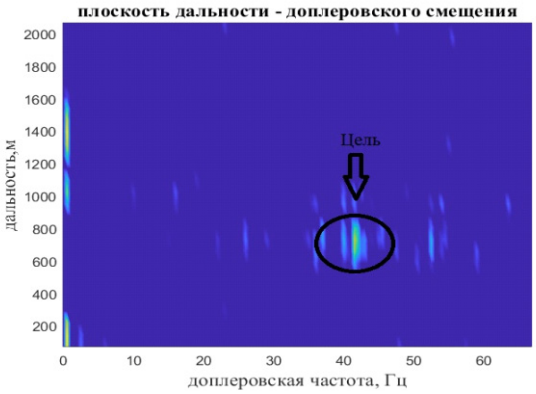


Рис. 2

3. Заключение

В соответствии с текущим уровнем развития технологий полученные результаты позволяют оценить возможность использование средств космического базирования в качестве источников сигналов подсвета для мониторинга судоходства в речных и прибрежных морских акваториях.

4. Список литературы

[1] Santi, F. Maritime moving target detection technique for passive bistatic radar with GNSS transmitters / F. Santi, D. Pastina and M. Bucciarelli // 18th Int. Radar Symposium (IRS). — 2017. — P. 1—10.

[2] Нгуен, В. Мониторинг судоходства в прибрежных морских районах полуактивной радиолокационной системы с использованием сигналов подсвета спутникового базирования / В. Нгуен // Известия высших учебных заведений России. Радиоэлектроника. — 2022. — Т. 25(1). — С. 6—16.

RADAR WITH SIGNALS ILLUMINATION FROM SPACE-BASED FACILITIES

Nguyen V. Q., Vorobev E. N., Nguyen V. T.,
Veremyev. V. I.
Scientific adviser: Veremyev. V. I.
Saint-Petersburg Electrotechnical University, Russia

Abstract — An algorithm for processing radio signals in a passive radar system using illumination sources from space-based facilities is considered. The results of an experiment with a signal illumination GPS on the L1 frequency band of the C/A code type are presented.

ПОЛУАКТИВНАЯ РАДИОЛОКАЦИОННАЯ СИСТЕМА С СИГНАЛОМ ПОДСВЕТА 5G

Нгуен Ван Туан, Веремьев В. И., Нгуен Ван Куан, Кутузов В. М.
Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Кутузов В. М.
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет, Россия
E-mail: hinhthien@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены возможность и задачи выполнения исследования полуактивной радиолокационной станции с сигналом подсвета 5G.

1. Введение

Полуактивная радиолокация представляет собой соединение идей пассивной и активной радиолокации [1], т.е. в полуактивной радиолокации (ПА) используется сторонний коммерческий передатчик и собственный приемник для формирования бистатической пары.

Отсутствие собственного передатчика предлагает следующие преимущества: низкая стоимость производства и эксплуатации, помехоустойчивость, высокая скрытность и оптимальный выбор местоположения приемной позиции.

Главный недостаток — зависимость от режима работы внешних передатчиков, передатчик находится вне контроля пользователя радара. Полуактивные радиолокационные системы становились все более и более популярными. Известные полуактивные радиолокационные системы основаны на типовой инфраструктуре, такой как FM-радио, передатчики DAB, передатчики DVB-T (T2), базовые станции GSM, сети Wi-Fi, WiMAX, спутники DVB-S, GNSS и др.

Беспроводные сети активно усовершенствуются, что дает новые возможности для развития полуактивной радиолокации.

Целью работы является представление задач разработки полуактивной радиолокационной станции с сигналом подсвета 5G.

2. Основная часть

5G New Radio (NR) — это стандарт беспроводной связи, который станет основой для мобильных сетей следующего поколения. Стандарт 5G различает два диапазона несущих частот:

— диапазон частот 1 (FR1 — менее 6 ГГц);

— диапазон частот 2 (FR2 23 — 53 ГГц).

Максимальная поддерживаемые полосы пропускания составляют 100 МГц для FR1 и 400 МГц для FR2.

Системы связи широко используются и быстро развиваются, что обусловлено возрастающей потребностью в быстрой и надежной связи, высокой пропускной способности.

Одновременно их развитие дало преимущества в области полуактивной радиолокации, поскольку увеличение полосы пропускания сигнала позволяет более точно определять местоположение целей.

Поэтому развертывание сети 5G в настоящее время во многих странах мира позволяет разрабатывать полуактивные системы высокого разрешения с очень хорошим покрытием на малых высотах в городских районах.

Для разработки полуактивной радиолокационной станции с сигналом подсвета 5G поставлены следующие задачи:

— анализ основных существующих в настоящее время систем ПА РЛС;

— исследование технических характеристик сигнала 5G на предмет использования в качестве источников радиосигналов подсвета в бистатической ПА РЛС;

— оценка дальности обнаружения подвижных объектов в бистатической ПА РЛС с использованием источников сигналов подсвета 5G;

— исследование структуры сигналов 5G нисходящей линии (downlink), сеть 5G может работать в режиме дуплекса с частотным разделением каналов (FDD), или в режиме TDD;

— оценка технических характеристик ПА РЛС с сигналом подсвета 5G методом компьютерного моделирования;

— разработка алгоритмов обработки радиосигналов в бистатической ПА РЛС с использованием сигналов подсвета 5G;

— разработка и реализация макета приемной позиции бистатической ПА РЛС и проведение экспериментальных исследований по обнаружению подвижных объектов в тестовой зоне в Санкт-Петербурге с использованием сигналов подсвета 5G;

— разработка концепции построения мультистатической ПА РЛС с использованием сигналов подсвета 5G.

3. Заключение

Рассмотрена беспроводная сеть 5G как потенциальный источник сигналов подсвета ПА РЛС. Сформированы задачи для исследования ПА РЛС с сигналом подсвета 5G.

Перечисленные задачи позволят достичь цели разработки полуактивной радиолокационной станций с сигналом подсвета 5G.

4. Список литературы

[1] Бархатов, А.В. Пассивная когерентная радиолокация / А.В. Бархатов, В.И. Веремьев, Е.Н. Воробьев. — СПб. : Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2016. — 163 с.

SEMI-ACTIVE RADAR SYSTEM WITH 5G ILLUMINATION SIGNAL

Nguyen V. T., Veremyev. V. I., Nguyen V. Q.,
Kutuzov V. M.
Scientific adviser: Kutuzov V. M.
Saint-Petersburg Electrotechnical University, Russia

Abstract — The possibility and tasks of performing study for semi-active radar station with a 5G backlight signal are considered.

АНАЛИЗ МАЛОШУМЯЩИХ УСИЛИТЕЛЕЙ СИСТЕМ 5*G*, ВЫПОЛНЕННЫХ НА ОСНОВЕ ТРАНЗИСТОРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ *CMOS* И *pHEMT*

Лукьянчиков А. В., Каленюк С. А., Паламарчук Д. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук Лукьянчиков А. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: brain75@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены два малошумящих усилителя, выполненных на основе двух различных транзисторных технологий: *CMOS* и *pHEMT*. Проведен анализ характеристики, полученных в результате моделирования. На основе этого сделан выбор о обоснование технологии изготовления МШУ.

1. Введение

По мере развития беспроводных сетей 5*G* производительность радиоприемника становится все более важным элементом в тракте передачи сигнала радиочастотного приемника, особенно в отношении малошумящего усилителя (МШУ). С появлением новых технологических процессов для МШУ разработчики должны пересмотреть такие параметры, как коэффициент шума, чувствительность, полоса пропускания и мощность, для эффективного использования МШУ.

2. Основная часть

В базовой станции 5*G* МШУ находится ближе всего к антенне [1] и, как следствие, работает с самыми слабыми сигналами, поэтому коэффициент шума его должен быть минимален. В показанной на рис. схеме 1 МШУ с полосой 3 — 9 ГГц реализуется *CMOS* технология и используются эффект плавающего затвора и автоматического смещения [2].

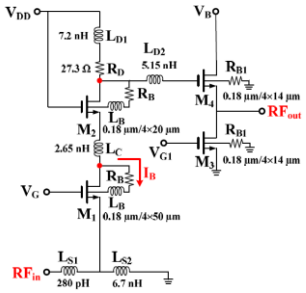


Рис. 1

На рис. 2 показаны графики зависимости параметра S_{11} от частоты, коэффициента шума (*NF*), точки пересечения интермодуляции третьего порядка по входу (*IIP*3) от частоты.

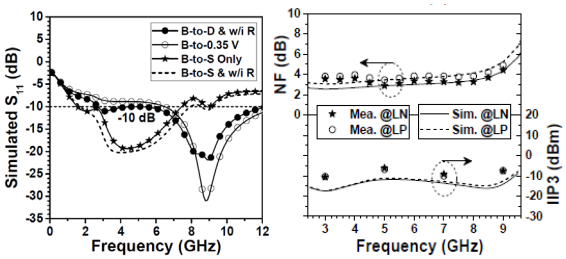


Рис. 2

На рис. 3 показана схемотехническая реализация *pHEMT* МШУ с полосой 1—4 ГГц [3].

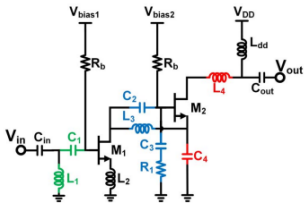


Рис. 3

На рис. 4 показан графики зависимости параметров S_{11}, S_{21}, S_{22} от частоты, зависимости коэффициента шума (*NF*) от частоты.

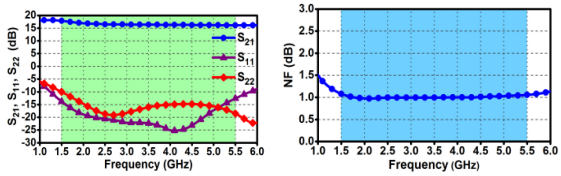


Рис. 4

3. Заключение

Таким образом рассмотренные МШУ на частотах 3 — 9 ГГц имеют значения для *CMOS* S_{11} = –18 дБ, а *NF* = 3 дБ и для *pHEMT* S_{11} = –20 дБ, а *NF* = 1 дБ.

Как видно из полученных значений, на частотах менее 6 ГГц малошумящий усилитель целесообразно конструировать при помощи транзисторной технологии *pHEMT*, тем самым увеличивая чувствительность приемного тракта базовой станции.

4. Список литературы

[1] Лукьянчиков, А. В. Адаптивная антенна для систем 5G / А. В. Лукьянчиков // «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, РТ – 2021». — Севастополь : СевГУ, 2021. — С. 106.

[2] A High Linearity Low Noise Amplifier for 5G Front-End Modules [Электронный ресурс] / M. A. Bashir [et.al]. — Режим доступа: https://ieeexplore.ieee.org/document/8992297 (дата обращения 14.09.2022).

[3] Lin, Y. S. 3–9-GHz CMOS LNA Using Body Floating and Self-Bias Technique for Sub-6-GHz 5G Communications [Электронный ресурс] / J. F. Chang, Y. S. Lin. — Режим доступа: https://ieeexplore.ieee.org/document/8992298 (дата обращения 14.09.2022).

ANALYSIS OF A LOW-NOISE AMPLIFIER FOR 5G SYSTEMS BASED ON THE OF CMOS AND pHEMT TRANSISTOR TECHNOLOGY

Lukyanchikov A. V., Kalenyk S. A., Palamarchuk D. V.
Scientific adviser: Lukyanchikov A. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Two low-noise amplifiers based on two different transistor technologies, CMOS and pHEMT, are considered. The characteristics, obtained by modeling, are discussed.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ ИСКАЖЕНИЙ СИНУСОИДАЛЬНОГО СИГНАЛА ОГРАНИЧИТЕЛЯМИ АМПЛИТУДЫ

Слезкин Г. В., Слезкин В. Г.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Слезкин В. Г.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: GVSlezkin@sevsu.ru

Аннотация — Путём численного моделирования в пакете программ *MathCAD* выполнено сравнение уровней третьей гармоники в спектре синусоидальных сигналов, прошедших идеальный ограничитель и компандер с варьируемой границей линейного участка амплитудной характеристики.

1. Введение

В системах записи и передачи акустической информации [1] могут возникнуть нелинейные искажения сигнала, так как есть вероятность выхода его амплитуды за допустимые пределы. Для снижения уровня искажений в состав систем вводят устройства сжатия динамического диапазона.

В докладе предлагается методика математического моделирования амплитудных ограничителей и компандеров в пакете *MathCAD*, облегчающая оптимальный выбор параметров этих устройств.

2. Основная часть

Идеальный амплитудный ограничитель [1, 2] имеет линейную зависимость амплитуды выходного u_{AL} от u_{In} в заданных пределах: от $-U_{Max}$ до U_{Max}, и постоянные значения амплитуд за этими пределами. При моделировании в пакете *MathCAD* можно пределы принять за единицу, а характеристику задать с использованием функции «прямоугольник» ***rect***(*x*, т)

$$rect(x,\tau) = \Phi(x-\tau/2) - \Phi(x+\tau/2),$$

где $\Phi(x)$ — функция «скачок Хевисайда», в виде

$$u_{AL}(u_{ln}) = rect(u_{ln}, 2) + \Phi(u_{ln}-1) - \Phi(-u_{ln}+1).$$

Амплитудная характеристика компандера $u_{AC}(u_{In})$ является линейной в пределах выбранной границы $\pm U_C$, а за порогом становится экспоненциальной

$$u_{AC}(u_{ln}) = u_{ln} rect(u_{ln}, 2U_C) +$$
$$+[\Phi(u_{ln}-U_C) - \Phi(-u_{ln}+U_C)] \cdot \left[U_C + \left(1 - e^{-|u_{ln}-U_C|}\right)\right].$$

Для того, чтобы избежать математических трудностей при выполнении преобразования Фурье, которое формально требует интегрирования в бесконечных пределах, выполнено следующее:

— тестовый синусоидальный сигнал $s_{In}(a, f_0, t)$ с произвольными амплитудой *a* и частотой f_0 был задан на интервале времени 1 секунда;

— весь интервал анализа по времени, который должен быть больше длительности тестового сигнала, взят равным 2 секундам;

— частота сигнала f_0 взята равной 31 Гц, при этом выполняется условие узкополосности (выраженный пик спектра), а в спектре не появляются побочные максимумы (при «круглом» значении 30 Гц возникает пик на частоте второй гармоники).

В результате прохождения сигнала через ограничитель и через компандер его спектр $S_{Out}(f)$ обогащается третьей гармоникой (рис. 1), но зависимости относительного уровня этой гармоники K_3 от относительного превышения δ амплитуды сигнала над порогом U_{Max} существенно различаются (рис. 2).

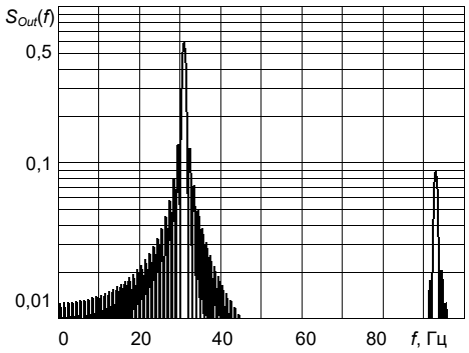


Рис. 1

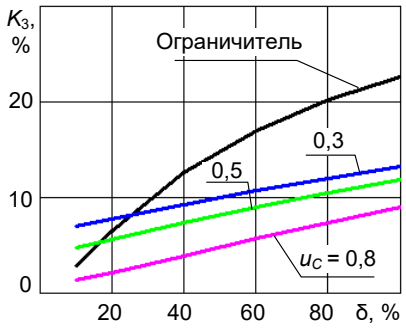


Рис. 2

3. Заключение

Из результатов численного моделирования прохождения синусоидального сигнала через идеальный ограничитель и через компандер с варьируемой границей линейного участка амплитудной характеристики следует, что только при малом (до 10—15 %) относительном превышении амплитуды сигнала над пороговым значением ограничитель вызывает меньший уровень нелинейных искажений сигнала. В остальных случаях предпочтительнее компандер.

4. Список литературы

[1] Акулиничев, Ю.П. Радиотехнические системы передачи информации : учеб. пос. / Ю.П. Акулиничев, А.С. Бернгардт. — М. : ТУСУР, 2015. — 196 с.

[2] Борисенко, А. Л. Схемотехника аналоговых электронных устройств. Функциональные узлы : учеб. пос. / А. Л. Борисенко. — М. : Юрайт, 2020. — 126 с.

MODELING OF NONLINEAR DISTORTION OF A SINUSOIDAL SIGNAL BY AMPLITUDE LIMITERS

Slyozkin G. V., Slyozkin V. G.
Scientific adviser: Slyozkin V. G.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — By means of numerical modelling using MathCAD software package we have compared third harmonic levels in the spectrum of sine wave signals that have passed through an ideal limiter and compandor having amplitude response curve with a variable linear band.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РОЯ БПЛА

Погодин Р. А., Широков И. Б.
Научный руководитель: д-р техн. наук, доц. Широков И. Б.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: pogodin@mail.ru

Аннотация — Рассматривается разработка системы управления роя беспилотных летательных аппаратов.

1. Введение

Перспективное направление в области использования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) — это их объединение в группы или в рой.

Принцип организации роя подсмотрен у насекомых. В случае с дронами, после их объединения в рой, каждый дрон управляется собственной автоматикой, а поведением роя может управлять программа с элементами искусственного интеллекта (ИИ) или один (несколько) операторов.

2. Основная часть

На протяжении последнего десятилетия большую актуальность приобретают так называемые летающие сети, представляющие особый вид одноранговой самоорганизующейся сети на основе БПЛА (рис. 1).

БПЛА призваны решать широкий спектр задач гражданского применения.

Возможность использования БПЛА в качестве основы создания сетевой инфраструктуры рассматривается как привлекательный подход для эффективного увеличения коммуникационных возможностей сетей.

Основными преимуществами использования БПЛА являются:

— универсальность;

— гибкость;

— относительно небольшие эксплуатационные расходы;

— исключение человеческого фактора при выполнении поставленной задачи.

Анализ задач, выполняемых с помощью систем, состоящих из одиночных типов БПЛА, позволяет сделать вывод о том, что применение систем мульти-БПЛА является наиболее эффективным подходом.

Применение малоразмерных БПЛА накладывает следующие ограничения**:**

— габариты: малые размеры аппарата ограничивают набор доступных бортовых сенсорных устройств;

— энергозатраты: ограниченный энергоресурс приводит к уменьшению радиуса работы активных средств сбора данных, таких как лазерные дальномеры, ультразвуковые датчики и т. п.;

— радиус действия: одиночный малоразмерный БПЛА может самостоятельно собрать информацию на относительно небольшом расстоянии;

— препятствия для полета: по-прежнему актуальным останется поиск и своевременное обнаружение препятствий, в качестве которых могут выступать здания, деревья, линии электропередач и т. д.;

— устойчивость полета: малые БПЛА в большей степени подвержены неустойчивым потокам естественной турбулентности атмосферы, особенно в условиях плотной городской застройки.

Основными принципами коллективного управления являются:

— каждый член коллектива группы самостоятельно формирует свое управление (определяет свои действия) в текущей ситуации;

— оптимальное управление реализуется членами коллектива в течение ближайшего отрезка времени в будущем, а затем определяется новое действие;

— допускается принятие компромиссных решений, удовлетворяющих всех членов коллектива, то есть каждый член коллектива может отказаться от действий, приносящих ему максимальную выгоду, если эти действия приносят малую выгоду или даже ущерб коллективу в целом.

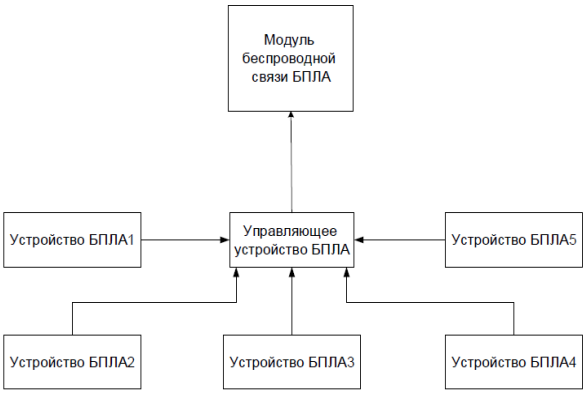


Рис. 1

3. Заключение

В данной работе была рассмотрена актуальность данной темы, а также основные принципы и задачи систем управления роем БПЛА.

4. Список литературы

[1] Леонов, А.В. Роевой интеллект для управления БПЛА в FANET / А.В. Леонов, В.А. Чаплышкин // Молодой ученый. — 2016. — № 12 (116). — С. 314—317.

UAV SWARM CONTROL SYSTEM

Pogodin.R. A., Shirokov I. B.
Scientific adviser: Shirokov I. B.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The development of a swarm control system for unmanned aerial vehicles is considered.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ «УМНЫЙ ДОМ»

Турулин И. В., Широков И. Б.
Научный руководитель: д-р техн. наук, доц. Широков И. Б.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: turulin31@icloud.com

Аннотация — В работе рассматривается система управления «Умный дом», которая позволит повысить комфорт, сэкономить время, уменьшить коммунальные расходы и обеспечить безопасность.

1. Введение

Умный дом — современный взгляд на комфорт, дизайн и энергоэффективность. Это система домашних устройств, способных выполнять действия и решать определенные повседневные задачи без участия человека, которая включает в себя: управление освещением, отоплением, датчики движения, пожарные датчики, кнопку тревоги, датчик разбития стекла, видео наблюдение и многое другое.

2. Основная часть

Технология «Умный дом» состоит из трех уровней автоматизации, каждый из которых по-своему функционален.

На первом уровне можно управлять многофункциональными устройствами «умного дома». Для этого используется специальное программное обеспечение и простой в использовании интерфейс, который отображается на специальном сенсорном экране, ПК или телефоне.

Второй уровень обеспечивает связь между отдельными компонентами системы и представлен всевозможными переключателями, контроллерами и панелями управления, включая пульты дистанционного управления.

Третий уровень представляет собой совокупность всех исполнительных механизмов и различных датчиков, которые регистрируют изменения заданных значений и передают данные на оборудование автоматизации среднего уровня.

Полная система автоматизации умного дома заключается в том, что её можно строить постепенно. Сначала можно автоматизировать одну систему, а затем, по мере необходимости, добавлять другие.

Как уже упоминалось ранее, умный дом может включать в себя одну или несколько инженерных систем. Независимо от количества, устройства, включенные в конструкцию системы домашней автоматизации, делятся на три категории.

Контроллер — устройство управления, объединяющее все элементы системы в единый комплекс, с помощью которого жильцы управляют автоматикой.

Датчики — различные устройства для измерения параметров окружающей среды, которые так же могут измерять заданные значения. Сигналы от датчиков поступают в контроллер, где они обрабатываются и запускаются определённый сценарии.

Актуаторы — исполнительные механизмы, которые непосредственно выполняют команды контроллера. Примерами исполнительных механизмов являются механические приводы, выключатели, пожарные сирены и клапаны для перекрытия труб и др.

Системы умного дома настраиваются индивидуально в соответствии с требованиями пользователя.

В целом, системы «умного дома» могут решать следующие задачи (рис. 1):

— экономия на электроэнергии;

— легкое управление мультимедийными устройствами и приборами дистанционно;

— также можно дистанционно контролировать приход и уход людей и вызывать группы быстрого реагирования;

— дистанционное управление домашними коммуникациями для предотвращения таких аварий, как пожар, повреждение водопровода и взрыв газа;

— дистанционное управление бытовыми процессами, вентиляция и обогрев помещения.

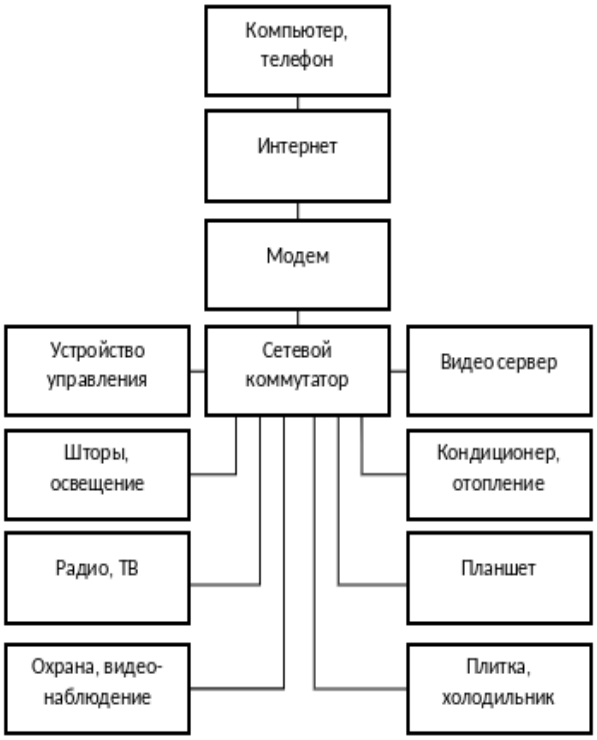


Рис. 1

3. Заключение

Рассмотрена актуальность данной темы, определены основные принципы построения и решения задачи «Умного дома»

4. Список литературы

[1] Сопер, М.Э. Практические советы и решения по созданию «Умного дома» / М.Э. Сопер. — М. : НТ Пресс, 2007. — 432 с.

[2] Богданов, С.В. Умный дом. 2-е изд [Электронный ресурс] / С.В. Богданов. — Режим доступа: https://radiohata.ru/house/1279-umnyy-dom-2.html.

SMART HOME MANAGEMENT SYSTEM

Turulin I. V., Shirokov I. B.
Scientific adviser: Shirokov I. B.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The "Smart Home" control system, which will increase comfort, save time, reduce utility costs and ensure safety, are considered

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ИЗМЕРЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОМЕЩЕНИЯ

Круогла А. А., Михайлюк Ю. П.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Михайлюк Ю. П.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: Kruolga@mail.ru

Аннотация — Приведены результаты разработки устройства измерения акустических параметров помещения.

1. Введение

Современные системы медиа, устанавливаемые в театрах, кинозалах, а также системы для домашнего пользования, несмотря на высокое качество звука, достаточно требовательны к помещениям, в которые данные системы устанавливаются. На качество звука влияют многие факторы, такие как размеры комнаты, материал, из которого изготовлены стены, способ рассеивания первого отражения звука, расположение зрителя, расположение элементов аудиосистемы, высота расположения зрительного места и самих элементов аудиосистемы, наличие предметов интерьера и мебели, оконных проемов и дверей, качество напольного покрытия, температура и влажность воздуха и другие. Для учета большинства параметров на профессиональном уровне используется специальное дорогостоящее оборудование, проводится множество расчетов, и на их основе формируются требования к доработке помещения и к формированию самих звуков аудиосистемами [1].

2. Основная часть

В настоящее время для оценки акустических параметров таких помещений, как концертные, кино и театральные залы используются переносные системы для предварительной оценки и анализа акустики помещения. Замеры производятся непосредственно перед концертом или перед установкой звуковой аппаратуры в помещении.

Предлагается следующая система. В активном режиме, а значит и во время выступления или концерта, пользователь будет получать оценку о акустических характеристика помещения, предоставленную в графическом виде, позволяющую вносить изменения в характеристики и методы воспроизведения звука непосредственно во время выступления, а также проводить анализ акустики помещения и звука непосредственно перед самим выступлением. Система состоит из восьми калиброванных измерительных микрофонов, расположенных по периметру помещения и одного микрофона, расположенного в центре, а также устройства ввода и устройства обработки информации. Микрофоны соединяются с устройством обработки информации по беспроводной связи Bluetooth. Благодаря данному расположению микрофонов, пользователь будет получать информацию о распространении звуковых частот в помещении и о расположении первых отражений звука в реальном времени, что позволяет оптимально настроить звучание под большинство зрителей. Так как большинство концертных помещений имеет практически правильную прямоугольную форму, то при вводе размеров помещения устройство будет автоматически рассчитывать резонансные частоты данного помещения по формуле:

$$f = \frac{c}{2}\sqrt{\left(\frac{n_x}{L_x}\right)^2 + \left(\frac{n_y}{L_y}\right)^2 + \left(\frac{n_z}{L_z}\right)^2},$$

где n_x, n_y и n_z — целые числа, а L_x, L_y и L_z — это соответственно длина, ширина и высота помещения.

Для вычисления всех резонансов необходимо поочередно подбирать все комбинации из трех целых чисел n_x, n_y и n_z. Специалисты отмечают, что на практике имеют значение только резонансы низких частот, то есть максимальные $n = 4$ [1].

На рисунке 1 показана структурная схема устройства, необходимого для измерения акустических параметров помещения.

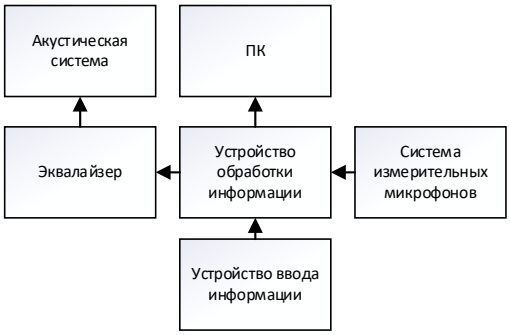


Рис. 1

Принцип работы устройства измерения акустических параметров помещения — следующий: по периметру помещения и в центре размещаются микрофоны, связанные по Bluetooth с устройством обработки информации; на сцене размещается акустическая система. Звуковые сигналы разных частот воспроизводятся через акустическую систему, и система измерительных микрофонов оцифровывает полученный звук, отправляет на устройство обработки информации, где происходит представление звука в пространстве в виде отдельных спектров. Эквалайзер необходим для удобства работы со спектрами, а именно для вычленения необходимых звуковых частот.

3. Заключение

Разработана система анализа акустических параметров помещений, позволяющая проводить анализ в режиме реального времени.

4. Список литературы

[1] Беляев, С.В. Акустика помещений / С.В. Беляев. — М. : Госстройиздат, 1933. — 136 с.

DESIGN OF DEVICE FOR MEASURING ACOUSTIC PARAMETERS OF A ROOM

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

Abstract — The results of the development of a device for measuring acoustic parameters of a room are presented.

ПЕРЕДАТЧИК С ПОЛЯРНОЙ СТРУКТУРОЙ ДЛЯ ЛОКАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

Лукьянчиков А. В., Скивка П. А., Бузо С. С.
Научный руководитель: канд. техн. наук Лукьянчиков А. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: pavelskivka@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрены особенности полярной архитектуры в передающих устройствах локальной системы позиционирования.

1. Введение

Современная система локального позиционирования необходима для создания условий, которые повышают эффективность, производительность и безопасность во многих отраслях. С ее помощью можно определять местонахождение и отслеживать перемещение людей и объектов. Анализ данных о положении и перемещении объектов и людей, помимо навигации, позволяет прокладывать оптимальные маршруты, повышать безопасность посетителей или сотрудников, оптимизировать планировку помещений, отправлять push-уведомления с полезными сведениями или рекламой.

В основе локальной системы позиционирования — маяки или метки, которые размещаются в помещениях или на отслеживаемых объектах. Несмотря на различия применяемых стандартов связи (Bluetooth Low Energy, Wi-Fi, Ultra-Wide Band и т. д.), аппаратная часть маяка предполагает наличие передатчика, который является одним из наиболее важных объектов системы.

В настоящее время большое распространение получили передатчики, реализованные по IQ-архитектуре, из-за простоты их реализации и прямой связи с представлением комплексных сигналов их синфазной и квадратурной составляющими.

Однако применение IQ передатчиков в маяках системы позиционирования имеет некоторые ограничения с точки зрения уменьшения размеров устройства, снижения энергопотребления, масштабируемости и возможности организации многодиапазонных каналов связи.

Альтернативой квадратурной структуре [1] может выступать передатчик, имеющий полярную архитектуру [2], реализованную цифровым образом.

2. Основная часть

Полярный передатчик должен передавать тот же сигнал, что и IQ передатчик. Однако способ получения сигнала другой.

В IQ передатчиках (рис. 1, а) модулированный сигнал получается путем выполнения операций суммирования синфазной и квадратурной составляющих.

В передатчиках с полярной модуляцией (рис. 1, б) формирование модулированного сигнала производится путем раздельного управления амплитудой и фазой несущего колебания в соответствующих трактах.

Поскольку большинство микросхем, применяемых в трактах цифровой обработки сигналов, формируют на выходе синфазные и квадратурные составляющие, для реализации полярной архитектуры их необходимо предварительно преобразовать в амплитудный и фазовый управляющие сигналы. Данное преобразование выполняется в блоке CORDIC (Coordinate Rotational Digital Computer)

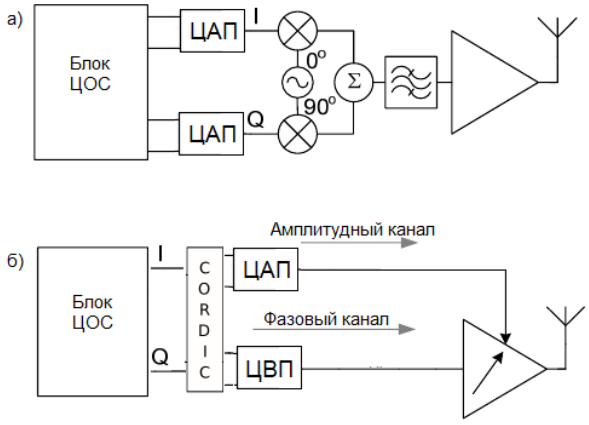


Рис. 1

Несмотря на увеличение количества каскадов преобразования сигналов, можно выделить следующие преимущества полярной архитектуры по сравнению с IQ архитектурой: уменьшение количества аналоговых компонентов; энергоэффективность; относительная простота реализации.

Однако у полярной архитектуры есть некоторые недостатки, которые необходимо учитывать при проектировании передатчиков: амплитудный и фазовый управляющие сигналы имеют более широкие спектры; рассогласование во времени обработки управляющих сигналов; наличие дополнительных трактов цифровой обработки сигналов.

3. Заключение

Полярный передатчик, несмотря на указанные недостатки, является более простым и экономически выгодным с точки зрения аппаратной реализации.

4. Список литературы

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

[2] Дингес, С.И. Оборудование систем мобильной связи: учеб. пособ. / С.И. Дингес. — М. : МТУСИ, 2016. — 48 с.

TRANSMITTER WITH POLAR STRUCTURE FOR LOCAL POSITIONING SYSTEM

Lukyanchikov A. V., Skivka P. A., Buzo S. S.
Scientific adviser: Lukyanchikov A. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The features of the polar architecture in the transmitters of the local positioning system are considered.

РЕТРАНСЛЯТОР СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ СВЕРХМАЛОМЕРНЫМ БЕЗЭКИПАЖНЫМ СУДНОМ

Амелин А. А., Мозжеров Д. А., Иськив В. М.
Научный руководитель: Иськив В. М.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: VMIskiv@sevsu.ru

Аннотация — Рассмотрены структурная и принципиальная схемы ретранслятора сигналов дистанционного управления сверхмаломерным безэкипажным судном. Приведены результаты экспериментального моделирования ретранслятора.

1. Введение

В настоящее время очень остро стоит вопрос своевременной доставки средств спасения на воде к утопающим. Одним из способов решения этой проблемы является использование сверхмаломерных безэкипажных спасательных судов с дистанционным управлением [1,2]. Однако непосредственная передача сигналов на судно осложняется тем, что приемная антенна расположена очень низко над водой (не более 10 см), что приводит к её периодическому затенению волнами и объектами, расположенными на воде. В докладе рассматривается ретранслятор сигналов дистанционного управления таким судном, приводятся структурная схема ретранслятора системы дистанционного управления для такого судна, принципиальные схемы основных его узлов и результаты разработки экспериментального макета.

2. Основная часть

Передача сигналов в системе дистанционного управления осуществляется с помощью сигналов с расширенным спектром стандарта *LORA*. Исходя из этого, ретранслятор также должен принимать мать такие сигналы от пункта дистанционного управления и передавать их на безэкипажное судно. Следовательно, структурная схема ретранслятора должна сосдержать два радиомодуля, работающие с сигналами стандарта *LORA* и подключенные каждый к своей антенне, и микроконтроллер, управляющий работой этих радиомодулей. Структурная схема ретранслятора показана на рис. 1.

Рис. 1

В качестве радиомодуля был выбран модуль *E*28-2*G*4*M*12*S* производства фирмы *EBYTE*, построенный основе микросхемы *SX*1280. Этот модуль имеет выходную мощность 12 мВт на частоте 2,4 ГГц и интегрированную антенну, что позволяет обеспечить дальность связи до 3 км на открытом пространстве. Принципиальная схема радиомодуля показана на рис. 2.

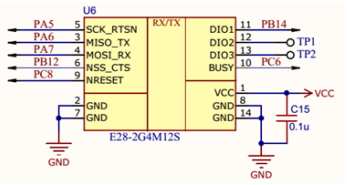


Рис. 2

Такая малая мощность позволяет существенно увеличить время работы от аккумулятора без подзарядки. Также для снижения потребляемой мощности был выбран микроконтроллер *STM*32*L*073. Этот микроконтроллер имеет сверхмалое энергопотребление и два интерфейса *SPI* для работы с радиомодулями.

Внешний вид модулей, входящих в состав экспериментального макета, показан на рис. 3.

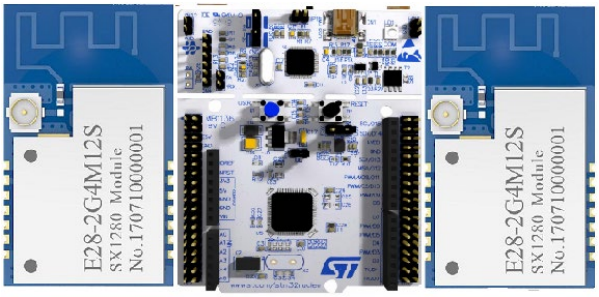


Рис. 3

3. Заключение

Таким образом, разработан экспериментальный макет ретранслятора системы дистанционного управления сверхмаломерным безэкипажным судном.

4. Список литературы

[1] Иськив, В. М. Передающая часть системы дистанционного управления сверхмаломерным безэкипажным судном/ В. М. Иськив, А. А. Амелин, Д. А. Мозжеров // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций: сб. науч. тр. / под ред. Ю.Б. Гимпилевича. — Москва-Севастополь : Изд-ва: РНТОРЭС им. А.С. Попова, СевГУ, 2021. — №4. — С. 54.

[2] Иськив, В. М. Приемная часть системы дистанционного управления сверхмаломерным безэкипажным судном/ В. М. Иськив, А. А. Амелин, Д. А. Мозжеров // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций: сб. науч. тр. / под ред. Ю.Б. Гимпилевича. — Москва-Севастополь : Изд-ва: РНТОРЭС им. А.С. Попова, СевГУ, 2021. — № 4. — С. 57.

REPEATER OF THE REMOTE CONTROL SYSTEM FOR SUPER LOW-SIZE UNMANNED VESSEL

Amelin A. A., Mozgerov D. A., Iskiv V. M.
Scientific adviser: Iskiv V. M.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The structural and schematic diagrams of the repeater of the remote control system for an ultra-small unmanned ship are considered. Photos of the experimental sample are shown.

МОДЕЛЬ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ ОГИБАЮЩЕЙ СИГНАЛОВ, ОТРАЖЁННЫХ ОТ ПРОТЯЖЁННЫХ НАДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ВЫХОДЕ РЛС ОБЗОРНОГО ТИПА

Андросова Ю. В., Кузьмин В. А.
Черноморское высшее военно-морское училище имени П. С. Нахимова, Россия
E-mail: kuz_va56@mail.ru

Аннотация — На основе математического моделирования получены зависимости, позволяющие моделировать пачки импульсов с заданной формой огибающей, которые с достаточно высокой точностью соответствуют энергетике реальных сигналов, отражённых от протяжённых надводных объектов на выходе РЛС обзорного типа.

1. Введение

При решении задач радиолокационного распознавания сигналов, отражённых от протяжённых надводных объектов (ПНО) по энергетическому признаку необходимо учитывать форму огибающих принятых сигналов [1, 2] на выходе РЛС обзорного типа. Однако форма огибающих принятых сигналов на выходе РЛС обзорного типа имеет, как правило, сложную форму переменной структуры на интервале наблюдения [1, 3]. Поэтому при математическом моделировании огибающей пачки сигналов, отражённых от ПНО, возникают затруднения при формировании эквивалентных по энергии сигналов.

Решение задачи моделирования эквивалентной огибающей, соответствующей по энергетике реальному сигналу, будет способствовать решению задач радиолокационного распознавания.

2. Основная часть

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

$$U_{nj} = \sum_{j=1}^{L} \int_{0}^{t_{обл}} U_{mj} \exp\left[-k_{ej}\left(\frac{t - t_{облj}/2}{t_{облj}}\right)^2\right] dt, \quad (1)$$

где $t_{облj} = T_u \cdot N_j$ — время облучения цели при приеме N_j-импульсов в j-ой пачке, T_u — период следования зондирующих импульсов; U_{mj} — максимальное значение амплитуды огибающей в j-ой пачке ; k_{ej} — коэффициент экспоненты огибающей j-ой пачки.

Произведём замену переменной (t) в выражении (1) с учётом $t_{обл}=N \cdot T_u$ и после преобразований получим

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

где i=1..N_j — количество принятых импульсов в j-ой пачке за время $t_{обл}$.

Для формирования эквивалентной огибающей (2) с заданными параметрами (учитывающую форму огибающей) введём коэффициент пропорциональности (k_z)

$$k_z = \frac{\sum_{i=1}^{N} U_{i-н}}{N}, \quad (3)$$

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

По результатам математического моделирования выражения (2), вычислены значения k_z согласно выражению (3) в интервале изменений k_e=0,01…35, получены графики зависимости $k_e = f(k_z)|N$=20…50, ΔN=10 (рис. 1 — 2, для N=50).

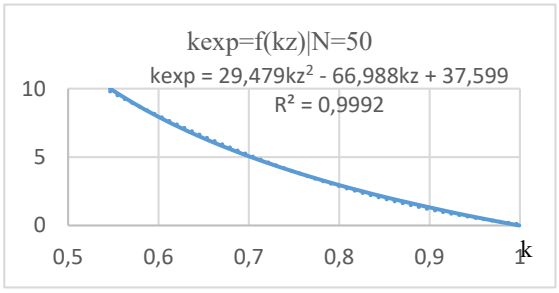


Рис. 1

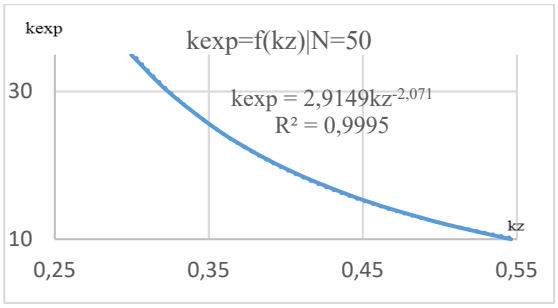


Рис. 2

3. Заключение

Полученные результаты формульной зависимости коэффициента экспоненты от величины коэффициента k_z позволяют проводить моделирование эквивалентных пачек импульсов, отражённых от ПНО на выходе РЛС обзорного типа, соответствующих по энергетики реальным сигналам ошибками, составляющими менее 1 %.

4. Список литературы

[1] Методы радиолокационного распознавания и их моделирование / Под ред. Ширман Я. Д. // Зарубежная радиоэлектроника. — 1996. — № 11. — С. 3—62.
[2] Селекция и распознавание на основе локационной информации / Под ред. Горелика А. Л. — М. : Радио и связь, 1990. — 240 с.
[3] Головин, В. В. Проектирование антенных систем : учебное пособие / В. В. Головин, Ю. Н. Тыщук, И. Л. Афонин. — М. : Центркаталог, 2020. — 152 с.

THE EQUIVALENT ENVELOPE MODEL FOR SIGNALS REFLECTED FROM A LONG SURFACE OBJECTS AT THE OUTPUT OF SURVEY TYPE RADAR

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

Abstract — On the basis of mathematical modeling, formula dependencies are obtained that allow modeling bursts of pulses with a given shape of the curve.

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ

Дзись М. Е., Ярова А. В., Солошенко А. О., Табакаев Д. И.
Научный руководитель: Табакаев Д. И.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: dzis.011@gmail.com

Аннотация — Рассмотрена разработка метеостанции на базе микроконтроллера автоматизированного контроля показателями температуры и погоды.

1. Введение

В настоящее время на нашей планете имеется огромное количество стационарных метеостанций, которые измеряют состояние атмосферы у поверхности Земли, регистрируют температуру, давление и осадки.

Однако из-за неточности прогноза для отдаленных от метеорологических станций локаций показывает важность увеличения количества недорогих автономно работающих измерительных метеостанций, простых и надежных в эксплуатации.

2. Основная часть

Реализация метеостанции для измерения температуры и прогнозирования погоды включает в себя: микроконтроллер PICAXE28X2 с 32-битный EEPROM [1]; Wi-Fi модуль адаптер WROOM-02 [2]; источник питания; компьютер–сервер; модем; базу данных; веб-ресурсы; алгоритмы хранения, обработки и передачи данных.

В качестве компьютера–сервера используется компьютер с подключение к интернету.

Для беспроводной передачи данных и записи их в базу данных к микроконтроллеру был подключен модем при помощи переходника usb на micro usb.

Скорость передачи данных модема составляет 100 Мб в секунду.

Для проводной передачи данных используется подключение через разъем Ethernet.

Экспериментальный программно-аппаратный комплекс подключается к сети Интернет с помощью протокола TCP/IP.

В качестве канала связи, использует электрическую кабельную сеть. Обладает скоростью передачи данных в 100 Мб в секунду.

Для мобильности в использовании программно-аппаратного комплекса в качестве источника питания, используется солнечная батарея и внутренняя батарея на 3000 мА.

Для мониторинга анализа данных с микроконтроллера было написано приложения на языке C++ и загружено в микроконтроллер отправляющее данные на веб ресурс.

Приложение работает в режимах онлайн и оффлайн, что позволяет проводить работу вне зависимости от наличия сети.

Приложение работает в режиме максимальной точности 3 дня, в режиме экономии энергии 10 дней от полностью заряженной батареи.

На рисунке 1 отображен результат работы экспериментального образца программного приложения (программного обеспечения) в совокупности с работой веб приложения.

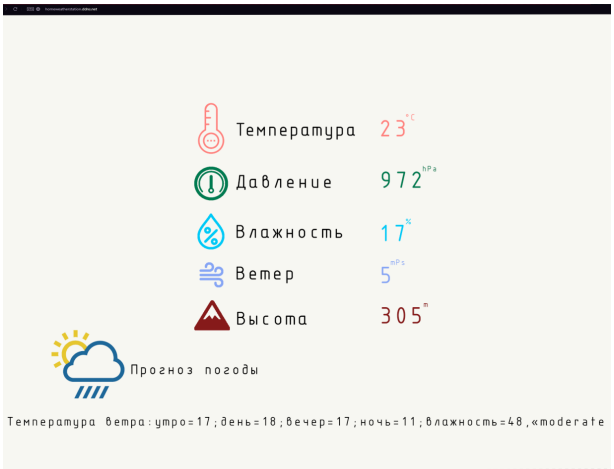


Рис. 1

3. Заключение

Разработана метеостанция и программное обеспечение, которые позволяют модернизировать процесс мониторинга и прогнозирования погоды для выделенной локации.

4. Список литературы

[1] PICAXE28X2 Техническая документация [Электронный ресурс] / Picaxe. — Режим доступа: http://www.picaxe.com/docs/con039.pdf.
[2] Wroom-02 Техническая документация [Электронный ресурс] / Octopart. — Режим доступа: https://www.octopart.com/docs/dig392.pdf.

METEOROLOGICAL STATION

Dzis M. E., IArova A. V., Soloshenko A. O., Tabakaev D. I.
Scientific adviser: Tabakaev D. I.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The design of a weather station, based on a microcontroller for automated control of temperature and weather indicators, is considered.

МОРСКОЙ КОММУНИКАЦИОННЫЙ БУЙ С КОМБИНИРОВАННЫМИ СРЕДСТВАМИ ПОДВОДНОЙ И НАДВОДНОЙ СВЯЗИ

Безгин А. А., Быков Е. М., Воликов М. С., Лисецкий И. В., Литвиненко С. Р., Стародуб М. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: bezghinaa@gmail.com

Аннотация — Разработан и изготовлен макет морского коммуникационного буя с комбинированными средствами подводной гидроакустической и надводной радиосвязи.

1. Введение

Малогабаритные необитаемые подводные аппараты (НПА) широко используются для проведения различных исследований под водой. Все НПА разделяют на два больших подкласса: неавтономные (привязные) НПА и автономные необитаемые подводные аппараты (АНПА) [1].

К неавтономным НПА относят буксируемые и самоходные привязные подводные аппараты, управление и обмен данными с которыми осуществляется с помощью кабеля.

К АНПА относятся самоходные НПА с автономной системой энергообеспечения и, как правило, беспроводным каналом телеуправления и связи. Важнейшей проблемой является возможность управления и передачи данных на АНПА в подводном положении без всплытия.

2. Основная часть

Для возможности обмена информации с АНПА в подводном положении разработан макет морского коммуникационного буя с комбинированными средствами подводной гидроакустической и надводной Wi-Fi связи. Макет состоит из поверхностного буя с установленным на глубине 3 м гидроакустическим модемом uWave [2] и приёмной станции оператора. На рис. 1 показана структурная схема макета морского коммуникационного буя.

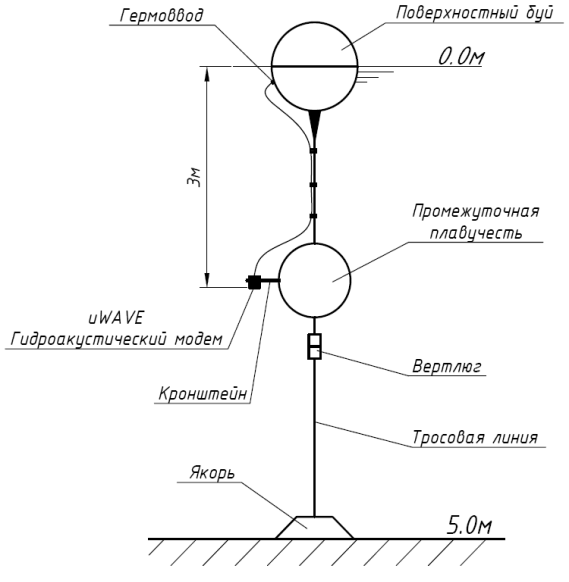


Рис. 1

Корпус поверхностного буя представляет собой пластмассовую сферу, состоящую из двух полусфер с герметичным фланцевым соединением. Внутри корпуса размещен электронный блок с контроллером управления ESP32-WROOM-32U, Wi-Fi модулем и антенной KC5-2400, герконовый выключатель и блок питания. В нижней части корпуса расположены узел крепления тросовой линии, соединяющей корпус буя с донным якорем, и герметичный ввод кабеля для соединения гидроакустического модема uWave с контроллером управления.

Гидроакустический модем uWave настроен на работу в пакетном режиме передачи информации с функцией гарантированной доставки и уведомлением о получении со скоростью передачи данных 78 бит/с. Приемная станция состоит из ноутбука, Wi-Fi роутера D-Link DIR 300 и внешней всенаправленной антенны KC10-2300/2700.

Макет буя испытан в прибрежной акватории г. Севастополя. Станция приема и управления располагалась на берегу на расстоянии 100 м от буя. Высота установки антенны Wi-Fi составляла 4 м над уровнем моря.

Оператор по сети Wi-Fi подключался к приемной станции и передавал информацию на коммуникационный буй, подключенный к этой же Wi-Fi сети, далее коммуникационный буй с помощью гидроакустической связи передавал эту информацию на ТНПА для управления ним.

3. Заключение

В результате проведенных работ разработан и изготовлен макет коммуникационного буя с комбинированными средствами подводной и надводной связи.

К недостаткам такой системы можно отнести низкую скорость передачи данных по гидроакустическому каналу. В модемах uWave можно повысить скорость передачи данных до 314 бит/с, однако это приводит к снижению надежности канала связи и уменьшению дальности.

Дальность действия радиосвязи в данном исполнении ограничена дальностью действия Wi-Fi. Для увеличения дальности можно использовать более низкочастотные системы или спутниковую связь. Применение спутниковой связи позволит оператору находится в любой точке земного шара.

4. Список литературы

[1] Бочаров, Л. Необитаемые подводные аппараты: состояние и общие тенденции развития. Ч. 2 / Л. Бочаров // Электроника : Наука, Технология, Бизнес. — 2009. — № 8 (98). — С. 88—93.

[2] Шарафутдинова, Т.К. Сравнительный анализ промышленных гидроакустических модемов / Т.К. Шарафутдинова // Вестник гос. ун-та морского и речного флота им. адм. С.О. Макарова. — 2021. — Т. 13.— № 6. — С. 832—841.

MARINE BUOY WITH COMBINED UNDERWATER AND SURFACE RADIO COMMUNICATION

Bezgin A. A., Bykov E. M., Volikov M. S., Lisetskiy I. V., Litvinenko S. R., Starodub M. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A model of a sea communication buoy with combined means of underwater hydroacoustic and surface radio communication was developed and manufactured.

РАЗРАБОТКА РАДИОПРИЁМНИКА ДЛЯ СПОРТИВНОЙ РАДИОПЕЛЕНГАЦИИ

Катасонов Р. В., Козлов В. Н., Кузьменко В. А.
Научный руководитель: Кузьменко В. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: katasonov.roma@bk.ru, kva@student.su

Аннотация — Рассмотрены особенности спортивной радиопеленгации на частотах 3,5 и 144 МГц. Приведены методы образования радиолокационных сигналов. Составлены электрические схемы устройства и проведен расчет его параметров.

1. Введение

Спортивные соревнования по радиопеленгации имеют важное спортивное, народнохозяйственное и военно-прикладное значение в виду применимости его методов для целей, не связанных с, собственно, спортом. Аппаратуру, применяемую в спортивной радиопеленгации, используют для радиолокации при корректировке топографических карт. С помощью «радиопеленгации» решают экологические задачи, изучая перемещение животных.

2. Основная часть

Соревнования по спортивной радиопеленгации проводятся на двух диапазонах — 144 МГц (УКВ-диапазон) и 3,5 МГц (КВ-диапазон). В зависимости от диапазона в состав приёмников — пеленгаторов входят разные типы антенн. На диапазоне 3,5 МГц используется комбинация штыревой и рамочной антенны. При этом в некоторых конструкциях рамочная антенна заменена ферритовой антенной. В диапазоне 144 МГц используются антенны типа «волновой канал» с двумя — четырьмя элементами.

Пеленгование на каждом из диапазонов имеет свои особенности. Так, например, радиоволны диапазона 144 МГц очень хорошо отражаются от различных проводящих объектов, например, от мокрых деревьев, что приводит к искажению измеренного направления на КП, а также к появлению ложных КП.

По типу схем различают приемники детекторные, прямого усиления, сверхрегенеративные и супергетеродинные приемники, обладающие существенными преимуществами перед приемниками других типов и широко применяемые на всех диапазонах частот. Отличительной особенностью супергетеродинного приемника является то, что независимо от частоты принимаемого сигнала обработка его производится на фиксированной частоте, называемой промежуточной. Промежуточная частота выбирается, как правило, ниже частоты принимаемого сигнала. Поэтому обработка сигнала получается проще и более качественная. Но супергетеродины не лишены некоторых недостатков. В первую очередь это наличие паразитных (дополнительных) каналов приема. Основной паразитный канал приема носит название зеркального или канала симметричной станции. Частота зеркального канала отличается от частоты принимаемого сигнала на удвоенное значение промежуточной частоты. Ослабление помех, действующих на частоте зеркального канала, возможно, лишь только с помощью избирательных систем, включенных до преобразователя. Другим паразитным каналом является канал прямого прохождения.

На рис.1 представлена структурная схема приемника в соревнованиях по спортивной радиопеленгации («охоте на лис») диапазона 3,5 МГц. В приемнике имеется тональный генератор с переменным тоном и телеграфный гетеродин, предусмотрено изменение полосы пропускания.

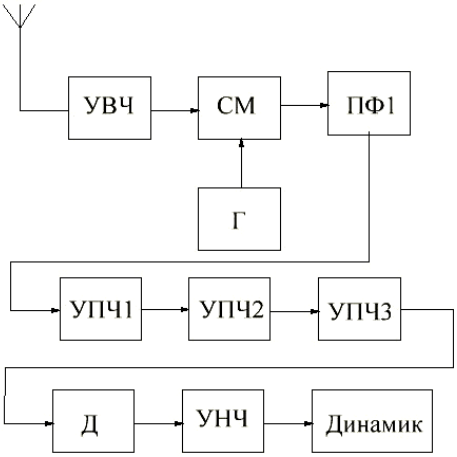


Рис.1

Чувствительность не хуже 10 мкВ/м при отношении сигнала к шуму, равном 10 дБ, динамический диапазон не хуже 80 дБ. В диапазоне 3,5 МГц подключением к нагрузке смесителя дополнительного пьезоэлектрического фильтра возможно уменьшение полосы пропускания приемника.

3. Заключение

Таким образом, решены следующие задачи: осуществлен обзор существующих сфер применения радиопеленгации; проведен анализ функциональных особенностей супергетеродинного приемника; разработана принципиальная схема многофункционального супергетеродинного приемника диапазона 3,5 МГц.

4. Список литературы

[1] Сиверс, А.П. Проектирование радиоприемных устройств : учеб. пособ. для вузов / А.П. Сиверс. — М. : Изд-во «СовРадио», 1976. — 150 с.

[2] Ширман, Я.Д. Теоретические основы радиолокации / Я.Д. Ширман. — М. : Изд-во «СовРадио», 1970. — 366 с.

[3] Ладик, А.И. Изделия электронной техники : справ. / А.И. Ладик, А.И. Сташкевич. — М. : Радио и Связь,1993. — 450 с.

RADIO RECEIVER DESIGN FOR SPORTS RADIO DIRECTION FINDING

Katasonov R. V., Kozlov V. N., Kuzmenko V. A.
Scientific adviser: Kuzmenko V. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The features of sports radio direction finding at frequencies of 3.5 and 144 MHz are considered. Methods of formation of radar signals are given. The electrical diagrams of the device have been compiled and its parameters have been calculated.

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

Секция 2

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОРГАНОВ ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ И ОРГАНОВ ОРНИТОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ АЭРОДРОМА

Кулаков М. В., Нечаев В. Н., Гаспарян Г. А., Баталов К. А., Кулакова Н. О., Дегтярев В. С.
Московский государственный технический университет гражданской авиации, Россия
E-mail: info@mstuca.aero

Аннотация — В данной статье проанализирована технология взаимодействия службы обслуживания воздушного движения и орнитологической службы. В рамках анализа были рассмотрены процедуры превентивных мер по предотвращению столкновений воздушных судов с птицами.

1. Введение

Совершенность технологии взаимодействия службы обслуживания воздушного движения (ОВД) с орнитологической службой (ОС) определяет уровень, на котором функционирует весь аэродром в целом [1]. Возможность обеспечить высокую пропускную способность зависит действий всех элементов системы организации воздушного движения (ОрВД).

2. Основная часть

В настоящей работе технология взаимодействия органов ОВД и ОС оценивается по эффективности и безопасности полетов ВС.

В данном исследовании в качестве показателя эффективности принята величина, равная отношению предполагаемого времени к реальному времени обеспечения отправления ВС [4]. Эффективность движения самолета выражена формулой:

$$E = \left(\frac{t_{\text{обесп}} - \sum_{n=1}^{N}(x_n)}{t_{\text{взл}} - t_{\text{у.к.}}} \right) \cdot 100\% ,$$

где $t_{\text{обесп}}$ — фактическое время обеспечения движения ВС; $\sum_{n=1}^{N}(x_n)$ — время задержки ВС; $t_{\text{взл}}$ — время взлета ВС; $t_{\text{у.к.}}$ — время убора колодок ВС.

Максимальная эффективность технологии взаимодействия служб ОВД и ОС будет достигнута при обеспечении движения ВС согласно поданному плану его полета, т.е. когда $t_{\text{обесп}} = t_{\text{пред}}$.

Аэродром представляется как модель, в которой нам известны $t_{\text{у.к.}}$, $t_{\text{взл}}$ и $t_{\text{обесп}}$ (рис. 1).

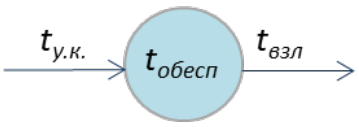


Рис. 1

Время обеспечения отправления ВС выражено формулой

$$t_{\text{обесп}} = t_{\text{взл}} - t_{\text{у.к.}}.$$

В общем случае $t_{\text{обесп}}$ можно представить, как

$$t_{\text{обесп}} = t_{\text{пред}} + t_{\text{зад}},$$

где $t_{\text{зад}}$ — время задержки взлета ВС.

Время движения, заявленное в плане полета, будет различаться в зависимости от аэродрома, ВПП, РД, типа ВС. Поэтому для определения предполагаемого времени обеспечения движения ВС — $t_{\text{пред}}$ были использованы статистические данные, показывающие время движения ВС без воздействия внешних факторов.

Время задержки самолета зависит от многих случайных факторов, и выражено формулой

$$t_{\text{зад}} = \sum_{n=1}^{N}(x_n),$$

где x_n — события, оказывающие влияние на время задержки ВС ($t_{\text{зад}}$), такие, как птицы на ВПП (по курсу взлета), ВПП занята ОС и т.д.

При отсутствии факторов, создающих задержку, время обеспечения движения ВС равно предполагаемому, а показатель эффективности движения ВС равен 100 %

$$t_{\text{обесп}} = t_{\text{пред}}, \text{ при } x_1; x_2; \ldots\ldots x_n = 0.$$

В процессе исследования был проведен сбор статистической информации по затраченному времени органами диспетчером и орнитологом ($t_{\text{пред}}$, $t_{\text{обесп}}$, $t_{\text{зад}}$). С помощью собранной информации были определены эффективность взаимодействия органов ОВД и ОС (E), и события, влияющие на появление задержки (x_n). Выборка исследования составила 12 месяцев.

3. Заключение

Исследование показало, что существующая технология взаимодействия службы ОВД и ОС имеет ряд существенных недостатков, влияющих на пропускную способность аэродрома, расход топлива ВС, а также на безопасность полетов.

4. Список литературы

[1] Кулаков, М.В. Исследование технологии взаимодействия органов обслуживания воздушного движения / М.В. Кулаков // Науч. вестник ГосНИИ ГА. — 2021. — № 36. — С. 29—38.

[2] Дегтярев, В.С. Проблематика оценки имитации акселерационных эффектов полнопилотажными авиационными тренажерами / В.С. Дегтярев // Науч. Вестник ГосНИИ ГА. — 2021. — № 36. — С. 39—47.

DIRECTIONS OF IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY INTERACTION OF AIR TRAFFIC SERVICE AUTHORITIES AND ORNITOLOGICAL SERVICE AUTHORITIES AERODROME

Kulakov M. V, Nechaev V. N, Gasparyan G. A,
Batalov K. A, Kulakova N. O, Degtyarev V. S.
Moscow State Technical University of Civil Aviation, Russia

Abstract — In the article, the technology of interaction between the air traffic service (ATS) and the ornithological service (OS) is analyzed. As part of the analysis, the procedures for preventive measures to prevent collisions of aircraft (AC) with birds.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВАРИАЦИЙ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ В ИОНОСФЕРЕ НАД ТЕРРИТОРИЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ДЛЯ АНАЛИЗА УСЛОВИЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТРАНСИОНОСФЕРНОГО КАНАЛА РАДИОСВЯЗИ

Яранцева Е. А., Зуев А. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Зуев А. В.
Поволжский государственный технологических университет, Россия
E-mail: yarancevakate@gmail.com

Аннотация — Проведены исследования вариаций полного электронного содержания в зависимости от магнитной возмущенности для сезонов 2019 года с помощью GPS/ГЛОНАСС-приемников. Получены сезонные значения изменения вариаций полного электронного содержания из-за магнитных возмущений.

1. Введение

Одной из главных характеристик состояния ионосферы является полное электронное содержание (ПЭС) [1]. В данной работе рассматриваются его вариации.

2. Основная часть

Объектом исследования данной работы является изучение изменения вариаций ПЭС во время магнитных возмущений в ионосфере Земли в разные сезоны года и сравнение значений вариаций ПЭС над территорией экспериментальных станций Центрального федерального округа Российской Федерации.

Для определения ПЭС использовались фазовые измерения на двух частотах радионавигационных сигналов [2]

$$I = \frac{1}{40{,}308}\frac{f_1^2 f_2^2}{f_1^2 - f_2^2}\left[\left(L_1\lambda_1 - L_2\lambda_2\right) + const_{1,2} + \sigma L\right],$$

где I — полное электронное содержание ионосферы; $L_1\lambda_1$ и $L_2\lambda_2$ — приращение фазового пути радиосигнала, вызванные задержкой фазы в ионосфере; $L_1 = \Delta\varphi/2\pi$ и $L_2 = \Delta\varphi/2\pi$ — фазовые измерения *GPS*/ГЛОНАСС-приемника, выполненные на частотах f_1 и f_2 соответственно (целое и дробное число циклов π-фазы); $const_{1,2}$ — неоднозначность фазовых измерений; σL — ошибка измерения фазы.

При оценке амплитуды вариаций ПЭС из временных рядов ПЭС убирался тренд нулевого порядка, связанный с фазовой неоднозначностью. После этого оставался ряд данных ПЭС, включающий тренд первого порядка, который также удалялся на следующем этапе обработки.

Полученные данные приемников сети подразделялись по уровню возмущенности магнитного поля Земли и сезонам года. Степень возмущенности магнитного поля определялась по величине индекса магнитных бурь K_p [2]. В работе анализировались экспериментальные данные, полученные по навигационным измерениям сети референсных станций *SmartNet Russia* компании *Hexagon*.

Для поширотного анализа данных необходимо рассчитать отношение значений вариаций ПЭС в возбужденном и спокойном состояниях ионосферы. Получив эти отношения для каждой базовой станции в конкретно выбранный день, были систематизированы данные с учетом географической широты и сезона года. Значения представлены в таблице 1.

Таблица 1

Широта	Зима	Весна	Лето	Осень	Среднее значение
50°	2,02	1,75	1,08	1,29	1,54
52°	1,13	1,39	1,14	1,20	1,21
53°	1,64	1,62	1,14	1,20	1,40
54°	2,25	1,99	2,03	3,59	2,47
55°	2,39	1,46	0,99	1,14	1,49
56°	1,47	1,59	0,03	1,29	1,09
57°	1,68	1,54	0,95	1,27	1,36
Среднее значение	1,82	1,63	1,07	1,62	

3. Заключение

Проведен поширотный анализ полученных данных, в результате которого было выяснено, что наиболее активной ионосфера была в зимний период, наименее активной — в летний. Максимальное влияние магнитных бурь на ионосферу проявляется на широтах, близко расположенных к 54 градусам северной широты.

4. Список литературы

[1] Афраймович, Э. Л. GPS-мониторинг атмосферы Земли / Э. Л. Афраймович. — Иркутск : Изд-во ГУ НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН. — 2006. — 480 с.

[2] Афраймович, Э. Л. Солнечная активность и глобальное электронное содержание / Э. Л. Афраймович, Э. И. Астафьева, И. В. Живетьев // Докл. РАН. Геофизика. — 2006. — Т.409. — №3. — С. 399 — 402.

INVESTIGATION OF TOTAL ELECTRON CONTENT VARIATIONS IN THE IONOSPHERE OVER CENTRAL FEDERAL DISTRICT TERRITORY OF THE RUSSIAN FEDERATION FOR ANALYSIS OF PROPAGATION CONDITIONS OF A TRANSIONOSPHERIC RADIO COMMUNICATION CHANNEL

Yarantseva E. A., Zuev A. V
Scientific adviser: Zuev A. V
Volga State Technological University, Russia

Abstract — The total electron content variations depending on the magnetic disturbance for the seasons of 2019 were studied using GPS/GLONASS receivers. Seasonal values of TEC variations due to magnetic disturbances are obtained.

К ВОПРОСУ О САМООРГАНИЗАЦИИ В МОБИЛЬНЫХ СЕТЯХ

Кудрявченко И. В., Береговой Д. С.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Кудрявченко И. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: IVKudryavchenko@sevsu.ru

Аннотация — С позиций структурного подхода уточняется термин «самоорганизация» применительно к сетям на основе мобильных платформ. Рассматриваются ограничения и возможные направления самоорганизации.

1. Введение

Для изучения явления самоорганизации в области беспроводных сетевых технологий, необходимо использовать общие представления об этом природном феномене, который проявляется на всех уровнях развития материи: физическом, химическом, биологическом и социальном. В частности, в биологии отмечается, что одним из основных признаков самоорганизации соответствующих агентов (например, муравьёв, пчёл) является появление в первично однородной системе неоднородностей в виде структур/нелинейностей [1].

2. Основная часть

Мобильные сети (МС) могут использоваться для управления роем мобильных платформ, для сбора и первичной обработки информации в задачах пространственно-временного мониторинга, для расширения зоны покрытия, для объединения разнородных систем и др. Перечисленные примеры задают и некоторые из возможных направлений (целей) самоорганизации. Указанные направления связаны с решением следующих задач:

— гибкой перестройки МС, включая изменение её топологии и архитектуры;
— изменения/наращивания функциональности МС.

Рассмотрим особенности самоорганизации МС с позиций структурного подхода. На рис. 1 представлена обобщённая структурная схема первичной открытой системы, содержащая необходимые элементы для построения самоорганизующейся МС (СМС).

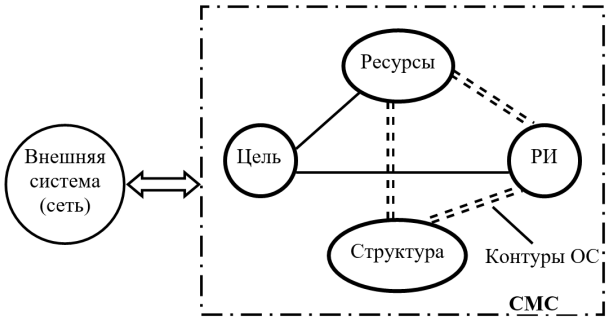


Рис. 1

В результате воздействия внешней системы (сети) формируется цель СМС. Под внешней системой понимается как природная среда, так и сеть, с помощью которой оператор может управлять формируемой СМС.

Возможности выбора цели определяются имеющимися ресурсами, к которым относятся мобильные платформы, оснащенные соответствующим оборудованием.

К ресурсным ограничениям можно отнести следующее: тип мобильной платформы; совместимость по частоте; стеки протоколов; наличие достаточного числа датчиков (сенсоров); доступные для использования энергетические ресурсы; вычислительные возможности, включая свободную память; пропускную способность имеющихся каналов связи и др.

В блоке РИ учитываются возможности роевого или распределенного «интеллекта». РИ содержит множество программ, реализующих алгоритмы, обеспечивающие наилучшее функционирование СМС в зависимости от поставленной цели.

Блок «структура» отслеживает изменения, относящиеся к первичной системе, в результате её самоорганизации. Данный блок, наряду с сигналами оповещения, которые служат для активации коммуникационных «способностей» мобильных платформ и их объединению в первичную сеть, задает неоднородность среды, обладающую нелинейными свойствами.

Отмеченные на рис. 1 контуры обратных связей (ОС) формируются на основе каналов связи, исходного оборудования первичной сети, сетевых алгоритмов и применяются для решения разнонаправленных задач. Например, положительные обратные связи, обеспечивающие изменение топологии сети, её архитектуры и характера использования ресурсов, необходимы на этапе инициализации и структурирования роя, а отрицательные обратные связи — на этапах его оптимизации и стабилизации [2].

3. Заключение

Таким образом, для построения самоорганизующейся мобильной сети необходимо обеспечить в заданной области пространства достаточное число агентов — мобильных платформ, оснащенных соответствующим оборудованием, обладающим аппаратной и программной совместимостью.

Направления/цели самоорганизации сети определяются имеющимися ресурсами и зависят от взаимодействия с внешней системой.

Механизм самоорганизации может быть запущен оператором из внешней сети или роевым «интеллектом», опирающимся на имеющееся программное обеспечение.

4. Список литературы

[1] Каретин, Ю. А. Краткий курс синергетики для биологов : учеб. / Ю. А. Каретин. — Владивосток : Морск. гос. ун-т, 2017. — 530 с.
[2] Кудрявченко, И. В. Описание двумерного роя частиц как объекта терминального управления / И. В. Кудрявченко // Инновационная наука, 2016. — Т.2. — №1. — С. 64 — 67.

ON THE SELF-ORGANIZATION QUESTION IN MOBILE NETWORKS

Kudryavchenko I. V., Beregovoy D. S.
Scientific adviser: Kudryavchenko I. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — From the standpoint of the structural approach, the term "self-organization" is specified in relation to networks based on mobile platforms. Limitations and possible directions of self-organization are considered.

ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕЙРОСЕТЕВОГО ОБНАРУЖИТЕЛЯ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНОГО СИГНАЛА ИЗВЕСТНОЙ ФОРМЫ

Титов К. Д., Корчагин Р. Ю., Рогачева Н. С., Долгушин А. С.
Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук, Титов К. Д.
Воронежский государственный университет, Россия
E-mail: titovkd@gmail.com

Аннотация — Построен нейросетевой обнаружитель сверхширокополосного квазирадиосигнала, выполнено его обучение, моделирование и сравнение с максимально правдоподобным обнаружителем.

1. Введение

Задача обнаружения сигнала актуальна для практических приложений статистической радиофизики, радио- и гидролокации, связи и др. Она подробно изучена и в литературе предложены оптимальные в смысле разных критериев, квазиоптимальные, а также эмпирические алгоритмы обнаружения [1]. Помимо классических в последнее время весьма популярными являются алгоритмы обработки сигналов, основанные на нейросетевых технологиях. Их применение не требует наличия априорных сведений ни о сигнале, ни о шуме, ни о способе их взаимодействия. В работе приводятся результаты построения и моделирования нейросетевого обнаружителя полностью известного сигнала, а также сравнение характеристик его работы с характеристиками классического максимально правдоподобного обнаружителя.

2. Основная часть

При построении обнаружителя предполагалось, что на вход нейросети поступают дискретные отсчёты аддитивной смеси гауссовского белого шума и сверхширокополосного квазирадиосигнала [2]. В качестве примера форма огибающей была выбрана экспоненциально изменяющейся $f(t) = \exp(-bt/\tau)$, где величина b характеризует скорость изменения модулирующей функции.

Модель нейросети имеет следующую структуру. Входной вектор размером 1024 отсчёта поступает на два свёрточных слоя, чередующихся с двумя слоями прореживания. Первый свёрточный слой содержит 50 фильтров с длиной окна (импульсной характеристики) 16 отсчётов, второй — 100 фильтров с окном 16 отсчётов. В результате прореживания количество данных на выходе каждого слоя уменьшалось вдвое. Функция активации нейронов свёрточных слоёв была выбрана кусочно-линейной (ReLU). Далее выходы фильтров выпрямлялись в один вектор, поступающий на два полносвязных слоя персептронного типа. Первый из них состоял из 256 нейронов с функцией активации ReLU, а второй содержал всего два нейрона, работающих в режиме «победитель забирает всё» (функция активации softmax).

Обучение нейросети было выполнено с использованием данных, генерируемых в результате численного моделирования. Объём обучающей выборки содержал 100 000 размеченных реализаций смеси сигнала и шума. Наличие сигнала разыгрывалось с помощью равномерно распределённой случайной величины и заранее выбранных вероятностей появления сигнала в наблюдаемой реализации. В результате обучения методом градиентного спуска минимизировалось значение категориальной кросс-энтропии. Градиентный спуск обеспечивался методом оптимизации adam. После обучения работа нейросетевого обнаружителя была исследована с помощью статистического моделирования. На рис. 1 показаны зависимости средней вероятности ошибки обнаружения от отношения сигнал/шум (ОСШ). Сплошная кривая соответствует максимально правдоподобному алгоритму, маркеры — нейросетевому алгоритму обнаружения.

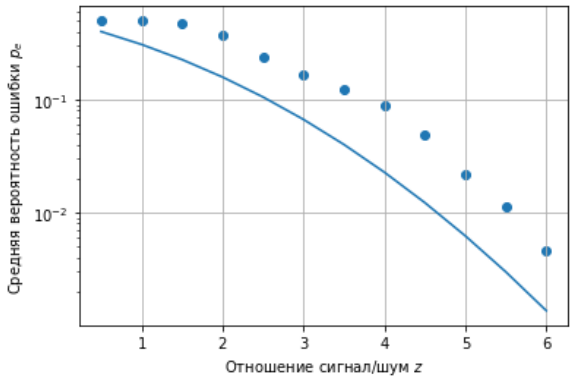


Рис. 1

3. Заключение

В случае полностью известного сигнала и известных статистических характеристиках шума максимально правдоподобный алгоритм показывает значительно лучшее качество работы с ростом ОСШ. Нейросетевые обнаружители рекомендуется использовать при работе устройства в условиях сложной помеховой обстановки.

4. Благодарности

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук (проект МК-767.2021.1.6).

5. Список литературы

[1] Тихонов, В. И. Оптимальный прием сигналов / В. И. Тихонов. — М. : Радио и связь. — 1983. — 320 с.
[2] Корчагин, Ю. Э. Синтез и анализ алгоритмов обработки сверхширокополосных квазирадиосигналов / Ю. Э. Корчагин, К. Д. Титов // Воронеж : Издат. дом ВГУ. — 2019. — 128 с.

CHARACTERISTICS OF A NEURAL NETWORK DETECTOR OF AN UWB SIGNAL WITH A KNOWN SHAPE

Titov K. D., Korchagin R. U., Rogacheva N. S., Dolgushin A. S.
Scientific adviser: Titov K. D.
Voronezh State University, Russia

Abstract — A neural network detector of an ultra-wideband quasi-radio signal have developed. The detector has been trained. The results of modeling and comparison with the most plausible detector are obtained.

ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕЙРОСЕТЕВОГО РАЗЛИЧИТЕЛЯ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНОГО СИГНАЛА ИЗВЕСТНОЙ ФОРМЫ

Титов К. Д., Корчагин Р. Ю., Вдовенко А. Ю., Кондаурова В. В.
Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук, Титов К. Д.
Воронежский государственный университет, Россия
E-mail: titovkd@gmail.com

Аннотация — Построен нейросетевой различитель двух сверхширокополосных квазирадиосигналов, выполнено его обучение, моделирование и сравнение с максимально правдоподобным алгоритмом различения.

1. Введение

В настоящее время широкое применение находят сверхширокополосные средства связи и системы широкополосного беспроводного доступа [1]. В условиях высокой плотности абонентов на приемник средства радиосвязи или передачи данных поступает множество сигналов со схожей структурой, вследствие чего простые обнаружители с большой вероятностью будут выносить ошибочное решение и принимать сигнал с большей энергией, а для достоверной обработки полезного сигнала необходимо использовать сложные комбинированные алгоритмы обнаружения и оценки параметров сигнала. Для повышения эффективности функционирования и упрощения структуры приемного устройства при использовании простых видов модуляции могут использоваться схемы различения сигналов. Учет сверхширокополосности сигнала приводит к существенному усложнению статистических алгоритмов синтеза и анализа различения сигналов, поэтому представляет интерес исследование нейросетевых сетей для решения данной задачи.

2. Основная часть

Положим, что различаемые сигналы описываются функцией

$$s(t)=\begin{cases} a\exp\left(-t^2/2\tau^2\right)\cos(\omega t), & -T/2\le t\le T/2,\\ 0, \quad t<-T/2, \quad t>T/2, \end{cases} \qquad (1)$$

и отличаются своим расположением внутри интервала наблюдения $[0,T]$. Сигнал $s_0(t)=s\left(t-T/4\right)$ занимает левую половину, а сигнал $s_1(t)=s\left(t-3T/4\right)$ – правую половину этого интервала. Такой выбор сигналов характерен для систем связи с позиционно-импульсной модуляцией. По своей форме выражение (1) описывает сверхширокополосный квазирадиосигнал [1] с колокольной формой модулирующей функции, величины a,τ,ω – амплитуда длительность и частота, причём длительность выберем в соответствии с интервалом наблюдения $\tau=T/16$. Будем считать, что на интервале времени $[0,T/2]$ укладывается $\kappa=8$ периодов $T_0=2\pi/\omega$ колебаний сигнала (1), тогда для частоты справедливо выражение $\omega=4\pi\kappa/T$.

Модель нейросети имеет следующую структуру. Входной вектор размером 1024 отсчёта поступает на два сверточных слоя, чередующихся с двумя слоями прореживания. Функция активации нейронов свёрточных слоёв была выбрана кусочно-линейной (ReLU). Далее выходы фильтров выпрямлялись в один вектор, поступающий на два полносвязных слоя персептронного типа. Обучение нейросети было выполнено с использованием данных, генерируемых в результате численного моделирования. Наличие одного или другого сигнала разыгрывалось с помощью равномерно распределённой случайной величины и заранее выбранных вероятностей появления сигналов в наблюдаемой реализации. На рис. 1 показаны зависимости средней вероятности ошибки различения от отношения сигнал/шум (ОСШ). Сплошная кривая соответствует максимально правдоподобному алгоритму, маркеры — нейросетевому алгоритму различения.

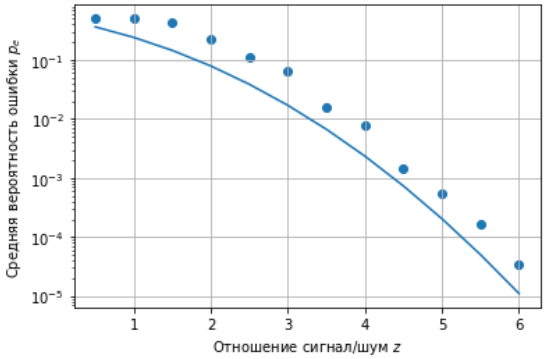


Рис. 1

3. Заключение

В случае полностью известного сигнала статистический алгоритм характеризуется лучшей эффективностью различения. При этом практическая реализация нейросетевого различителя может оказаться более простой, поэтому нейросетевые различители рекомендуется использовать при удовлетворении требованиям, предъявляемым к системе связи.

4. Благодарности

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук (проект МК-767.2021.1.6).

5. Список литературы

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

CHARACTERISTICS OF A NEURAL NETWORK DISCRIMINATOR AN ULTRA-WIDEBAND SIGNAL OF A KNOWN SHAPE

Titov K. D., Korchagin R. Yu., Vdovenko A. Yu., Kondaurova V. V.
Scientific adviser: Titov K. D.
Voronezh State University, Russia

Abstract — A neural network device for distinguishing of two ultra-wide quasi-radio signals was built, its training, modeling and comparison with the most plausible algorithm of discrimination was performed.

НЕЙРОСЕТЕВОЙ ОБНАРУЖИТЕЛЬ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНОГО СИГНАЛА С НЕИЗВЕСТНЫМ ВРЕМЕНЕМ ПРИХОДА

Корчагин Ю. Э., Титов К. Д., Лучкова А. В., Вдовенко А. Ю.
Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук, Титов К. Д.
Воронежский государственный университет, Россия
E-mail: titovkd@gmail.com

Аннотация — Выполнено моделирование нейросетевого обнаружителя сверхширокополосного квазирадиосигнала с неизвестным временем прихода, а также сравнение его характеристик с максимально правдоподобным обнаружителем.

1. Введение

В современных системах связи, использующих сверхширокополосные сигналы, для передачи по беспроводному каналу часто используется позиционно-импульсная модуляция. Данный вид передачи характеризуется различными временными положениями принимаемого сигнала. С точки зрения синтеза приемного устройства данную задачу можно интерпретировать как задачу обнаружения сигнала с неизвестным временем (временным положением импульса) прихода сигнала. Поскольку статистические алгоритмы имеют лучшую эффективность, но при этом большую сложность, представляет интерес исследовать эффективность нейросетевого обнаружителя.

2. Основная часть

На вход нейросетевого обнаружителя воздействуют дискретные отсчёты аддитивной смеси гауссовского белого шума и сверхширокополосного квазирадиосигнала (КРС) [1] $s(t-\lambda)$ время прихода которого λ априори неизвестно, а форма определяется выражением

$$s(t)=\begin{cases} af(t)\cos(\omega t+\varphi), & 0\le t\le\tau,\\ 0, & t<0,\quad t>\tau,\end{cases}$$

где $a,\omega,\varphi\ \tau$ — соответственно амплитуда, частота, начальная фаза и длительность.

В качестве обнаружителя использовалась следующая модель нейросети. Входной вектор размером 1024 отсчёта поступает на два сверточных слоя, чередующихся с двумя слоями прореживания. Первый свёрточный слой содержит 16 фильтров с длиной окна (импульсной характеристики) 8 отсчётов, второй — 32 фильтров с окном 8 отсчётов. В результате прореживания количество данных на выходе каждого слоя уменьшалось вдвое. Функция активации нейронов свёрточных слоёв была выбрана кусочно-линейной (ReLU). Далее выходы фильтров выпрямлялись в один вектор, поступающий на два полносвязных слоя персептронного типа. Первый из них состоял из 128 нейронов с функцией активации ReLU, а второй содержал всего два нейрона, работающих в режиме «победитель забирает всё» (функция активации softmax).

Данные для обучения нейросети генерировались в результате численного моделирования. Обучающая выборка объёмом 100 000 реализаций смеси сигнала и шума содержала их отсчёты. Часть реализаций представляло собой только шум, другая часть – смесь отсчётов шума и сигнала, время прихода которого было выбрано случайным и равномерно распределённым на интервале наблюдения. В результате обучения методом градиентного спуска минимизировалось значение категориальной кросс-энтропии с методом оптимизации adam. Работа обученного нейросетевого обнаружителя была проверена с помощью статистического моделирования. На рис. 1 показаны зависимости средней вероятности ошибки обнаружения от отношения сигнал/шум (ОСШ). Сплошная кривая соответствует максимально правдоподобному алгоритму, маркеры — нейросетевому алгоритму обнаружения.

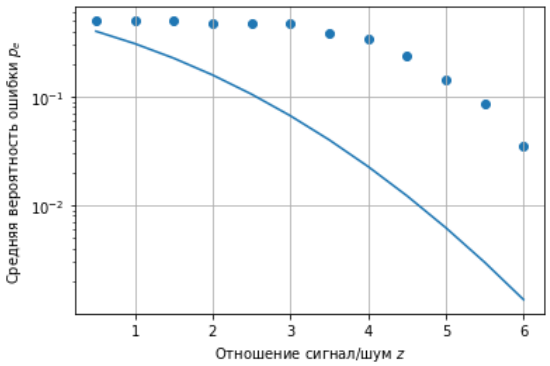


Рис. 1

3. Заключение

Как видно из проведенного анализа максимально правдоподобный алгоритм имеет на несколько порядков лучшие характеристики обнаружения чем нейросетевой обнаружитель. При этом, с ростом ОСШ средняя вероятность ошибки для нейросетевого обнаружителя снижается, что позволяет рекомендовать его для использования в простейших устройствах с невысокими требованиями по качеству обнаружения или в условиях высокой априорной неопределенности.

4. Благодарности

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук (проект МК-767.2021.1.6).

5. Список литературы

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

NEURAL NETWORK DETECTOR OF AN ULTRA-WIDEBAND SIGNAL WITH AN UNKNOWN ARRIVAL TIME

Korchagin Yu. E., Titov K. D., Luchkova A. S., Vdovenko A. Yu.
Scientific adviser: Titov K. D.
Voronezh State University, Russia

Abstract — The simulation of a neural network detector of an ultra-wideband quasi-radio signal with an unknown arrival time, as well as a comparison of its characteristics with the most plausible detector, is performed.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНФИГУРАЦИИ СВЕРТОЧНЫХ СЛОЕВ

Корчагин Ю. Э., Титов К. Д., Ключникова В. И., Лучкова А. В.
Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук, Титов К. Д.
Воронежский государственный университет, Россия
E-mail: titovkd@gmail.com

Аннотация — Выполнено моделирование нескольких нейросетевых обнаружителей сверхширокополосного квазирадиосигнала, отличающихся количеством и конфигурацией свёрточных слоёв.

1. Введение

В настоящее время широкое применение находят сверхширокополосные средства связи и системы широкополосного беспроводного доступа [1]. Учет сверхширокополосности сигнала приводит к существенному усложнению статистических алгоритмов синтеза и анализа обнаружения сигналов, поэтому представляет интерес исследование нейросетевых сетей для решения данной задачи. Среди нейросетевых алгоритмов активно используются свёрточные сети, при этом в литературе отсутствует обоснование количества и конфигурации оптимальной сети. В данной работе исследовано влияние параметров свёрточной нейронной сети на эффективность обнаружения сверхширокополосного сигнала.

2. Основная часть

При построении обнаружителя предполагалось, что на вход нейросети поступают дискретные отсчёты аддитивной смеси гауссовского белого шума и сверхширокополосного квазирадиосигнала [1]. Поскольку слой свёрточного типа наиболее соответствует модели прохождения сигнала через линейные фильтр, первым на входе нейросети был использован именно свёрточный слой с различными характеристиками. На его вход поступает вектор размером 1024 отсчёта.

Далее в первом случае использовался один свёрточный слой, содержащий 8 фильтров с длиной окна (импульсной характеристики) 4 отсчёта. Во втором случае — один свёрточный слой, содержащий 32 фильтра с длиной окна 16 отсчётов. В третьем случае была использована сеть с двумя свёрточными слоями, чередующихся с двумя слоями прореживания. Первый свёрточный слой содержал 32 фильтра, второй — 64 фильтра с окном 16 отсчётов. В результате прореживания количество данных на выходе каждого слоя уменьшалось вдвое. Функция активации нейронов свёрточных слоёв была выбрана кусочно-линейной (ReLU). Далее выходы фильтров выпрямлялись в один вектор, поступающий на два полносвязных слоя персептронного типа. Первый из них состоял из 128 нейронов с функцией активации ReLU, а второй содержал всего два нейрона, работающих в режиме «победитель забирает всё» (функция активации softmax).

Обучение нейросети было выполнено с использованием данных, генерируемых в результате численного моделирования. Объём обучающей выборки содержал 100 000 размеченных реализаций смеси сигнала и шума. Наличие сигнала разыгрывалось с помощью равномерно распределённой случайной величины и заранее выбранных вероятностей появления сигнала в наблюдаемой реализации. В результате обучения методом градиентного спуска минимизировалось значение категориальной кросс-энтропии. Градиентный спуск обеспечивался методом оптимизации adam. После обучения работа обнаружителей была исследована с помощью статистического моделирования. На рис. 1 показаны зависимости средней вероятности ошибки обнаружения от отношения сигнал/шум (ОСШ). Сплошная кривая соответствует максимально правдоподобному алгоритму, маркеры — нейросетевым алгоритмам обнаружения: сеть 1 — квадратики, сеть 2 — кружки, сеть 3 — треугольники.

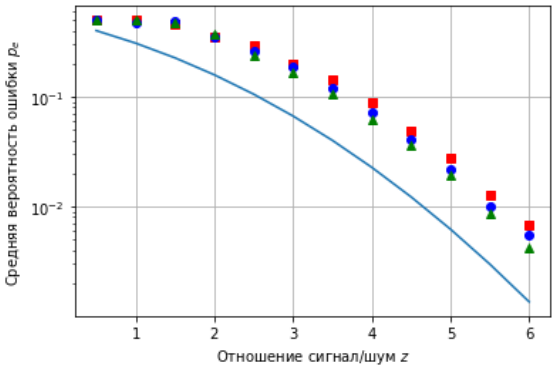


Рис. 1

3. Заключение

В ходе проведенного анализа установлено, что вне зависимости от конфигурации свёрточных слоев нейросетевые обнаружители имеют схожую эффективность и с увеличением обучающей выборки различие уменьшается, при этом все нейросетевые алгоритмы проигрывают в эффективности статистическому алгоритму в 3 — 5 раз.

4. Благодарности

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук (проект МК-767.2021.1.6).

5. Список литературы

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

INVESTIGATION OF THE EFFECTIVENESS OF DETECTION DEPENDING ON THE CONFIGURATION OF CONVOLUTIONAL LAYERS

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

Abstract — Modeling of several neural network detectors of an ultra-wideband quasi-radio signal, differing in the number and configuration of convolutional layers, has been performed.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ОБНАРУЖИТЕЛЕЙ СВЕРХШИРОПОЛОСНОГО СИГНАЛА

Корчагин Ю. Э., Титов К. Д., Рогачева Н. С., Ключникова В. И.
Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук, Титов К. Д.
Воронежский государственный университет, Россия
E-mail: titovkd@gmail.com

Аннотация — Выполнен сравнительный анализ нескольких нейросетевых обнаружителей сверхширокополосного квазирадиосигнала, отличающихся конфигурацией сети и целевыми функциями.

1. Введение

В настоящее время при обработке сигналов все чаще находят применение нейросетевые алгоритмы, при этом не уделяется должного внимания сравнению эффективности алгоритмов в одинаковых условиях, что могло бы определить наиболее оптимальный алгоритм для конкретных задач. В работе приводятся результаты моделирования двух нейросетевых обнаружителей и выполнено сравнение их эффективности с максимально правдоподобным обнаружителем.

2. Основная часть

Нейросетевые обнаружители, используемые в работе, представляют собой трёхслойный персептрон и сеть из одного свёрточного слоя и двуслойного персептрона. В качестве целевых функций использовались категориальная кросс-энтропия и среднеквадратическая ошибка на выходе сети. На вход нейросети подавались дискретные отсчёты аддитивной смеси гауссовского белого шума и сверхширокополосного квазирадиосигнала [1]

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

где $a,\omega,\varphi\ \tau$ — известные заранее параметры: амплитуда, частота, начальная фаза и длительность соответственно. Для сигнала (1) не требовалось выполнения условий относительной узкополосности. В качестве примера форма огибающей была выбрана экспоненциально изменяющейся $f(t)=\exp(-bt/\tau)$, где величина b характеризует скорость изменения модулирующей функции.

На вход сети поступает вектор размером 1024 отсчёта. Далее в первом случае использовался один полносвязный слой из 128 нейронов с кусочно-линейной функцией активации ReLu (сеть 1). Во втором случае на входе располагался один свёрточный слой, содержащий 16 фильтров с длиной окна 8 отсчётов (сеть 2). Функция активации нейронов свёрточного слоя была выбрана кусочно-линейной (ReLU). Выходы первого слоя выпрямлялись в один вектор, поступающий на два полносвязных слоя персептронного типа. Первый из них состоял из 64 нейронов с сигмоидальной функцией активации, а второй содержал всего два нейрона, работающих в режиме «победитель забирает всё» (функция активации softmax).

Данные для обучения представляли собой отрезки реализации случайного процесса, в которых с некоторой вероятностью мог присутствовать или отсутствовать полезный сигнал. Отсчёты реализаций генерировались на основе численного моделирования. Объём обучающей выборки содержал 100 000 размеченных реализаций. Обучение каждой сети проводилось дважды с отличием в целевой функции. В первый раз минимизировалась категориальная кросс-энтропия, второй раз — средний квадрат ошибки. Градиентный спуск обеспечивался методом оптимизации adam. После обучения работа обнаружителей была исследована с помощью статистического моделирования. На рис. 1 показаны зависимости средней вероятности ошибки обнаружения от отношения сигнал/шум (ОСШ). Сплошная кривая соответствует максимально правдоподобному алгоритму, маркеры — нейросетевым алгоритмам обнаружения: квадратики — сеть 1, кружки — сеть 2.

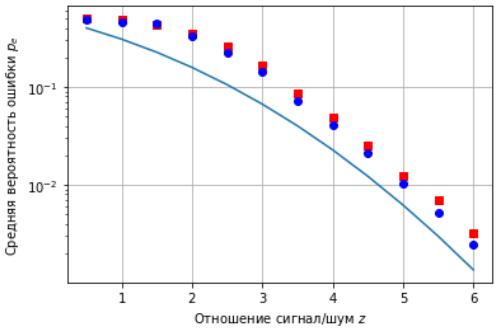


Рис. 1

3. Заключение

Из рисунка видно, что вне зависимости от конфигурации нейронной сети и отличий в целевых функциях нейросетевые обнаружители имеют схожую эффективность и с увеличением обучающей выборки различие уменьшается, при этом все нейросетевые алгоритмы проигрывают в эффективности статистическому алгоритму в 2 — 3 раза.

4. Благодарности

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых — кандидатов наук (проект МК-767.2021.1.6).

5. Список литературы

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

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF NEURAL NETWORK DETECTORS OF AN ULTRA-WIDEBAND SIGNAL

Korchagin Yu. E., Titov K. D., Rogacheva N. S., Klyuchnikova V. I.
Scientific adviser: Titov K. D.
Voronezh State University, Russia

Abstract — A comparative analysis of several neural network detectors of an ultra-wideband quasi-radio signal, differing in network configuration and target functions, has been performed.

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ КАНАЛА СВЯЗИ СТАНДАРТА IEEE 802.15.4z ПРИ НАЛИЧИИ СЛУЧАЙНЫХ ИСКАЖЕНИЙ

Корчагин Ю. Э., Титов К. Д., Петров Ю. Г.
Научный руководитель: д. ф.-м. наук, доц. Корчагин Ю. Э.
Воронежский государственный университет, Россия
E-mail: titovkd@gmail.com

Аннотация — Исследована имитационная модель сверхширокополосного канала связи стандартов IEEE 802.15.4-2020 и IEEE 802.15.4z-2020. Рассмотрена работа систем связи при различных уровнях шума.

1. Введение

В настоящее время перспективным направлением развития беспроводных сетей является использование широкополосных и сверхширокополосных (СШП) сигналов, обеспечивающих большую скорость передачи данных, скрытность и совместимость с узкополосными системами. Активно внедряется СШП-технология в системах связи, работающих в соответствии со стандартом IEEE 802.15.4-2020 [1] и его дополнением IEEE 802.15.4z-2020 [2]. В связи с этим возникает необходимость изучения помехоустойчивости подобных систем. В целях подготовки методической базы для оценки помехоустойчивости была разработана имитационная модель воздействия шумовых помех на канал связи в среде MATLAB.

2. Основная часть

Имитационная модель включает в себя генератор данных, передатчик, блок белого гауссовского шума, приёмник и блок оценки качества приёма.

Передатчик формирует последовательность пакетов данных в соответствии со стандартами IEEE 802.15.4-2020 или IEEE 802.15.4z-2020, которые поступают на вход блока аддитивного белого гауссовского шума с заданным уровнем, имитирующего воздействие среды распространения.

Сформированная аддитивная смесь сигнала и шума поступает на вход приёмника. Так как в стандарте применяются коды с прямой коррекцией ошибок, часть искажённой вследствие воздействия помех информации восстанавливается при декодировании.

В блоке оценки качества приёма восстановленные данные сравниваются с изначальными путём подсчёта количества искажённых бит и расчёта значения вероятности битовой ошибки (BER) при большом количестве принятых сообщений. Для получения полного представления о работе системы BER рассчитывается при различной мощности шума. Выходными данными блока являются зависимости BER от отношения энергии символа к спектральной плотности мощности шума (E_S/N_0).

Модель была протестирована как для режимов работы стандарта IEEE 802.15.4-2020, так и для режимов с повышенной частотой повторения импульсов (HPRF) и базовой частотой повторения импульсов (BPRF), введённых в дополнении IEEE 802.15.4z-2020.

На рис.1 представлены результаты моделирования трёх режимов базового стандарта с различными частотами следования импульсов и скоростями передачи данных. На рис. 2 представлены результаты для режимов из дополнения к стандарту [2]. Режим BPRF обеспечивает совместимость с режимами базового стандарта [1] и обладает аналогичной помехоустойчивостью.

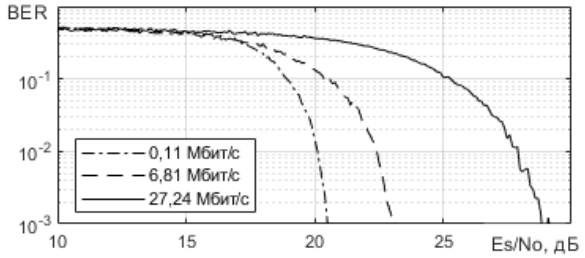


Рис. 1

Режимы HPRF со скоростями следования импульсов 125 МГц и 250 МГц обладают меньшей помехоустойчивостью из-за снижения количества СШП-импульсов на один символ.

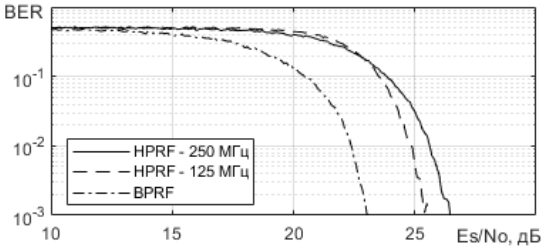


Рис. 2

3. Заключение

Приведённая имитационная модель позволяет оценить помехоустойчивость канала связи, функционирующего в соответствии со стандартами IEEE 802.15.4-2020 и IEEE 802.15.4z-2020. Модель может быть модифицирована для оценки влияния различных типов помех.

4. Благодарности

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 21-19-00323, https://rscf.ru/project/21-19-00323/.

5. Список литературы

[1] IEEE Standard for Low-Rate Wireless Networks (Revision of IEEE Std 802.15.4-2015). — 2020. — 510 p.
[2] IEEE Standard for Low-Rate Wireless Networks – Amendment 1: Enhanced Ultra Wideband (UWB) Physical Layers (PHYs) and Associated Ranging Techniques. — 2020. — 173 p.

SIMULATION MODEL OF IEEE 802.15.4z COMMUNICATION CHANNEL IN THE PRESENCE OF RANDOM DISTORTION

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

Abstract — Simulation model of ultra-wideband communication channel of IEEE 802.15.4-2020 and IEEE 802.15.4z-2020 standards is studied. Efficiency of communication system under the influence of noise interference is considered.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕНИ ПРИХОДА УЗКОПОЛОСНЫХ И СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ

Головацкая Е. Э., Корчагин Р. Ю.
Научный руководитель: канд. ф.-м. наук. Титов К. Д.
Воронежский государственный университет, Россия
E-mail: titovkd@gmail.ru

Аннотация — Синтезированы алгоритмы оценки времени прихода узкополосных и сверхширокополосных сигналов с неизвестными амплитудой и начальной фазой на фоне гауссовского белого шума. Найдены характеристики синтезированных алгоритмов и выполнен анализ эффективности функционирования.

1. Введение

В последние годы широкое применение в практических приложениях телекоммуникаций, дистанционного зондирования и радиолокации находят сверхширокополосные (СШП) сигналы. Применение СШП сигналов по сравнению с узкополосными расширяет функциональные возможности существующих систем, а также может способствовать созданию принципиально новых, позволяющих решать широкий круг научно-технических задач; при этом методы обработки узкополосных сигналов [1] существенно отличаются от СШП сигналов. Также в силу особенностей процесса распространения сигнала в беспроводном канале, а также из-за возможной неточности модели на приёмной стороне может оказаться неизвестным время прихода сигнала. Таким образом, оптимальной задачей является исследование эффективности функционирования устройств измерения времени прихода СШП сигналов.

2. Основная часть

В работе рассмотрены квазиправдоподобные алгоритмы (КП) оценки времени прихода узкополосных и СШП сигналов. Квазиправдоподобный приёмник формирует логарифм функционала отношения правдоподобия (ЛФОП) для некоторых ожидаемых значений амплитуды, начальной фазы и всех возможных значений времени прихода, при этом длительность сигнала полагается неизвестной. Тогда КП оценка времени прихода определяется как положение абсолютного максимума случайного поля. Для того, чтобы определить характеристики КП оценки времени прихода, необходимо аналогично работам [2] перейти к новым переменным — моментам появления и исчезновения сигнала, затем найти их характеристики КП оценок. В работе [3] выполнен синтез и анализ КП алгоритма оценки времени прихода для УП сигнала.

Аналогично [3] были определены нормированные смещения и рассеяния КП оценок времени прихода для СШП, т.е. было учтено, что ЛФОП содержит вторые гармоники, и условие относительной узкополосности для сигнала не выполняется. На рис. 1 показаны зависимости нормированных смещений КП оценок времени прихода b_λ от расстройки по начальной фазе $\Delta\varphi$. Линиями обозначены зависимости при различных значениях расстройки амплитуды для СШП — Δa_1 и для узкополосных сигналов — Δa_2.

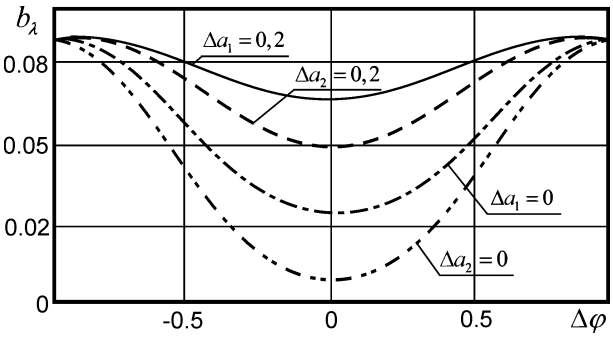


Рис. 1

3. Заключение

В работе проведен сравнительный анализ эффективности функционирования устройств измерения времени прихода. Установлено, что смещение оценок времени прихода для СШП сигналов увеличивается на 30 % по сравнению с результатами, полученными в работе [3]. Данный вывод объясняется сложной структурой устройства измерения времени прихода СШП сигналов и наличием расстроек по неизвестным параметрам.

4. Благодарности

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 21-19-00323, https://rscf.ru/project/21-19-00323/.

5. Список литературы

[1] Хелстром, К. Статистическая теория обнаружения сигналов / К. Хелстром. — М. : Издательство иностранной литературы, 1963. — 432 с.

[2] Трифонов, А. П. Совместная оценка двух параметров разрывного сигнала на фоне белого шума / А. П. Трифонов, В. К. Бутейко // Радиотехника и электроника, 1989. — Т.34. — №11. — С. 2323 — 2329.

[3] Трифонов, А. П. Оценка времени прихода и длительности радиосигнала с неизвестными амплитудой и начальной фазой / А. П. Трифонов, Ю. Э. Корчагин, С. В. Корольков // Изв. вузов. Радиофизика, 2017. — Т.60. — №11. — С. 1027 — 1038.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF THE DEVICES FOR MEASURING THE ARRIVAL TIME OF NARROW-BAND AND ULTRA-WIDEBAND SIGNALS

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

Abstract — Algorithms for estimating the arrival time of narrow-band and ultra-wideband signals with unknown amplitude and initial phase against the background of Gaussian white noise are synthesized. The characteristics of the synthesized algorithms are found, and the analysis of the functioning efficiency is performed.

РАСЧЕТ АВТОКОРРЕЛЯЦИОННОЙ ФУНКЦИИ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНОГО СИГНАЛА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КАНАЛА СВЯЗИ

Кондаурова В. В., Корчагин Р. Ю.
Научный руководитель: канд. ф.-м. наук Титов К. Д.
Воронежский государственный университет, Россия
E-mail: *titovkd@gmail.com*

Аннотация — Получены аналитические выражения для автокорреляционной функции сверхширокополосного сигнала (СШПС), основанные на энергетических характеристиках канала связи.

1. Введение

При передаче информации по беспроводному каналу повышение информативности систем может достигаться за счёт расширения полосы частот. Использование СШПС позволяет значительно повысить пропускную способность для систем связи и разрешающую способность для систем радиолокации.

Исследование энергетических характеристик канала в аналитическом виде позволяет получить уравнение радиосвязи необходимое для расчета потенциальной дальности распространения СШПС. Если принимаемый антенной или возбуждающий излучающую антенну СШПС относится к классу сверхкоротких импульсов, длительность которых много меньше размера антенны, то важное значение приобретает анализ динамики возбуждения отдельных частей антенны, а также энергетико-временные соотношения [1].

При передаче СШПС его форма меняется, поэтому сигнал на выходе приёмной антенны будет отличным от того, что возбуждал передающую антенну. Пренебрегая искажениями при прохождении сигнала в среде распространения, важнейшей временной характеристикой принятого сигнала является его автокорреляционная функция $B_R(\tau)$, определяющая меру схожести принятого сигнала и его смещенной во времени копии [2]. Таким образом, для расчета уравнения связи при передаче СШПС необходимо получить аналитический вид автокорреляционной функции.

2. Основная часть

Для импульсов с простой формой (без существенной структурной модуляции) характерный масштаб изменения времени автокорреляции τ_{cor} нормированной автокорреляционной функции $B_R(\tau)$, может служить оценкой ожидаемой длительности τ_{iR} принимаемого импульса: $\tau_{cor} \approx \tau_{iR}$.

Для расчёта коэффициента автокорреляции воспользуемся спектральным представлением в приближении физической оптики, осуществив переход из временной области в частотную используя теорему Парсеваля. Энергетическая эффективность излучения и приёма в радиоканале при согласованном режиме приёма при достаточно большом расстоянии будет соизмеримой с энергией на выходе приёмной антенны. Также энергия сигнала на выходе приёмной антенны будет пропорциональна произведению эффективной площади и нормированной весовой функции [3]. В работе было получено выражение для коэффициента автокорреляции:

$$K_R(\vec{i}_T,\vec{i}_R,\tau)=\frac{\int_0^\infty \chi_\omega(\vec{i}_T,\omega)A_\omega(\vec{i}_R,\omega)\cos(\omega\tau)d\omega}{\int_0^\infty \chi_\omega(\vec{i}_T,\omega)A_\omega(\vec{i}_R,\omega)d\omega},$$

где $\vec{i}_T$ — вектор, характеризующий ориентацию передающей антенны, $\vec{i}_R$ — вектор, характеризующий ориентацию приёмной антенны, $\chi_{\omega n}(\vec{i}_T,\omega)$ — нормированная весовая функция, A_ω — эффективная площадь приёмной антенны, τ — время запаздывания, ω — частота колебаний.

Если величина A_ω, не зависит от ω, то следует, что $K_R(\vec{i}_T,\vec{i}_R,\tau)=K_\chi(\vec{i}_T,\tau)$, где

$$K_\chi(\vec{i}_T,\tau)=\int_0^\infty \chi_{\omega n}(\vec{i}_T,\omega)\cos(\omega\tau)d\omega$$

— коэффициент автокорреляции импульсной характеристики передающей антенны.

3. Заключение

Полученные аналитические выражения для корреляционной функции СШПС в передающей-приёмной системе целесообразно описывать, используя спектральное представление с учётом энергетических характеристик канала. Итоговое выражение может быть использовано для расчета потенциальной дальности распространения СШПС.

4. Благодарности

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 21-19-00323, https://rscf.ru/project/21-19-00323/.

5. Список литературы

[1] Иммореев, Я. И. Излучение сверхширокополосных сигналов / Я. И. Иммореев, А. Н. Синявин // Антенны. — 2001. — №1. — С. 8 — 16.
[2] Баскаков, С. И. Радиотехнические цепи и сигналы / С. И. Баскаков. — М. : Высшая школа, 2000. — 462 с.
[3] Авдеев, В. Б. Уравнения радиосвязи при использовании сверхширокополосных сигналов / В. Б. Авдеев, Д. В. Авдеева // Телекоммуникации. — 2002. — №9. — С. 2 — 10.

CALCULATION OF THE AUTOCORRELATION FUNCTION OF AN ULTRA-WIDEBAND SIGNAL IN THE STUDY OF ENERGY PERFORMANCE OF A COMMUNICATION CHANNEL

Kondaurova V. V., Korchagin R. Yu.
Scientific adviser: Titov K. D.
Voronezh State University, Russia

Abstract — Analytical expressions for the autocorrelation function of an ultra-wideband signal (UWBS) based on the energy characteristics of the connection channel are found.

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ

Хаджиметова К. А., Преображенский А. П.
Научный руководитель: д-р. техн. наук, проф. Преображенский А. П.
Воронежский институт высоких технологий, Россия
E-mail: komkovvivt@yandex.ru

Аннотация — В работе рассмотрены возможности анализа беспроводных сетей с целью повышения эффективности передачи информации. Разработанный подход может быть использован для широкого класса сетей.

1. Введение

В настоящее время сети беспроводного доступа являются неоднородными. Это означает наличие в конкретной зоне обслуживания пользователей нескольких разнообразных сетей доступа, которые можно использовать для единого функционального назначения, но в то же время относиться к разным системам связи, различаться по методам кодирования и передачи телекоммуникационных сигналов, методов маршрутизации сообщений, идентификация пользователей, авторизация и аутентификация. Цель работы состоит в разработке предложений по повышению эффективности передачи информации в сложных беспроводных сетях.

2. Основная часть

В рассматриваемой беспроводной структуре все переходы считаются детерминированными, информационные и управляющие сигналы считаются исполняемыми и достигают целевого воздействия на объект управления с конечным результатом воздействия.

Методика разработки основана на использовании системно-структурного аспекта имитации неоднородной внутренней сети с требуемым учетом системно-элементного и системно-функционального аспектов моделирования. В рамках системно-структурного аспекта имитации в первую очередь изучаются взаимосвязи между объектами, в этом случае моделируются сетевые узлы и сетевые элементы. Чтобы оценить время протекания хендовера между системами, в целевой широкополосной сотовой сети, реализуют общую модель, позволяющую проанализировать когнитивную сеть гетерогенного типа. Здесь используется модель СМО, в которую входят девять узлов сети, имеющие каждый свой отдельный номер, согласно порядку по обмену сообщениями сигнального (СС) характера. СС, которые передаются от узла к узлу, будут математически соответствовать поданным заявкам, узлы сети и компонент сети, будут соответствовать узлам, входящим в открытую неоднородную СМО. Общее количество времени, на которое задерживается обслуживание заявок в представленной СМО, будет соответствовать времени задержки, когда осуществляется переход к целевой сети, и его определяют, как среднее время протекания хендовера между системами.

Применяемая методика рассчитывает разделение потоков, обрабатываемых узлами СС, по 2-м потокам, которые не пересекаются друг с другом, однако существуют вместе в одно и то же время. Эти потоки мы обозначим главный и фоновый, и они будут независимы друг от друга. Формирование главного потока происходит посредством СС, которые составляют цепочку СС при действующей заявке на проведение хендовера. Формирование фонового потока происходит посредством СС, которые не относятся к обработке действующей заявки на проведение хендовера. Они являются сообщениями, относящимися к другим заявкам на разных этапах обработки.

Анализируя полученные результаты моделирования, можно увидеть, что, когда уровень интенсивности на главном и фоновом трафике равный, и продолжительность обработки СС на фоновом трафике равняется десяти или двадцати миллисекундам, тогда продолжительность хендовера не будет сильно меняться. Анализ проводился исключительно по физическому и канальному уровням.

Количество времени, которое тратиться на проведение хендовера, будет равняться задержке трафика, когда пользовательское устройство переключается в необходимую сеть. Предложено использование метода, который дает возможность оценить задержку при проведении хендовера. Учитывается разное время, с которым обслуживается сигнальный трафик, при помощи узлов БЛС, широкополосными сотовыми сетями, когнитивными сетями связи.

3. Заключение

Чтобы оценить время реализации хендовера, проведено создание общей модели, позволяющей обмениваться СС в сети гетерогенного типа. Этот процесс состоит из этапов, на которых устанавливается безопасное соединение пользовательского устройства с информационно-управляющим узлом, устройство принимает данные о наличии доступных сетей, выбирает необходимую сеть, проводит в ней авторизацию, получает идентификатор в необходимой сети, организует сеанс связи и начинает передавать трафик от пользователя.

4. Список литературы

[1] Львович, Я. Е. Оптимизация структуры и функционирования комплексного транспортного предприятия / Я. Е. Львович, А. П. Преображенский, Ю. П. Преображенский // Int. Journal of Advanced Studies. — 2021. — Т.11. — №3. — С. 89 — 98.

[2] Львович, Я. Е. Об оптимизации системы перевозок на основе мониторинговой информации / Я. Е. Львович, А. П. Преображенский, Ю. П. Преображенский // Int. Journal of Advanced Studies. — 2020. — Т.10. — №2. — С. 38 — 47.

ABOUT THE POSSIBILITIES OF IMPROVING THE EFFICIENCY OF INFORMATION TRANSMISSION IN A WIRELESS NETWORK

Khadzhimetova K. A., Preobrazhenskiy A. P.
Scientific adviser: Preobrazhenskiy A. P.
Voronezh Institute of High Technologies, Russia

Abstract — The paper considers the possibilities of analysis of wireless networks in order to improve the efficiency of information transmission. The developed approach can be used for a wide class of networks.

РАЗРАБОТКА БЕСПРОВОДНОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ ПОСРЕДСТВОМ ПРОТОКОЛА OPENTHERM

Зуев А. А., Костицына К. О.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Зуев А. А.
Поволжский государственный технологический университет, Россия
E-mail: kko230401@gmail.com

Аннотация — В настоящее время имеется тенденция создания климатического оборудования, что создает потребность в централизованной системе управления в различных помещениях. Данную проблему позволяет решить протокол OpenTherm для климатических установок, который является новым стандартом в данном направлении.

1. Введение

В наше время существует тенденция создания энергоэффективных сооружений, со сложными система управления.

Одним из направлений является климатическое оборудование, что создает потребность в централизованной системе управления в различных помещениях. Существуют дорогостоящие системы, которые не являются универсальными, не дают перекрестной совместимости с оборудованием различных производителей.

Данную проблему позволяет решить протокол OpenTherm для климатических установок, который является новым стандартом в данном направлении.

2. Основная часть

OpenTherm — это система связи типа «точка-точка», поэтому не представляется возможным подключить несколько котлов в одну проводную шину.

OpenTherm предполагает, что внешний контроллер управления котлом, получая информацию по обратной связи, контролирует работу всей системы, исходя из отклонения текущих параметров от заданных, согласно некоторому гистерезису. Котел, в свою очередь, также может передавать коды неисправностей и системную информацию в контроллер для диагностики [1].

На рис. 1 показа электрическая структурная схема OpenTherm.

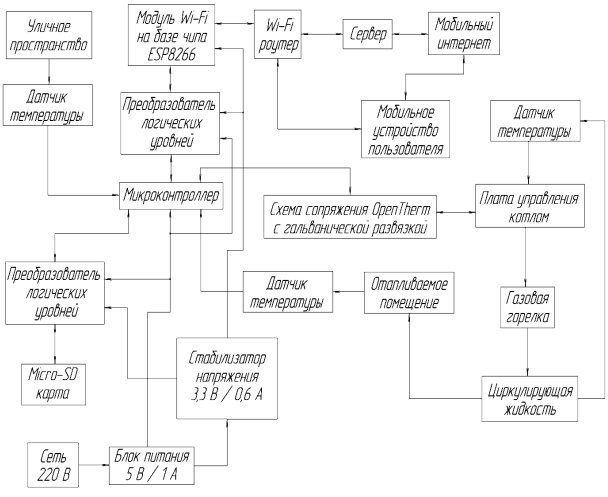


Рис. 1

Кроме того, из-за инерции водяной системы отопления, энергия котла будет неэкономно расходоваться, когда термостат снова включит котел — горелка котла включиться сразу же, но ее тепло до помещения будет идти определенное время, и фактическая температура воздуха в помещении будет сначала «проседать» относительно требуемого заданного уровня, а после этого снова возрастет.

Периодическое частое включение/выключение котла является неоптимальным режимом работы как для самого котла, так и для отопительной установки в целом, по следующим причинам [2]:

— снижается ресурс работы котла вследствие того, что при каждом новом старте на теплообменнике выпадает конденсат, обладающий коррозионной активностью;

— при каждом старте котла в быстро остывающем дымоходе начинает образовываться конденсат, постепенно его разрушающий (особенно это критично для невлагостойких «мокнущих» кирпичных и асбестовых дымоходов).

В первые минуты, пока горелка не прогрелась и не вышла на рабочий режим, смешение газа с воздухом и химическое сгорание газовоздушной смеси происходит не оптимальным образом и в этот период КПД котла ниже номинального.

3. Заключение

Таким образом, в данной статье была рассмотрена архитектура OpenTherm и методы уменьшения гистерезиса газовых котлов, потому что увеличение их КПД приведет к экономии материальных затрат на поддержание комфортной температуры в помещении.

4. Список литературы

[1] Скуснов, А. Тестирование точек доступа: беспроводной Интернет в каждую квартиру / А. Скуснов // Компьютерный еженедельник «Upgrade». — 2004. — №44(186).

[2] Термостатирование в доме [Электронный ресурс]. — Режим доступа: habrahabr.ru/post/214257 (дата обращения: 15.03.2022).

DEVELOPMENT OF A WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM FOR CLIMATE CONTROL EQUIPMENT VIA THE OPENTHERM PROTOCOL

Zuev A. A., Kostitsyna K. O.
Scientific adviser: Zuev A. A.
Volga State Technological University, Russia

Abstract — Currently, there is a tendency to create climate control equipment, which leads to the need for a centralized control system in various locations. The problem can be solved by the OpenTherm protocol for climate installations, which is a new standard in this direction.

МОДЕЛЬ ПОТОКА АТАК И АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

Куринный Ф. А., Паслён В. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Паслён В. В.
Донецкий национальный технический университет, ДНР
E-mail: feodormag@mail.ru

Аннотация — С темпом увеличения использования персональных устройств, таких как телефоны и часы, которые подключаются к Интернету через Wi-Fi, беспроводные атаки на пользователей становятся все более частым явлением. В этой статье представлена модель атаки, предлагающая организованное и всестороннее представление о возможных атаках беспроводные каналы связи, использующие новейшие стандарты безопасности Wi-Fi. Исследованы атаки, такие как атаки KRACK и PMKID Dictionary. Основной вклад этой статьи состоит в том, чтобы проанализировать технологию, предлагаемую в новой схеме безопасности Wi-Fi Protected Access III (WPA3), и предоставить первый всесторонний анализ безопасности, обсудить, определение, были ли устранены уязвимости его предшественника.

1. Введение

На момент написания статьи для IEEE 802.11 были реализованы три основных протокола безопасности: проводная эквивалентная конфиденциальность (WEP), защищенный доступ Wi-Fi (WPA) и защищенный доступ Wi-Fi II (WPA2). Четвертый протокол, Wi-Fi Protected Access III (WPA3), был недавно выпущен Wi-Fi Alliance 25 июня 2018 года. Преимущества и ограничения каждого из этих протоколов будут обсуждаться в этом документе. Несмотря на то, что WEP устарел и он больше не разрешается к внедрению в новые маршрутизаторы и устройства, он все еще используется в устаревших устройствах. В статье каждый протокол будет определен и проанализирован на предмет его преимуществ и ограничений. Ниже будет обсуждение WPA3 и проблем, которые он пытается решить в текущем состоянии безопасности Wi-Fi.

2. Основная часть

Протоколы безопасности были реализованы для обеспечения безопасности сетей Wi-Fi в форме аутентификации и шифрования, а не просто предоставления беспроводной среды для Интернета. На момент написания этой статьи WPA2 был наиболее часто используемым протоколом безопасности из-за его высокого уровня безопасности и времени на рынке. Релиз WPA3 еще новый и не набрал достаточной популярности, но тем не менее обладает высочайшим на сегодняшний день уровнем безопасности, на чем мы и остановимся подробно. Несмотря на то, что WEP больше не считается надежным протоколом безопасности и не реализуется в новых устройствах, в современном мире по-прежнему можно увидеть каждый протокол на некоторых устройствах [1].

Наряду с преимуществами каждого из этих протоколов и методов шифрования существует также множество ограничений и уязвимостей. Новейшие устройства имеют самые современные меры безопасности и способны поддерживать все обсуждаемые протоколы. Однако, поскольку более старые устройства все еще существуют и используются в мире, по-прежнему важно знать об этих ограничениях.

Опишем основные концепции атаки, которые злоумышленник может выполнить против клиента-жертвы в сети Wi-Fi с использованием безопасности WPA2-PSK. Чтобы четко определить все слабые места в архитектуру существующих сетей Wi-Fi, мы создали блок-схему, показывающую шаги, предпринятые злоумышленником для достижения желаемых результатов. Диаграмма разбита на три категории: состояния, атаки и исходы. Состояние — это положение, в котором находится атакующий, способное выполнить атаку или достичь желаемого результата. Переход из одного состояния в другое обычно осуществляется с помощью атаки, но также может выполняться напрямую. Атака — это действие, предпринятое против жертвы или точки доступа противником для перехода в другое состояние или достижения желаемого результата. Результат — злонамеренная цель злоумышленника; другими словами, что он планирует сделать.

3. Заключение

Схемы безопасности должны адаптироваться, чтобы быть в курсе новых угроз, чтобы обеспечить максимальную безопасность для пользователей. До сих пор мы видели три схемы безопасности, WEP, WPA и WPA2, и показали, что у них есть свои уязвимости, которыми могут воспользоваться злоумышленники. Важно понимать прошлые, прекращенные схемы, чтобы иметь возможность создавать новые, более безопасные схемы, такие как WPA3. Новая реализованная схема устраняет многие проблемы, присутствующие в WPA2, включая деаутентификацию, автономные атаки по словарю и уязвимость KRACK, но не решает некоторые из основных уязвимостей в сетях Wi-Fi.

4. Список литературы

[1] Неустроев, Н. С. Исследование безопасности Wi-fi сети по методу атаки на точки доступа из глобальной и локальной сетей / Н. С. Неустроев // Форум молодых ученых. — 2020. — № 6(46). — С. 511 — 515.

[2] Летавина, А. С. Проблемы информационной безопасности в беспроводных компьютерных сетях технологии Wi-Fi: характеристики, подключение и способы защиты / А. С. Летавина, А. Ю. Богачев // Российская наука и образование сегодня: проблемы и перспективы. — 2020. — № 2(33). — С. 83 — 87.

ATTACK FLOW MODEL AND SECURITY ANALYSIS FOR WIRELESS NETWORKS

Kurinnij F. O., Paslen V. V.
Scientific adviser: Paslen V. V.
Donetsk National Technical University

Abstract — In the article, an attack model that provides an organized and comprehensive view of possible attacks on the latest Wi-Fi security standards is presented.

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ОПТИЧЕСКОГО 16-*QAM* МОДУЛЯТОРА И КОГЕРЕНТНОГО ПРИЁМНИКА ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ

Ткаченко М. О., Головин В. В., Ткаченко В. С., Елинский Т. В.
Научный руководитель: доц. Головин В. В., Ткаченко М. О.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: MOTkachenko@sevsu.ru

Аннотация — Разработана структура когерентной высокоскоростной цифровой волоконно-оптической линии связи с реализацией оптической 16-QAM на одной поляризации оптической несущей, предназначенной для передачи данных на большие расстояния.

1. Введение

Сегодня развитие телекоммуникационных систем связано с увеличением скоростей передачи информации для обеспечения функционирования интернета-вещей, умных городских и коммунальных систем, интеллектуального электротранспорта, беспилотных транспортных средств, ресурсоемких сетевых абонентских сервисов. В связи с этим подавляющая часть сетей реализуется на основе волоконно-оптических систем передачи (ВОСП), которые позволяют покрыть большие площади и на больших расстояниях с минимальными энергетическими и материальными затратами.

2. Основная часть

На рис. 1 показана обобщенная структурная схема ВОСП с учетом усиления сигнала и компенсации хроматической дисперсии.

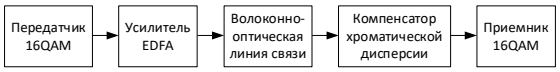


Рис. 1

На рис. 2 показана структурная схема передатчика ВОСП с 16-QAM. Входной цифровой сигнал подаётся на генератор импульсов QAM, в котором формируются I и Q составляющие сигнала для 4-QAM. Далее сигнал в каждом канале делится пополам с помощью Y-ответвителей и подаётся соответственно на 4 драйвера управления электрическим сигналом. Драйверы необходимы для формирования сигнала с требуемыми фазами и амплитудами для электрооптического модулятора. Для модуляции оптической несущей используется пара электрооптических модуляторов Маха-Цандера [1]. После оптической модуляции на один из каналов вносится фазовый сдвиг, равный $\pi/2$, после чего на выходе формируется сигнал с оптической модуляцией 16-QAM. Достоинства применения радиооптических схем формирования QAM сигналов — широкополосность оптических каналов, что позволяет передавать большие объёмы данных на дальние расстояния. Однако одно из важнейших требований к схеме — использование лазера непрерывного излучения с высокой стабильностью оптической несущей и узкой спектральной линией.

3. Заключение

Разработаны структурные схемы передатчика и приемника ВОСП с оптической 16-QAM. Полученные результаты позволяют перейти к полноценному моделированию и исследованию ВОСП с 16QAM и скоростью передачи данных до 100 Гбит/с.

4. Список литературы

[1] Ткаченко, М. О. Разработка структуры модулей Центральной и базовой станций волоконно-эфирной сети 5G / М. О. Ткаченко, В. В. Головин // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций. — 2021. — №4. — С. 68.
[2] Ткаченко, М. О. Высокоскоростная 4-QAM волоконно-оптическая система передачи данных / М. О. Ткаченко, В. В. Головин // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций. — 2021. — №4. — С. 70.

BLOCK DIAGRAM OF THE OPTICAL 16-QAM MODULATOR AND COHERENT RECEIVER OF FIBER-OPTIC COMMUNICATION LINE

Tkachenko M. O., Golovin V. V., Tkachenko V. S,
Elinskii T. V.
Scientific advisers: Golovin V. V., Tkachenko M. O.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The structure of a coherent high-speed digital fiber-optic communication line with the implementation of an optical 16-QAM on a single polarization optical carrier designed for long-distance data transmission has been developed.

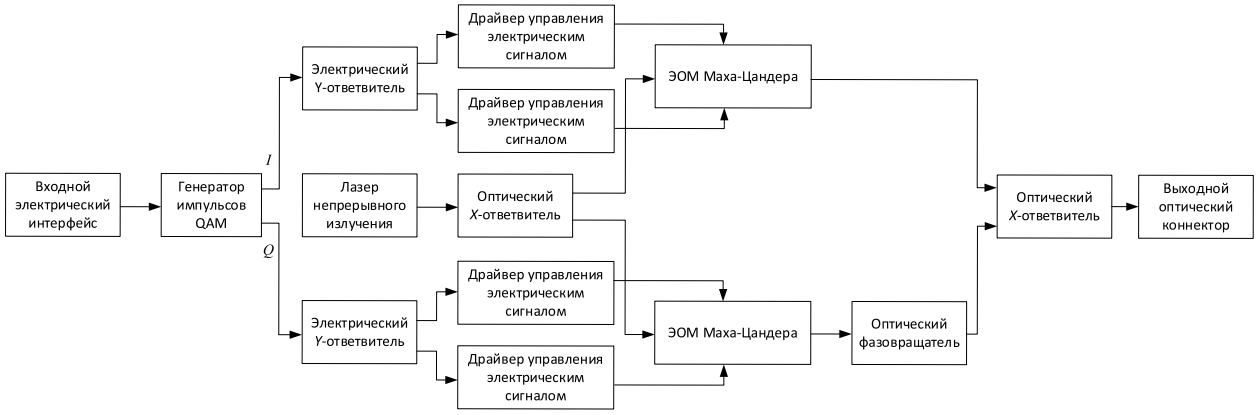


Рис. 2

ВЫСОКОСКОРОСТНАЯ WDM ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ СВЯЗИ С ОПТИЧЕСКИМИ 16-QAM СИГНАЛАМИ

Ткаченко М. О., Головин В. В., Ткаченко В. С., Парамонов В. В.
Научные руководители: доц. Головин В. В. Ткаченко М. О.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: MOTkachenko@sevsu.ru

Аннотация — Разработана и исследована модель цифровой когерентной WDM волоконно-оптической линии связи с квадратурной амплитудной модуляцией 16-QAM на каждой из несущих, которая обеспечивает емкость оптоволоконной линии не менее 500 Гбит/с на расстояние до 100 км.

1. Введение

Использование волоконно-оптических технологий при проектировании линий связи набирает популярность, так как оптические волноводы имеют низкий коэффициент затухания и массу, а также высокую пластичность, широкую полосу пропускания и невосприимчивы к электромагнитным полям [1].

2. Основная часть

На рис. 1 показана модель ВОСП с 5 оптическими несущими и передачей потока данных с суммарной скоростью 500 Гбит/с.

На рис. 2 показан спектр оптического сигнала после мультиплексирования.

На рис. 3 показаны созвездия 16-QAM на выходе ВОСП при длине оптического волокна 100 км. Исследуя различные длины волокна и компенсаторов дисперсии, эмпирическим путем установлено, что для длины линии передачи 100 км необходим компенсатор длиной 9 км.

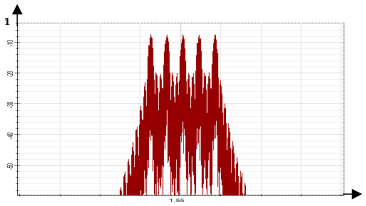


Рис. 2

В схеме ВОСП применяются модули формирования и когерентного детектирования оптического 16-QAM сигнала на каждой из оптических несущих.

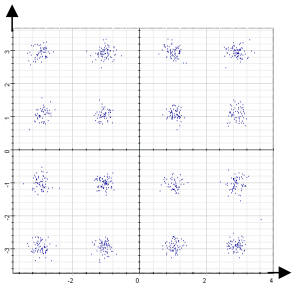


Рис. 3

3. Заключение

Проанализирована модель высокоскоростной ВОСП с 5 несущими и передачей потока данных с суммарной скоростью 500 Гбит/с при различной длине оптоволокна. Предложены рекомендации по увеличению длины ВОСП.

4. Список литературы

[1] Ткаченко, М. О. Высокоскоростная 4-QAM волоконно-оптическая система передачи данных / М. О. Ткаченко, В. В. Головин // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций. — 2021. — №4. — С. 70.

HIGH-SPEED WDM FIBER-OPTIC COMMUNICATION LINE WITH 16 QAM OPTICAL SIGNALS

Tkachenko M. O., Golovin V. V., Tkachenko V. S., Paramonov V. V.
Scientific advisers: Golovin V. V. Tkachenko M. O.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A model of a digital coherent WDM fiber-optic communication line with 16-QAM quadrature amplitude modulation on each of the carriers has been developed and investigated, which provides a fiber-optic line capacity of at least 500 Gbit/s for a distance of up to 100 km.

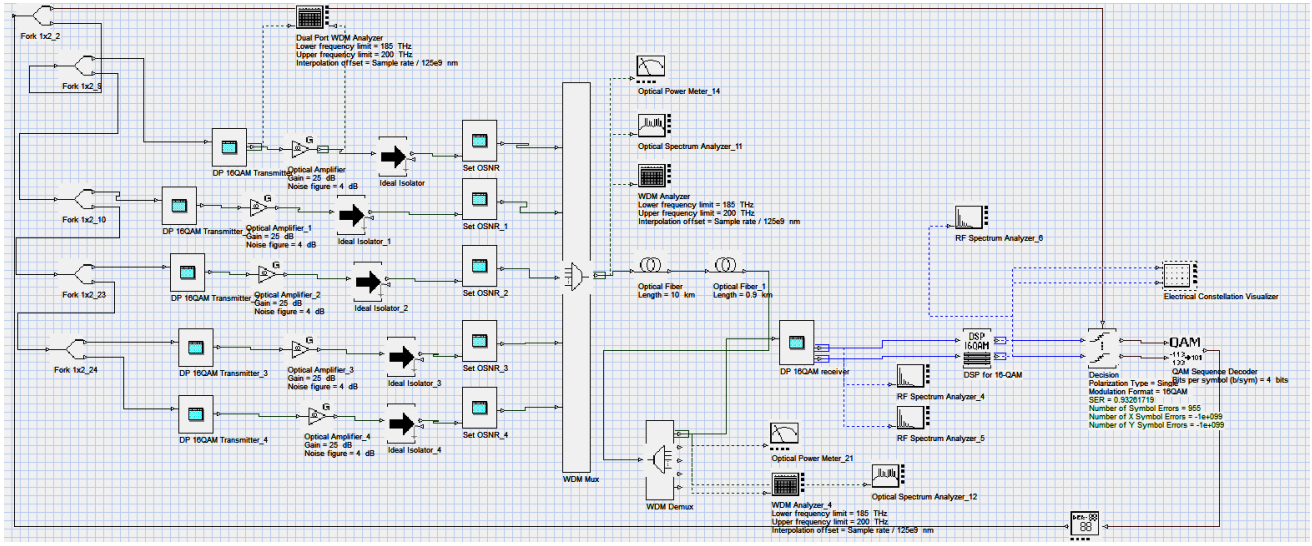


Рис. 1

ВОПРОСЫ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗДОРОВЬЯ ПАЦИЕНТОВ КЛИНИКИ

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

Аннотация — Рассмотрены вопросы реализации отечественной системы мониторинга показателей здоровья пациентов медицинских учреждений, которая бы была построена на доступных компонентах с достаточной степенью безопасности хранения и обработки персональных данных.

1. Введение

Системы контроля показателей здоровья очень востребованы и актуальны в любое время. Здоровье человека, особенно подверженное хроническим заболеваниям, нуждается в круглосуточном наблюдении, тогда как доступность лечащего врача ограничена по различным причинам даже на уровне частных клиник. Кроме того, измерения параметров здоровья (например, температура, артериальное давление, сатурация) не могут производиться с необходимого для каждого конкретного пациента клиники частотой, особенно если он не находится на стационарном лечении. Из чего следует, что вопросы реализации отечественных систем мониторинга актуальны.

2. Основная часть

Из анализа аналогов подобных систем [1] сделан вывод, что известные системы отличаются либо специфичностью назначения, большой стоимостью, либо необоснованным размещением данных от пациентов на серверах в облачном хранении фирмы-производителя, что снижает уровень безопасности хранения персональных данных пациентов, а также тем, что системы предназначены в основном для работы со стационарными больными.

Предложена концепция системы мониторинга, структура которой представлена на рис. 1. Система располагается на ресурсах в локальной сети клиники и представляет собой специализированный сервер, который обеспечивает сбор, хранение, обработку данных 24/7. Также формирует и предоставляет лечащему врачу результаты мониторинга [2] в ситуациях, когда пациент должен обязательно прийти в клинику (в т. ч. в экстренных случаях) и предоставляет врачам круглосуточный доступ к информации через *Web*-интерфейс внутри локальной сети.

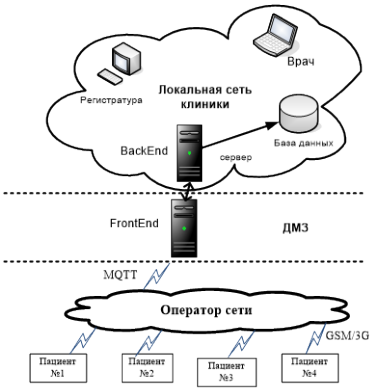


Рис. 1

Максимальная безопасность данных клиентов клиники обеспечивается хранением данных в базе данных на сервере, расположенном внутри локальной сети клиники, а обеспечение взаимодействия и снятия «сырых» данных с клиентских приборов осуществляет *frontEnd* часть сервера системы. Передача данных с модулей пациентов осуществляется через оператора мобильной сети (по технологии 3*G*).

В работе разработана функциональная схема измерительного блока, размещаемого на руке пациента (рис. 2). Также выбраны основные элементы измерительного модуля с соответствующей обвязкой. Так, например, в основном модуле выбраны микроконтроллер ATmega16U4, 3G-модуль SIM5360, оптический термодатчик tmp117, датчик артериального давления MPXV5100GC6U. На модуле кольцо расположены микроконтроллер ATmega16U4 и пульсоксиметр max30102. Указанные микросхемы выбраны до событий февраля 2022 года, поэтому нами была предпринята попытка анализа возможности реализации системы на доступных компонентах отечественной разработки или от производителей дружественных стран.

Рис. 2

Выбраны аналоги используемых датчиков и микроконтроллеров, а именно датчик сатурации SCD30, микроконтроллер 1986BE91H4 (в основной модуль и модуль кольцо), термодатчик SHT30.

3. Заключение

Таким образом, разработка системы мониторинга в настоящее время возможна.

4. Список литературы

[1] Petrushin, S. A. The health monitoring system for clinic's patients / S. A. Petrushin, E. A. Redkina // Recent Achievements and Prospects of Innovations and Technologies. — 2022. — Vol.2. — P. 90 — 98.

[2] Шибкова, Д. З. Организация здоровьеформирующей среды с использованием автоматизированной программы «Мониторинг здоровья»: монография / Д. З. Шибкова, П. А. Байгужин. — Челябинск : Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2011. — 168 с.

ISSUES OF IMPLEMENTATION OF SYSTEM FOR HEALTH MONITORING FOR THE CLINIC'S PATIENTS

Redkina E. A., Petrushin S. A.
Scientific adviser: Redkina E. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The issues of the implementation of the concept of a domestic system for health monitoring for patients in medical institutions, including a measuring module, which would be built on accessible components with a sufficient degree of safety of storing and processing personal data, are considered.

ВОПРОСЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Янкин Д. Е., Заболоцкая Е. В., Омельчук Ю. А.
Научный руководитель: канд. хим. наук, доц. Омельчук Ю. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: danyrini@*mail.ru*

Аннотация — В работе представлены результаты процесса формирования экологической отчетности государственного предприятия. Рассмотрены теоретические основы и выполнен анализ нормативно-правовой базы регламентирующей требования к экологической отчетности: 2-ТП «отходы», декларация негативного воздействия на окружающую среду, производственный экологический контроль. Предоставленные отчеты подготовлены на предприятии ГУП «УКО ТК г. Севастополя» через личный кабинет природопользователя.

1. Введение

Разработка и применение методов ведения хозяйства, требует от хозяйствующих субъектов проведения природоохранных мероприятий и оценки воздействия на окружающую среду, которые учитывали бы природные равновесия в сторону минимальных вредных воздействий или приводили к улучшению природного потенциала.

Развитие этого направления предполагает внедрение в обиход предприятия ответственность за обеспечение экологических обязательств [1]. При этом анализ и контроль за эффективностью природоохранной деятельности на предприятии, а также за различными формами воздействия предприятия на окружающую среду, невозможны без содержательного экологического учета, часть которого может быть формализована и автоматизирована. Работа посвящена анализу реализации экологической отчетности в РФ.

2. Основная часть

В соответствии с законодательством [2], договорами и лицензиями предприятия несут юридическую ответственность по сохранению благоприятной экологической обстановке, рациональному использованию природных ресурсов, устранению последствий производства, утилизации отходов и т.д. При этом многие предприятия имеют необходимость вести сразу несколько видов учета. Преимущества такой информации — ее инфицированность: собранные в виде документов первичного учета и статистической отчетности данные имеют единую форму для различных предприятий. Эти документы ежегодно составляются структурными подразделениями и направляются в соответствующие инстанции. Указанные формы базируются на первичном учете выбросов загрязняющих веществ, источниках выбросов, а также выполнении мероприятий по уменьшению выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду.

Инженер по охране окружающей среды (эколог) осуществляет контроль над соблюдением в подразделениях предприятия действующего экологического законодательства, инструкций, стандартов и нормативов по охране окружающей среды, способствует снижению вредного влияния производственных факторов на жизнь и здоровье работников. Разрабатывает проекты перспективных и текущих планов по охране окружающей среды, контролирует их выполнение. Оформляет разрешительную и отчетную документацию в области охраны окружающей среды.

Для исполнения должностных обязанностей сотрудник наделяется правами и полномочиями, так что трудовые функции его конкретизируются трудовыми действиями эколога, а именно обобщенной трудовой функцией «Планирование и документальное оформление природоохранной деятельности организации».

В зависимости от категории объекта НВОС (негативное воздействие на окружающую среду) предъявляются различные требования к перечню и составу разрешительной, отчетной и экологической документации на объекте НВОС.

В соответствии с Постановление Правительства РФ N 572 экологическая документация оформляется в личном кабинете природопользователя. ЛПК (специализированный портал надзорных органов, расположенный в сети Интернет) заполняется строго по официальной карточке предприятия и данным, полученным расчетным или лабораторно-замерным методом.

3. Заключение

Для формирования экологической отчётности государственного унитарного предприятия был проведён анализ нормативно-методической базы по ведению производственного экологического контроля на предприятиях Российской Федерации, а также рассмотрена документация, содержащая сведения о результатах осуществления производственного экологического контроля на территории государственного унитарного предприятия. Ведение документации автоматизировано.

4. Список литературы

[1] Экологический менеджмент и аудит: учеб. пособие / М. Н. Струкова, Л. В. Струкова ; науч. ред. М. Г. Шишов ; Мин-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. — 80 с.

[2] Об охране окружающей среды: Федеральный Закон [принят Государственной Думой 20 декабря 2001 года] // опубликован в "Российской газете" от 12 января 2002 г. №6.

ISSUES OF AUTOMATION OF ENVIRONMENTAL REPORTING FORMATION OF A STATE ENTERPRISE

Yankin D. E., Zabolotskaya E. V., Omelchuk Yu. A.
Scientific adviser: Omelchuk Yu. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the results of the process of forming environmental reporting of a state enterprise were presented. The theoretical foundations are considered and the analysis of the regulatory framework regulating the requirements for environmental reporting is carried out: 2-TP "waste", declaration of negative impact on the environment, industrial environmental control. The submitted reports were prepared at the enterprise of the State Unitary Enterprise "UKO TK G. Sevastopol" through the personal account of the nature user.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОРРЕКТИРУЮЩИХ КОДОВ

Муратов А. Э., Капнопуло Д. В., Савинов В. В.
Научный руководитель: Савинов В. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: yasnoesolniwko@vk.com

Аннотация — Рассмотрены различные помехоустойчивые корректирующие коды для оценки эффективности передачи цифровой информации по беспроводному каналу связи с помехами в пакете прикладных программ *MATLAB*.

1. Введение

Тенденции современного мира требуют передавать огромное количество информации, в условиях увеличения количества устройств и уплотнения городской застройки. Эти факторы вызывают помехи в каналах связи (КС), которые нарушают целостность передаваемых данных, что приводит к ошибкам в работе устройств и снижению скорости передачи информации. Снижение влияние помех осуществляется путём использования канального кодирования.

2. Основная часть

Структурная схема моделируемой системы передачи информации приведена на рис. 1.

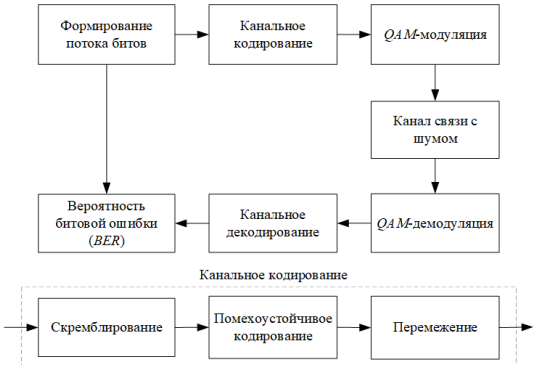


Рис. 1

Канальное кодирование состоит из трёх блоков: скремблирование, помехоустойчивое кодирование, перемежение. Помехоустойчивое, кодирование использует корректирующие коды (КК), которые позволяют не только обнаруживать, но и исправлять ошибки, возникающие при передаче сообщения по КС. Ошибки делятся на битовые (одиночные) и групповые. КК подразделяются на два вида по их способу формирования: блоковые коды и непрерывные. Блоковые коды разбивают информации на части, которые подаются на кодер. Работа кодера определяется алгоритмом кодирования. Непрерывные коды формируется непрерывно во времени, без разделения на части [1]. Оценка эффективности КК проводилась по критериям: отношение сигнал шум (*SNR*); коэффициент битовых ошибок (*BER*); отношение энергии сигнала к биту принимаемой информации (*Eb*/*N*0); скорость кода *r*; количество гарантированно обнаруживающих *s* и исправляемых ошибок *t*.

Симуляция реального шума окружающей среды осуществлена в виде сложения аддитивного белого Гауссовского шума с модулированным сигналом в КС. Рассмотрены следующие варианты кодов: кодирование повторением, код Хэмминга, частный случай БЧХ кода — код Рида-Соломона, свёрточный и каскадный. Каскадное кодирование представляет собой кодирование двумя кодами: внутренним и внешним. Внешним код выступает код Рида-Соломона, а внутренним — свёрточный [2]. На рис. 2 приведены полученные зависимости *BER* от *Eb/N0* (а) и *SNR* (б) для вышеупомянутых КК.

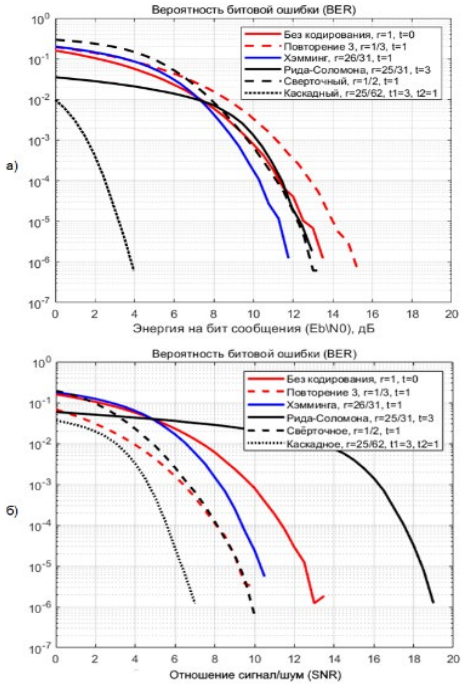


Рис. 2

3. Заключение

Были рассмотрены зависимости *BER* от *SNR* и *Eb*/*N*0. *Eb*/*N*0 более показательна, так как учитывает позиционность модуляции и скорость кода.

Подводя итоги, каскадное кодирование обладает лучшей помехозащищенностью, за счёт устранения групповых ошибок кодом Рида-Соломона и одиночных — свёрточным кодом. Однако, такое решение сложнее в реализации.

4. Список литературы

[1] Кодирование в телекоммуникационных системах: учеб. пособ. для специалитета 090302.65 Информационная безопасность телекоммуникационных систем / А. М. Голиков. — Томск : Томск. Гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2016. — 338 с.

[2] Тамразян, Г. М. Программно-аппаратная реализация оптимального алгоритма декодирования каскадных кодов на базе кодов Рида-Соломона в адаптивных системах обмена данными: дис. …канд. техн. наук: 05.12.13 / Тамразян Георгий Михайлович. — У., 2017. — 139 с.

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF ERROR CORRECTION CODES

Muratov A. E., Kapnopulo D. V., Savinov V. V.
Scientific adviser: Savinov V. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Various noise-resistant error correction codes for evaluating the efficiency of transmitting digital information over a wireless communication channel with interference in the MATLAB application software package are considered.

ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ ПОЧТОВОГО КЛИЕНТА СО ВСТРОЕННОЙ СИСТЕМОЙ АНАЛИЗА ФОРМАЛЬНЫХ ПРИЗНАКОВ И КОНТЕНТНЫМ АНАЛИЗОМ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ

[1]Ланин А. В., [2]Киздермишов А. А.
Научный руководитель: канд. ф-м. наук, доц. Киздермишов А. А.
[1]Севастопольский государственный университет, Россия
[2]Адыгейский государственный университет, Россия
E-mail: colapse1997@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрены существующие почтовые протоколы и методы анализа текста и вложений электронного письма. Описан алгоритм работы разработанного почтового клиента.

1. Введение

В настоящее время основным способом ведения деловой переписки является электронная почта, вследствие чего, перед организацией встает вопрос предотвращения утечек корпоративной информации. Одним из способов решения данной проблемы является внедрение DLP-системы. Как правило фирмы малого бизнеса не могут позволить себе приобретение масштабных DLP-систем, и зачастую нет необходимости внедрять такие системы в малые фирмы. Самым уязвимым местом для таких фирм является электронная почта, и именно на ней следует сосредоточить контроль. В докладе рассмотрены этапы разработки почтового клиента, обеспечивающего функционал необходимый для предотвращения утечек корпоративной информации посредством электронной почты.

2. Основная часть

При разработке почтового клиента первым этапом является анализ почтовых протоколов. Почтовые протоколы – это протоколы семейства TCP/IP для приема и отправки электронной почты. На сегодняшний день существуют 3 почтовых протокола — SMTP, POP3 и IMAP. SMTP (англ. Simple Mail Transfer Protocol — простой протокол передачи почты) — это широко используемый сетевой протокол, предназначенный для передачи электронной почты в сетях TCP/IP. Протокол SMTP предназначен для передачи исходящей почты с использованием порта TCP 25. POP3 (англ. Post Office Protocol Version 3 — протокол почтового отделения, версия 3) — стандартный Интернет-протокол прикладного уровня, используемый клиентами электронной почты для получения почты с удаленного сервера по TCP/IP-соединению. Стандартный порт POP3 — 110. IMAP (англ. Internet Message Access Protocol) [1] — протокол прикладного уровня для доступа к электронной почте, базируется на транспортном протоколе TCP и использует порт 143, а IMAPS (IMAP поверх SSL) — порт 993. IMAP работает только с сообщениями и не требует каких-либо пакетов со специальными заголовками.

Следующим этапом является имплементация методов анализа текста письма и вложений. В качестве основных методов анализа электронной почты, можно выделить лингвистический анализ и статистический анализ. В разрабатываемой программе в подсистеме лингвистического анализа используется латентно-семантический анализ. Латентно-семантический анализ [2] — это метод обработки информации на естественном языке, анализирующий взаимосвязь между коллекцией документов и терминами в них встречающимися, сопоставляющий некоторые факторы (тематики) всем документам и терминам. Латентно-семантический анализ отображает документы и отдельные слова в, так называемое, «семантическое пространство», в котором и производятся все дальнейшие сравнения.

В качестве метода статистического анализа используется сравнение цифровых отпечатков файлов, полученных хешированием при помощи протокола хеширования SHA-256.

Хеш-функция SHA-256 построена на основе структуры Меркла-Дамгора. Исходное сообщение после дополнения разбивается на блоки, каждый блок — на 16 слов. Алгоритм пропускает каждый блок сообщения через цикл с 64 или 80 итерациями (раундами). На каждой итерации 2 слова преобразуются, при этом функцию преобразования задают остальные слова. Результаты обработки каждого блока складываются, так что сумма является значением хеш-функции.

Почтовый клиент имеет следующий алгоритм работы: при отправке письма, его текст и вложения сначала проходят через систему лингвистического анализа, при успешном прохождении данной подсистемы запускается подсистема статистического анализа вложений, в которой происходит сравнение контрольных сумм вложений с базой контрольных сумм, запрещенных к отправке. Если одна из систем обнаружит в письме или вложении текст/файлы, запрещенные к отправке, отправка письма блокируется, и отсылается уведомление ответственному администратору.

3. Заключение

Таким образом, проведен анализ почтовых протоколов и методов анализа текста и вложений электронного письма, разработан почтовый клиент с анализом формальных признаков и контентным анализом корреспонденции.

4. Список литературы

[1] RFC 3501 — Internet Message Access Protocol v4rev1 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://tools.ietf.org/html/rfc3501 (дата обращения: 10.09.2022).

[2] An Introduction to Latent Semantic Analysis [Электронный ресурс] / Thomas K. Landauer, Peter W. Foltz, Darrell Laham. — Routledge 2009. — Режим доступа: https://tools.ietf.org/html/rfc3501. (дата обращения: 07.01.2018).

ISSUES OF DEVELOPING A MAIL CLIENT WITH A BUILT-IN SYSTEM FOR ANALYSIS OF FORMAL FEATURES AND CONTENT ANALYSIS OF CORRESPONDENCE

[1]Lanin A. V., [2]Kizdermishov A. A.
Scientific adviser: Kizdermishov A. A.
[1]Sevastopol State University, Russia
[2]Adyghe State University, Russia

Abstract — Existing mail protocols and methods for analyzing text and email attachments are considered. The algorithm of the developed mail client is described.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ 5G СМАРТФОНОВ СОГЛАСНО СПЕЦИФИКАЦИЯМ 3GPP

Гаспарян Р. Р., Нефедов А. С., Савочкин А. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Савочкин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: dead.lenin@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрено исследование параметров 5G смартфонов с использованием действующих требований по тестированию совместимости абонентского оборудования и оборудования базовой станции мобильной связи согласно спецификациям нормативов 3GPP. Приведены технические требования к процессу тестирования мобильной радиосвязи для параметров радио интерфейса и сетевых параметров.

1. Введение

Специальные функции тестирования соответствия пользовательского оборудования — user equipment (UE) необходимы для поддержки тестирования требованиям 5 Generation System (5GS). Они являются частью основных требований и, таким образом, оказывают непосредственное влияние на функциональную реализацию абонентского терминала. В настоящей спецификации 3GPP следует понимать, что конкретное требование является обязательным для выполнения тестирования соответствия. Хотя важность тестирования соответствия не следует недооценивать, и, следовательно, оно настоятельно рекомендуется, реализация его функционала возлагается на реализацию устройства.

2. Основная часть

Спецификация 3GPP определяет специальные функции тестирования соответствия абонентского терминала UE, включая все процедуры и содержание сообщений Test Mode Control (TMC), используемых для обмена информацией.

Для рассматриваемой в докладе методики тестирования соответствия абонентского терминала UE, можно выделить следующие более широкие группы специальных функций проверки соответствия:

— функции тестовой петли, которые требуют создания петли связи между UE и системным симулятором — system simulator (SS), чтобы позволить, например, пакетам данных по линии вниз — downlink (DL), отправленным SS, быть переданным обратно по линии вверх — uplink (UL) на UE;

— общие тестовые функции, те команды, отправляемые SS, например, для запуска определенного режима UE, которое может быть режимом, определенным требованиями спецификации ядра мобильной сети 3GPP, или таким, который необходим для облегчения тестирования соответствия и не является частью каких-либо требований спецификации ядра 3GPP, или для предоставления UE информации, необходимой для тестирования соответствия [1].

В докладе рассмотрены следующие тестовые параметры передачи при реализации методики тестирования:

— радиопередатчики данных (режим A тестовой петли);

— EPS-носители или потоки 5GS QoS (режим B тестовой петли UE);

— потоки QoS NR PC5 (режим тестового цикла E).

Отличительной особенностью методики тестового цикла является то, что перед выполнением созданная ранее петля должна быть закрыта. Это следует понимать так, что UE получает команду начать возврат принятых пакетов данных в петлю. Когда петля для возвращения полученных пакетов данных больше не требуется, петля должна быть снова открыта. Открытие петли не изменяет тип несущей, устанавливаемой функцией активации тестового режима UE.

На рис. 1 показана модель управления режимом тестирования A тестовой петли на стороне UE при конфигурации сценария двойного подключения EN-(DC или NGEN-DC) с несущей Master Cell Group (MCG) и несущей Secondary Cell Group (SCG).

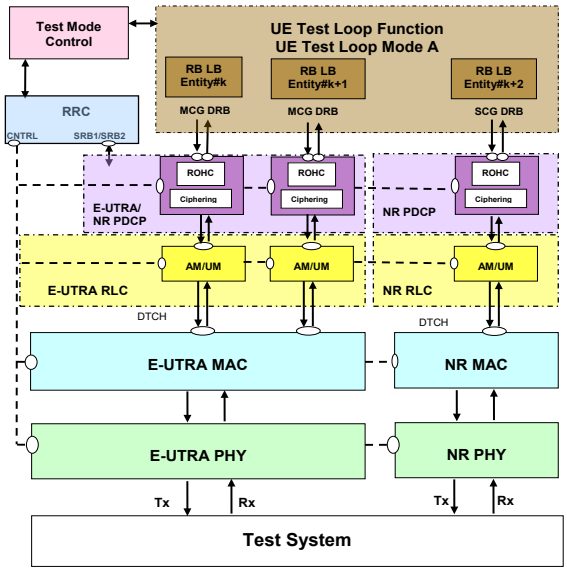


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, при выполнении исследования были рассмотрены особенности реализации методики исследования параметров 5G смартфонов согласно спецификациям 3GPP.

4. Список литературы

[1] 3GPP TS 38.509 V17.0.0 (2022-03). — 2022. — 61 p.

STUDY OF 5G SMARTPHONE PARAMETERS ACCORDING TO 3GPP SPECIFICATIONS

Gasparyan R. R., Nefedov A. S., Savochkin A. A.
Scientific adviser: Savochkin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The study of 5G smartphone parameters, using the current requirements for testing the compatibility of subscriber equipment and mobile communication base station equipment according to the specifications of 3GPP regulations, is considered. Technical requirements to the testing process of mobile radio communication for radio interface parameters and network parameters are presented.

АВТОРЕГРЕССИОННАЯ МОДЕЛЬ В ИНТЕРЕСАХ ДИНАМИЧЕСКОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ ТРАФИКА

Белякин Е. О., Маркелов О. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук Маркелов О. А.
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), Россия
E-mail: Jenya926@gmail.com

Аннотация — Рассмотрен способ увеличения эффективности работы протоколов динамической маршрутизации трафика в инфокоммуникационной сети, основанный на методе прогнозирования временных рядов. Приведен прогноз состояния системы на основе авторегрессионной (АР) модели. Сформулированы рекомендации относительно обобщения прогностической модели с учетом долговременной зависимости трафика.

1. Введение

В современном мире количество информации, передаваемой через Интернет растет с каждым днем, из чего следует требование к устойчивости сети к различного рода нагрузкам. Устойчивость сети обеспечивается протоколами динамической маршрутизации трафика, предложенные в конце двадцатого века, и учитывающие состояние сети только в данный момент времени без использования информации о потенциальной нагрузке [1]. Используя методы прогнозирования временных рядов, возможно построить алгоритм, который будет предсказывать состояние системы в определенный момент времени, что позволит обеспечить не только стабильность, но и повысит уровень защищенности системы, поскольку можно будет заранее прогнозировать аномалии и сбои в системе.

2. Основная часть

В работе рассматривается прогнозирование сетевого трафика на основе нескольких математических моделей, которые потенциально могут стать основой для новых метрик алгоритмов динамической маршрутизации трафика. Источником данных являются дампы трафика магистральной сети MAWI [3], объединенные в различные временные промежутки. Наблюдаемые данные — запросы пользователей и ответы сервера.

В данной работе для анализа данные были структурированы следующим образом. Была выделена группа — дамп, разбитая по секундным временным промежуткам. Дополнительно группа была разбита на обучающую и тестовую выборки для оценивания точности модели в пропорции (80…20) %. В качестве метрики качества была выбрана MAPE (mean absolute percentage error), вычисляемая по формуле (1):

$$M = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}\left|\frac{A_t - F_t}{A_t}\right| . \quad (1)$$

В качестве основного метода для исследования была выбрана авторегрессионная (AR) модель.

На рис. 1 изображен график интенсивности сетевого трафика в течении 15 минутного временного интервала. В результате прогнозирования на тестовой выборке получена метрика MAPE = 0,05. Такие результаты были получены за счет того, что был взят небольшой отрезок времени, на котором ряд является стационарным. При рассмотрении более длительного промежутка, можно будет говорить о его нестационарности, и тогда необходимо использовать модели с частичным интегрированием, например, ARIMA, или подобных. С учетом долговременной зависимости трафика, для рассмотренного примера характеризующейся показателем Херста H = 0,87, согласно результатам флуктуационного анализа с исключением тренда (DFA) [2], целесообразно использование моделей типа FARIMA.

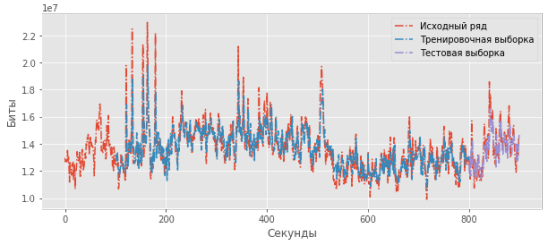


Рис. 1

3. Заключение

В данной работе произведен прогноз сетевого трафика на разные временные промежутки с применением AR модели.

Выявлена возможность прогнозирования трафика на длительный промежуток времени, что может стать основой для создания метрики алгоритма динамической маршрутизации трафика, что является предметом дальнейшего исследования.

4. Список литературы

[1] Дык, В. Моделирование агрегированного сетевого трафика узла инфокоммуникационной сети на основе суперстатистического подхода с учетом эффектов долговременной зависимости и нестационарного характера пользовательской активности / В. Дык, О. А. Маркелов, М. И. Богачев // Известия высших учебных заведений России. Радиоэлектроника. — 2017. — №5. — С. 47—53.

[2] Markelov, O. Statistical modeling of the Internet traffic dynamics: To which extent do we need long-term correlations? / O. Markelov, V. N. Duc, M. Bogachev // Physica A : Statistical Mechanics and its Applications 485. — С. 48—60.

MAWI Working Group Traffic Archive [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://mawi.wide.ad.jp/mawi/ (дата обращения – 12.09.2022).

AUTOREGRESSION MODEL FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF DYNAMIC ROUTING PROTOCOLS

Beliakin E. O., Markelov O. A.
Scientific adviser: Markelov O. A.
Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI", Russia

Abstract — A method for increasing the efficiency of dynamic traffic routing protocols in an infocommunication network based on the time series forecasting method is considered. The forecast of the state of the system based on the autoregressive (AR) model is given. Recommendations are formulated regarding the generalization of the predictive model, taking into account the long-term dependence of traffic.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СВЯЗНОГО ТРАФИКА В ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ

Шелехов А. А., Маркелов О. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Маркелов О. А.
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ», Россия
E-mail: shelekhov.anton27@gmail.com

Аннотация — Рассмотрен подход программного моделирования связного трафика в инфокоммуникационных сетях, на примере сети с топологией звезда.

1. Введение

Качественное моделирование взаимодействия в инфокоммуникационных сетях крайне затруднительно без знаний о характере взаимосвязей между узлами сети (пользователями) [1].

Цель исследования — построение аналитического инструмента и его программной реализации для оценки мгновенной пропускной способности канала сети, её отказоустойчивости, в том числе в интересах динамической маршрутизации сетей.

2. Основная часть

Моделирование взаимосвязи трафика в системе массового обслуживания (СМО) [2] производилось следующим образом.

В качестве стартового выбирался один узел (пользователь) сети (выбранный узел может быть конкретным или случайным), который начинал обмениваться трафиком с сервером.

После активации первого узла сети последующие узлы начинают обмениваться трафиком в случайном порядке после определенной случайной задержки (диапазон её изменения может быть выбран произвольным).

На рис. 1 показана топология инфокоммуникационной сети с загрузкой, приближенная к реальной сети.

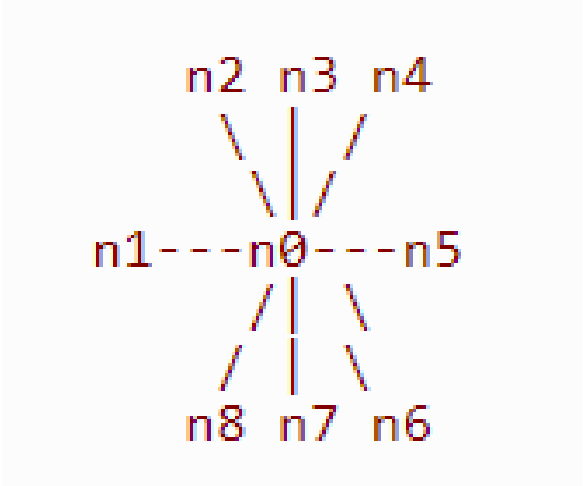


Рис. 1

Таким образом, имитируется цепочка распространения связного информационного потока. При этом следует отметить, что порядок активации узлов может иметь и более сложную природу.

В качестве первого шага при моделировании следует выбрать узел, который будет ведущим N_0 (запуск обмена трафика с ним инициирует запуск следующих узлов).

Далее необходимо указать количество узлов $K_{1..i}$, которые запустятся в случайный момент в рамках заданного интервала $T_{1..i}$, после ведущего узла.

Все узлы могут быть разбиты на группы и в каждой группе может быть один или несколько ведущих узлов.

Обмен трафиком конкретного узла может быть инициирован не только через случайный интервал времени, но и при выполнении определенных условий:

— определенная загрузка передающего канала,

— минимальное или максимальное число активных узлов.

Конкретные параметры должны определяться исходя из задач моделирования.

3. Заключение

В результате проделанной работы получилось произвести моделирование инфокоммуникационной сети с загрузкой, приближенной к реальной сети, без использования имитатора трафика.

Использование данного инструмента для анализа позволяет оценить параметры мгновенной пропускной способности без использования генератора трафика, что облегчает исследовательскую работу за счет уменьшения времени моделирования.

4. Список литературы

[1] Universal rank-size statistics in network traffic: Modeling collective access patterns by Zipf's law with long-term correlations / V. D. Nguyen [et. al]. — P. 1 — 5.

[2] Дык, В. Моделирование агрегированного сетевого трафика узла инфокоммуникационной сети на основе суперстатистического подхода с учетом эффектов долговременной зависимости и нестационарного характера пользовательской активности / В. Дык, О. А. Маркелов, М. И. Богачев // Изв. высш. учеб. заведений России. Радиоэлектроника. — 2017. — №5. — С. 47 — 53.

MODELING OF COMMUNICATION TRAFFIC IN INFOCOMMUNICATION NETWORKS

Shelekhov A. A., Markelov O. A.
Scientific adviser: Markelov O. A.
Saint-Petersburg Electrotechnical University, Russia

Abstract — The process of modeling connected traffic in infocommunication networks is considered, using the example of a network with a star topology.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА КОМПЕНСАЦИИ ПИМ

Сердюк И. В., Зинченко А. В., Якубов К. С.
Научный руководитель: доц. Сердюк И. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: L_y_o_h_a@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена модель эквивалентной схемы пассивной системы с нелинейными характеристиками. Для уменьшения помех пассивной интермодуляции (ПИМ) были предложены методы подавления, основанные на компенсации сигнала.

1. Введение

Пассивные интермодуляционные искажения обычно рассматриваются как негативный эффект в мощных приемопередатчиках, особенно при применении мультиплексирования.

Исследования, касающиеся методов смягчения ПИМ, были предложены для микрополосковых цепей восходящего сигнала. Поэтому дальнейшее исследование метода смягчения, основанного на компенсации сигнала, имеет существенное значение для системы с низким ПИМ. [1].

2. Основная часть

Система с разъемом N-типа сконфигурирована как исходная система в исследовании. Схема нелинейной модели показана на рис. 1.

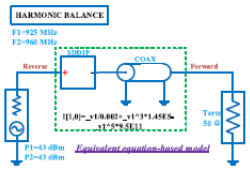


Рис. 1

Представлены методы смягчения искажений PIM.

1. Компенсационный сигнал с частотой 2*f*1–*f*2.

Компенсационный сигнал подан через соединенный порт. Результаты моделирования на рис. 2.

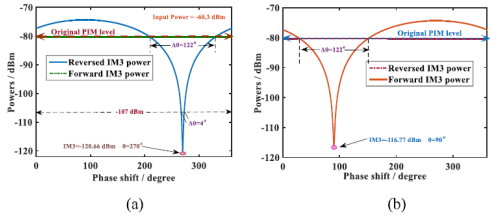


Рис. 2

Мощность прямого IM3 ослаблена в диапазоне фазового сдвига от 29 до 151, что в максимуме составило приблизительно 35 дБ снижения исходной мощности IM3.

2. Компенсационный сигнал с частотой *f*2–*f*1.

Для того чтобы одновременно уменьшить IM-помехи обоих направлений, введен сигнал компенсации с частотой *f*2–*f*1.

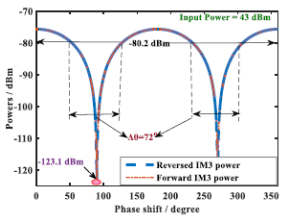


Рис. 3

Метод компенсирующего сигнала может уменьшить мощности IM3 в прямом и обратном направлениях одновременно. При этом будет потребляться дополнительная мощность 43 дБм.

3. Вставка регулируемого источника ПИМ.

Исследован регулируемый генератор ПИМ, который может быть подключен последовательно к системе для уменьшения ПИМ-помех.

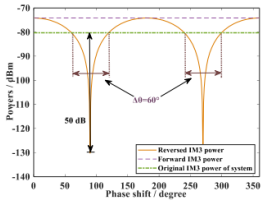


Рис. 4

Мощность обратного IM3 уменьшается в определенном диапазоне фазового сдвига. Особенно при углах фазового сдвига 90 и 270, наибольшее снижение составило примерно 50 дБ.

4. Внедрение цепи обратной связи.

Используя исходный сигнал IM3 с фазовращателем, сформирован сигнал смещения с равной амплитудой и противоположной фазой. Схема сети обратной связи показана на рис. 5а. Результаты моделирования показаны на рис. 5б.

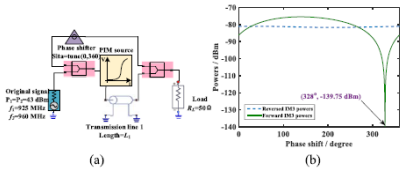


Рис. 5

3. Заключение

С помощью теоретического анализа и моделирования предложены активные и пассивные методы снижения ПИМ-помех. Для систем с низким энергопотреблением метод подавления помех путем вставки источника ПИМ признан наиболее эффективным и экономичным.

4. Список литературы

[1] Khattab, T. Principles of low PIM hardware design / T. Khattab, A. D. Rawlins // Proc. 13th Nat. Radio Sci. Conf. (NRSC), Cairo, Egypt. — 1996. — P. 355 — 362.

[2] Behavior modeling of passive intermodulation distortion with multiple nonlinear sources / Q. Jin [et al.] // Microw. Opt. Technol. Lett., Aug. 2018. — 2018. — Vol.60. — No.9. — P. 2182 — 2185.

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF THE PIM COMPENSATION ALGORITHM

Serdyuk I. V., Zinchenko A. V., Yakubov K. S.
Scientific adviser: Serdyuk I. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A model of the equivalent circuit of a passive system with nonlinear characteristics is considered. Mitigation methods based on signal compensation were proposed and used to reduce the interferences of passive intermodulation (PIM).

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА ВЫЧИСЛЕНИЯ ОШИБОК ДЛЯ АДАПТИВНОГО ЦИФРОВОГО ПРЕДЫСКАЗИТЕЛЯ СИГНАЛА

Сердюк И. В., Якубов К. С., Зинченко А. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Сердюк И. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: yakubov_ks@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены архитектуры адаптивного цифрового предыскажителя сигналов (Digital Predistoters, DPD) для усилителей мощности передатчиков.

1. Введение

Одной из основных задач в радиотехнических системах различного применения с использованием линейных и нелинейных адаптивных фильтров является адаптивная обработка сигналов. Данная задача возникает в следствии внесения нелинейных искажений усилителями в усиливаемые сигналы.

Устранение нелинейных искажений обеспечивается за счет предискажения входных сигналов усилителей мощности. Поскольку предискажение сигналов, как правило, осуществляется при помощи цифровой обработки сигналов (ЦОС), то такая технология называется цифровое предискажение, а устройства, реализующие эту технологию — цифровыми предыскажителями (DPD) [1].

2. Основная часть

DPD обычно строятся на базе нелинейных адаптивных фильтров, в основе которых находятся многоканальные линейные адаптивные фильтры. Сегодня существует два основных вида DPD: с косвенным обучением (Indirect Learning, IL) и с прямым обучением (Direct Learning, DL) [1].

Косвенное обучение и прямое обучение являются двумя основными архитектурами для цифрового предискажения (DPD). На рис. 1, а показано, как в архитектуре IL сначала оценивается постыскажающий фактор усилителя мощности (УМ), а затем, при условии, что постинверсный сигнал равен предварительноинверсному, он используется в качестве предыскажающего. Благодаря простоте извлечения моделей IL сегодня широко используется в системах DPD. Однако из-за шума измерения и ограниченной полосы пропускания в контуре обратной связи предполагаемые параметры модели могут сходиться к смещенным значениям в системе IL DPD [1,2]. Архитектура DL или эталонная адаптивная система модели (показана на рис. 1, b) обходит это препятствие, обучая устройство предыскажения исходным бесшумным входным сигналом модулирующей полосы x(n) в качестве опорного сигнала. Однако, в отличие от IL, не существует явного аналитического решения для коэффициентов предыскажения для DL, и источник предыскажения идентифицируется путем итеративного обновления коэффициентов для минимизации разницы между x(n) и нормализованным сигналом обратной связи y(n) [2].

Техника ввода компонентов искажения основной полосы первоначально использовалась как простой метод линеаризации УМ [1]. Идея состоит в том, чтобы ввести частотную коррекцию на входном порту УМ путём ввода компонентов сигнала, которые имеют равную амплитуду, но противоположную фазу исходным продуктам интермодуляции на выходном порту УМ, чтобы компенсировать искажения.

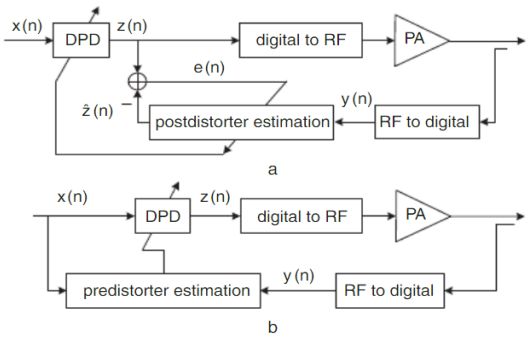


Рис. 1

Для преодоления предела компенсации искажения в [2] был предложен алгоритм итеративной инжекции для повышения производительности линеаризации. В этой статье метод итеративного введения компонентов искажения основной полосы частот используется для получения ожидаемого сигнала предыскажения обучающей последовательности, что позволяет впоследствии выполнить одноэтапное извлечение модели для последующей оценки DL DPD по методу наименьших квадратов (by least squares, LS). Без матричных операций по обновлению коэффициентов предыскажения предлагаемый метод снижает вычислительную сложность для извлечения модели в DL DPD и, в то же время, достигает производительности, сравнимой с традиционным методом [2].

3. Заключение

Предлагается одношаговый метод извлечения модели для DL система DPD, с помощью которой цифровые коэффициенты предыскажения могут быть формулируется явным аналитическим выражением. Производительность линеаризации предлагаемого метода сравнима с традиционным методом, но вычислительная сложность для извлечения модели намного ниже.

4. Список литературы

[1] Diniz, P. S. R. Adaptive filtering algorithms and practical implementation / P. S. R. Diniz // 4th ed. Springer Science + Business Media. — 2013. — 237 p.

[2] One-step model extraction method for direct learning digital predistortion / Y. Guang [et al.] // Electronics Letters 31st July 2014. — Vol.50. — No16. — P. 1148 — 1150.

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF ERROR CALCULATION ALGORITHM FOR AN ADAPTIVE DIGITAL SIGNAL PREDICTOR (DPD)

Serdyuk I. V., Yakubov K. S., Zinchenko A. V.
Scientific adviser: Serdyuk I. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Architectures of adaptive digital signal predictor (Digital Pre-distorters, DPD) for power amplifiers of transmitters are considered.

ФИЛЬТР В ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩЕМ ТРАКТЕ БАЗОВОЙ СТАНЦИИ 5G

Редькина Е. А., Паламарчук Д. В., Каленюк С. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук Редькина Е. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: denpalamarshuk@gmail.com

Аннотация — Рассмотрен узел радиосети в системе радиосвязи дуплексного режима с временным разделением канала. Проведен поиск вариантов реализации совместно используемого полосно-пропускающего фильтра на основе объемного резонатора.

1. Введение

В системах радиосвязи с временным разделением каналов (TDD — Time Division Duplex), для связи по восходящей линии связи и нисходящей линии связи между базовой станцией и устройством используется один и тот же частотный канал (т.е. несущая), но разные временные слоты для разделения приема и передачи, т.е. прием и передача осуществляются в разных, неперекрывающихся, временных слотах. Поскольку прием и передача в системе радиосвязи TDD используют один и тот же частотный канал, совместно используемый фильтр TDD выполнен с возможностью передачи и приема сигналов на устройство или от него.

2. Основная часть

На рис. 1 показан узел радиосети в системе радиосвязи дуплексного режима с временным разделением, который содержит [1]: первый фильтр для первого типа фильтрации сигнала, передаваемого на устройство или принимаемого от него в системе радиосвязи через радиоинтерфейс; второй фильтр для второго типа фильтрации сигнала, передаваемого на устройство, с удовлетворенной потребностью в дополнительной фильтрации для передачи помимо потребности в общей фильтрации; третий фильтр для третьего типа фильтрации сигнала, принимаемого от устройства, с удовлетворенной потребностью в дополнительной фильтрации для приема помимо потребности в общей фильтрации.

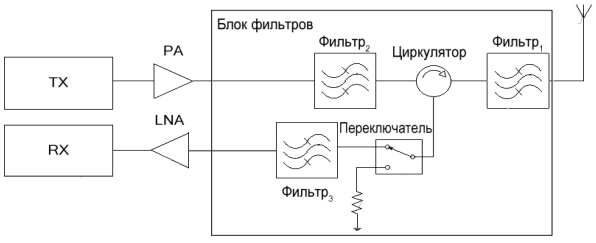


Рис. 1

Первый фильтр и второй фильтр образуют отдельный передающий фильтр, и первый фильтр и третий фильтр образуют отдельный приемный фильтр.

Для удовлетворения требований к фильтрации для передачи сигналов и приема сигналов с использованием общего фильтра, более сильное затухание на нижней стороне и верхней стороне нужно применять к передаче сигналов и приему сигналов. В результате, полоса пропускания общего фильтра формируется, как показано на рис. 2.

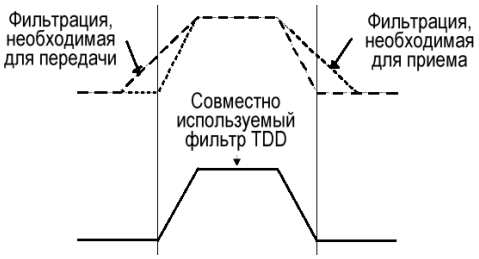


Рис. 2

В качестве совместно используемого фильтра TDD будет использоваться полосно-пропускной коаксиальный объемный резонатор (рис. 3) [2]. Благодаря применению объемных резонаторов можно получить высокий коэффициент добротности и низкие вносимые потери.

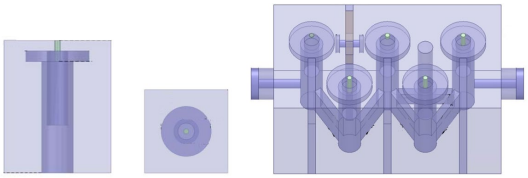


Рис. 3

3. Заключение

Таким образом представлена концепция узла радиосвязи в приемо-передающем тракте дуплексного режима с временным разделением канала и рассмотрен совместно используемый фильтр для общей фильтрации. Так же был выбран вариант реализации фильтра, а именно полосно-пропускной коаксиальный объемный резонатор, для дальнейшей разработки для базовой станции 5G.

4. Список литературы

[1] Юпин, СУ Способ и узел в радиопередачах TDD [Электронный ресурс] / СУ Юпин, ЛИ Мин. — Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41033494 (дата обращения 13.09.2022).
[2] Design of Compact Coaxial Cavity Bandpass Filter with High Selectivity [Электронный ресурс] / Sai Li [et al.]. — Режим доступа: https://ieeexplore.ieee.org/document/8777891 (дата обращения 13.09.2022).

FILTER FOR THE TRANSMIT AND RECEIVE PARTS OF THE 5G BASE STATION

Redkina E. A., Palamarchuk D. V., Kalenyk S. A.
Scientific adviser: Redkina E. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A radio network node in a duplex radio communication system with a time division channel is considered. A search for implementation options for a shared bandpass filter based on a cavity resonator has been carried out.

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ В РОССИИ МОБИЛЬНЫХ СЕТЕЙ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ

Агафонов А. С., Склярук В. Л.
Научный руководитель: Склярук В. Л.
Черноморское высшее военно-морское училище имени П.С. Нахимова, Россия
E-mail: Seshyjamfeed@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены проблемы внедрения в России стандарта мобильной связи пятого поколения.

1. Введение

Стандарт 5G/IMT-2020 (рис. 1) — новый этап развития технологии беспроводной передачи данных, расширяющий возможности доступа к глобальной сети Интернет через сети радиодоступа мобильной телефонной связи.

Рис. 1

2. Основная часть

Первой проблемой является экономическое и технологическое санкционное давление, из-за которого развитие связи в Российской Федерации замедлилось. Уход таких высокотехнологичных компаний, как Cisco, Ericsson и Nokia вызвал серьёзные технологические трудности, ведь они поставляли на отечественный рынок оборудование, помогали операторам тестировать сети 5G и т.д. Второй проблемой является справедливое требование Государственной комиссии РФ по радиочастотам использовать для 5G-сетей только оборудование российского производства, разработка и производство которого является третьей проблемой. Ответом на эти проблемы будет форсированное развитие отечественной компонентной и элементной производственной базы и расширение сотрудничества с теми высокотехнологическими компаниями, которые продолжают свою деятельность в России, например, китайский гигант и мировой лидер Huawei. Третья проблема — использование необходимого для развития 5G-сетей радиочастотных диапазонов военными и силовыми ведомствами, которые не спешат ими делиться с гражданским сектором.

В качестве основного диапазона Минцифры предлагает использовать частоты 4,80 — 4,99 ГГц, но решение об их выделении пока не принято. Крупнейшие мобильные операторы в свою очередь просят выделить им частоты 3,40 — 3,80 ГГц. МТС, Мегафон, Вымпелком (Билайн) и Ростелеком (Tele2) в совместном докладе отмечают, что если им придётся строить 5G-сети в диапазоне 4,80 — 4,99 ГГц, то затраты на них не окупятся как минимум в ближайшие 20 лет. Представлена оценка капитальных и операционных затраты в предлагаемом диапазоне только для городов с населением более 1 млн человек в 723,3 млрд руб. до 2030 года, что в 2,5 раза выше, чем затраты на создание инфраструктуры в диапазоне 3,40 — 3,80 ГГц, а это превышает инвестиционные возможности. Прогнозируется, что при таком сценарии накопленный убыток операторов составит 354,3 млрд руб. и будет расти вплоть до 2040 года. Для снятия этой проблемы нужно выработать компромиссное решение по совместному использованию радиочастотных диапазонов военным, силовым и гражданским секторами.

Четвёртая проблема — это малая зона обслуживания и большие затраты на данную технологию (рис. 2). Скорость 5G-сети в несколько гигабит за секунду, подразумевает применение самого высокого диапазона — от 24 ГГц и выше. Большой недостаток этого диапазона в том, что волны очень плохо проходят сквозь стены, окна, деревья и даже воздух во время дождя. Как следствие, базовые станции приходится устанавливать очень плотно, через несколько сотен метров друг от друга. Для компаний операторов это очень дорого, а для пользователей оборачивается нестабильностью приёма сигнала при движении.

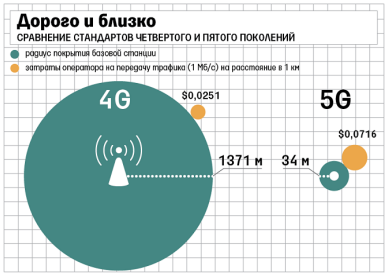


Рис. 2

3. Заключение

Несмотря на все перечисленные проблемы, очевидна перспективность стандарта 5G/IMT-2020, ведь за 5G-сетями будущее. Предполагаем, что развивать 5G следует в частотном диапазоне до 6 ГГц, поскольку так удаётся сохранить хорошую проницаемость и большую зону покрытия.

4. Список литературы

[1] Харченко, С. Г. Риски и проблемы развития сетей 5G в России : монография / Н. К. Жижин, Д. Е. Кучер; под ред. С. Г. Харченко. — М. : МАКС Пресс, 2022. — 104 с.
[2] Суверенный 5G: как будут развиваться сети пятого поколения в России [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.interfax.ru/digital/827313.
[3] Затраты на развитие 5G в России оценили более чем в ₽1 трлн. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.rbc.ru/technology_and_media/20/01/2021/6006d49b9a794726acf2482c.

PROBLEMS OF IMPLEMENTATION OF FIFTH GENERATION MOBILE NETWORKS IN RUSSIA

Agafonov A. S., Skliaruk V. L.
Scientific supervisor: Skliaruk V. L.
Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov, Russia

Abstract — The problem of introducing the fifth generation mobile communication standard in Russia is considered.

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ОПЕРАТИВНОЙ СВЯЗИ

Данилова Д. М., Савочкин А. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Савочкин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: daria.danylova@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены технологии профессиональной мобильной радиосвязи, используемые для критически важных систем. Показано, что широкополосная технология RoIP может служить альтернативой транкинговым радиосистемам для модернизации корпоративных систем связи, и обеспечивает доступ к услугам, доступным в общедоступных сетях.

1. Введение

Термин «критическая связь» часто используется как синоним «частных мобильных радиосистем» PMR или «наземных мобильных радиосистем» LMR. Он используется для обозначения радиосистем, предназначенных для передачи критически важной информации, от которой могут зависеть жизнь и здоровье людей. Однако, в отличие от PMR/LMR, понятие критически важной связи является понятием более широкого смысла и включает в себя передачу не только критически важной голосовой информации, но и критически важных данных. Последнее стало ключевым в развитии этого сектора телекоммуникаций и общества в целом. Некоторые из эксплуатируемых в настоящее время аналоговых радиосетей способны гарантировать необходимый уровень отказоустойчивости. Однако выделенные сети, основанные на узкополосных технологиях, обеспечивают ограниченное покрытие, ограниченную пропускную способность, небольшой спектр голосовых услуг и не позволяют передавать данные.

2. Основная часть

Стандартизация профессионального рынка PMR продолжается в течение последних десяти лет и, если оставить в стороне разработку различных вокодеров, сводится к открытым стандартам: TETRA (с четырьмя Time Division Multiple Access (TDMA) каналами в полосе частот 25 кГц), DMR Tier II, APCO 25 Phase II (два канала TDMA в полосе частот 12,5 кГц) и NXDN (каналы Frequency Division Multiple Access (FDMA) с полосой пропускания 6,25 кГц) [1, 2]. Вышеупомянутые цифровые технологии привнесли улучшения в профессиональную мобильную радиосвязь, такие как возможность размещения большего количества радиоканалов, улучшенное качество звука, большую площадь покрытия и более длительный срок службы батареи. Однако эти преимущества цифрового PMR перед аналоговыми системами проявляются только при построении многозоновой цифровой транкинговой сети. Учитывая стоимость развертывания полноценной транкинговой системы радиосвязи, становится очевидным, почему основные поставки на рынок цифровой радиосвязи пришлись на так называемые конвенциональные решения (Tier II, Phase I, Mode 2), которые по сути обеспечивают обычные одноканальные системы. Единственными отличиями от аналогового оборудования являются использование цифровой модуляции, иногда возможность объединения ретрансляторов разных стандартов в единую сеть и наличие дополнительных услуг за счет использования базовой IP-сети.

Технология Radio over Internet Protocol (RoIP) позволяет избежать вышеуказанных сложностей. Технология RoIP — это метод двусторонней связи, который включает в себя передачу и прием радиосигналов по интернет-протоколу IP. Это экономичный способ соединения радиосистем разных стандартов и поколений. Большинство предприятий, организаций и аварийно-спасательных служб уже имеют свои собственные локальные сети. Кроме того, существует множество общедоступных IP-сетей, которые можно использовать совместно с частными локальными сетями. Следовательно, в большинстве случаев нет необходимости создавать новые каналы связи для развертывания сети RoIP [3]. Варианты развертывания варьируются от одного пользователя, управляющего одной радиостанцией, до диспетчерских центров с несколькими операторами, управляющими десятками радиостанций, IP-телефонов, мобильных телефонов в нескольких местах.

3. Заключение

Принципиальным преимуществом технологии RoIP перед транкинговыми системами связи является простота реализации сети, управляемой из единого диспетчерского центра, что позволяет координировать различные службы, создавать и управлять оперативными межведомственными группами. Однако, как и в случае с другими централизованными радиосистемами проблемы с задержкой, а также зависимость от централизованной инфраструктуры могут быть препятствиями для их внедрения органами общественной безопасности и службами экстренной помощи.

4. Список литературы

[1] Conventional digital land mobile radiosystems [Электронный ресурс] // International Telecommunication Union. — 2019. — Режим доступа: https://www.itu.int/hub/publication/r-rep-m-2474-2019.
[2] Digital land mobile systems for dispatch traffic [Электронный ресурс] // International Telecommunication Union. — 2019. — Режим доступа: https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2014-3-2016-PDF-E.pdf.
[3] Ляшенко, С. Н. Конвергенция сетей подвижной связи ОВД на основе IP-протоколов и RoIP-технологий / С. Н. Ляшенко, О. И. Бокова, Н. С. Хохлов // Охрана, безопасность, связь. — 2017. — Т.1. — №1. — С. 187 — 191.

TRENDS IN MODERN SYSTEMS DEVELOPMENT IN OPERATIONAL COMMUNICATION

Danilova D. M., Savochkin A. A.
Scientific adviser: Savochkin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The technologies of professional mobile radio communication used for critical systems are considered. It is shown that RoIP broadband technology can serve as an alternative to trunked radio systems for upgrading corporate communication systems and provides access to services available in public networks.

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БАЗОВОЙ СТАНЦИИ СИСТЕМЫ 5G

Нефедов А. С., Гаспарян Р. Р., Савочкин А. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Савочкин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: dead.lenin@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрены параметры базовых станций 5G с применением действующих требований по тестированию функциональных характеристик оборудования базовой станции мобильной связи согласно спецификациям нормативов 3GPP. Приведены технические требования к процессу разработки лабораторного стенда мобильной радиосвязи и приведены параметры радио интерфейса и необходимые сетевые параметры.

1. Введение

Специальные функции тестирования соответствия базовой станции — Base Transceiver Station (BTS) необходимы для поддержки тестирования требованиям 5 Generation System (5GS). Они являются частью основных требований и, таким образом, оказывают непосредственное влияние на функциональную реализацию базовой станции. В спецификациях 3GPP следует понимать, что конкретное требование является обязательным для выполнения тестирования соответствия.

2. Основная часть

Сети 5G должны обладать повышенной надежностью и эффективными механизмами обеспечения информационной безопасности. Чтобы достичь столь высоких характеристик, предусмотрено использование широких (до 1 ГГц) полос частот в миллиметровом диапазоне длин волн, архитектуры Multi-access Edge Computing (MEC), многочисленных малых сот, технологий massive MIMO (Multiple Input Multiple Output) и формирования направленных лучей (Beam Forming).

Согласно спецификации 3GPP TS 38.141-1, при аттестационных испытаниях базовых станций 5G NR (называемых gNB) следует проверять следующие характеристики их передатчиков: эквивалентная изотропно излучаемая мощность (ЭИИМ), выходную мощность и ее динамику, качество передаваемого сигнала, параметры нежелательных излучений, уровень интермодуляции и др. [1]. Для тестирования передатчика gNB в состав измерительной установки следует включить анализатор сигналов, оснащенный программным обеспечением для измерения РЧ-характеристик сигналов 5G NR, поддерживающий рабочие частоты сетей 5G NR и функционирующий в полосе частот шириной до 1 ГГц. В соответствии с этой же спецификаций, надлежит измерять чувствительность, динамический диапазон, избирательность по соседнему каналу и другие параметры приемников в составе gNB. Спецификация 3GPP TS 38.141-2 определяет измеряемые параметры, тестовые процедуры и модели радиоизлучения. Предельно допустимые значения этих параметров указаны в спецификации 3GPP TS 38.104 [2].

При работе сетей 5G на частотах до 6 ГГц предпочтительнее использовать технологию massive MIMO, которая повышает скорость передачи данных за счет одновременной трансляции множества разных потоков данных с использованием множества антенн. Антенная система massive MIMO для базовой станции может иметь 64 или больше количество приемных и передающих антенных элементов с двойной поляризацией. Эти антенные системы нуждаются в тщательном проектировании и тестировании для обеспечения амплитудной и фазовой когерентности в многочисленных каналах, уменьшения искажений в усилителе и сохранения целостности сигнала. Для тестирования massive MIMO требуется многоканальный измерительный комплекс с имитатором замираний и измерителем искажений AM-PM (амплитудная и фазовая модуляция). По сравнению с оборудованием сотовой связи предыдущих поколений, оборудование для сетей 5G обладает расширенной функциональностью на физическом уровне, включая возможность осуществлять радиопередачу в узких лучах для заданных направлений. Новые функции физического уровня в радиоустройствах управляются новыми канальными и сетевыми протоколами радиоинтерфейса. Чтобы гарантировать правильность работы радиооборудования на физическом уровне, ее надо тестировать. В тестирование управления радиоресурсами (Radio Resource Management, RRM) входит контроль реакции протоколов на команды и проверка, изменяется ли работа радиоустройства при получении команд. Тестирование протоколов сигнализации предполагает эмуляцию канала и сети с выполнением полного набора РЧ измерений и измерений Radio Resource Management.

3. Заключение

Таким образом, в ходе разработки лабораторного стенда определения функциональных характеристик базовой станции системы 5G продемонстрированы нюансы формирования методики измерения соответствия технических характеристик согласно спецификациям 3GPP.

4. Список литературы

[1] 3GPP TS 38.141-1 V17.7.0 (2022-09). — 2022. — 329 с.
[2] 3GPP TS 38.141-2 V17.7.0 (2022-09). — 2022. — 400 с.

DESIGN OF A LABORATORY BENCH FOR FUNCTIONAL CHARACTERISTICS STUDIES OF THE 5G BASE STATION

Nefedov A. S., Gasparyan R. R., Savochkin A. A.
Scientific adviser: Savochkin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The parameters of 5G base stations for laboratory design are considered using the current requirements for testing the functional characteristics of mobile radio base station equipment, according to the specifications of 3GPP regulations. Technical requirements to the laboratory bench design for mobile radio communication are given. The parameters of the radio interface and the necessary network parameters are given.

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

СОЗДАНИЕ АЛГОРИТМА ГОЛОСОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОСРЕДСТВОМ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ

Верещагин Т. А., Жильцов О. Г., Ходаковский А. А.
Научный руководитель: д-р техн. наук, доц. Широков И. Б.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: timurav869@gmail.com

Аннотация — В данной статье была рассмотрена возможность улучшения жилищных, офисных или складских помещений, посредством частичной автоматизации с использованием оптимально энергосберегающих и недорогих материалов.

1. Введение

В современном мире автоматизация и электроника прочно вошли в жизнь каждого человека. При этом большинство систем домашней автоматизации построены таким образом, что их внедрение требует больших затрат и профильного образования.

Для решения этой проблемы нами было разработано электромеханическое устройство, построенное с использованием принципов принципа парадигмы Интернета вещей (Internet of Things, IoT) [1].

2. Основная часть

Взаимодействие человека с устройством может быть проведено по трём каналам: голосовой канал с использования API Яндекс «Алиса», прямое управление через мобильное приложение Яндекс «Home» и физическое управление путем нажатия клавиши выключателя что позволяет управлять светом обходя висящее на выключателе устройство сохраняя удобство использования выключателя при сохранении управления над светом даже в случае сбоя устройства.

Общение устройства с серверами Яндекс осуществляет по протоколу Message Queue Telemetry Transport (MQTT) [2]. Благодаря структуре данного протокола (рис.1) MQTT обладает подходящими преимуществами для выполнения поставленной перед устройствам задачи такими как простота и скорость передачи малых пакетов данных, а также возможность их шифрования. Компания Яндекс предоставляет простые в настройке и использовании инструменты, позволяющие быстро внедрять устройства с использованием многих протоколов в перечне которых есть MQTT.

Рис. 1

В системе управления устройством были выдвинуты некоторые требования такие как низкое энергопотребление, отказоустойчивость, выход в сеть интернет с помощью беспроводного интерфейса Wi-Fi и наличие портов управления электромеханическими устройствами. Всем вышеперечисленным критериям соответствует микроконтроллер компании Espressif Systems модели ESP32 [3]. Данное решение имеет конкурентные преимущества такие, как низкое электропотребление и высокая производительность, позволяющая не только общаться с внешними серверами, но и запускать свой при отсутствии выхода в сеть интернет.

Для безопасности установки устройства человеком без профильного образования необходимо отсутствие внедрения в электрическую сеть дома. Учитывая это, необходимо воздействовать на имеющиеся в каждом доме выключатели света, что требует использования электромеханических устройств таких, как серводвигатель. Данный инструмент идеально подходит для использования в устройстве из-за возможности точно выставлять и удерживать угол поворота, что позволит гарантированно контролировать настенный выключатель света.

Для простоты внедрения устройства был разработан корпус — накладка (рис. 2) на выключатель света, состоящий из трёх основных частей — накладка на выключатель, позволяющая легко прикрепить устройство к любому домашнему коммутатору света, корпус для электроники, предназначенный для крепления микроконтроллеров и элементов питания, качалка выключения цвета, предназначенная для нажатия клавиши выключателя.

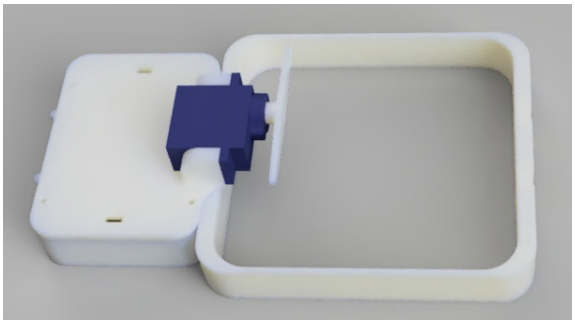


Рис. 2

3. Заключение

В ходе работы разработано устройство, позволяющее внедрить системы «Умный дом» без профильных знаний и существенных временных и денежных затрат.

4. Список литературы

[1] Дом с Алисой [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://habr.com/ru/news/t/656415/
[2] Arduino. Набор «Умный дом». Руководство пользователя [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://anyflip.com/ulhe/atol/basic
[3] Skysilver-lab/majordomo-yandexhome [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://github.com/skysilver-lab/majordomo-yandexhome.

CREATING A VOICE CONTROL ALGORITHM USING ELECTROMECHANICAL MODULES

Vereshagin T. A., Zhiltsov O. G., Khodakovskiy A. A.
Scientific adviser: Shirokov I. B.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In this article, the possibility of improving residential, office or warehouse premises through partial automation using optimally energy-saving and inexpensive materials is considered.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РАСТЕНИЙ В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ МЕТОДОМ ГИДРОПОНИКИ

Скрыпник А. Е., Верещагин Т. А., Ходаковский А. А.
Научный руководитель: д-р техн. наук, доц. Широков И. Б.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: timurav869@gmail.com

Аннотация — Статья посвящена актуальной проблеме ухода за растениями в домашних условиях. Проведён сравнительный анализ существующих аналогов как с использованием классического метода выращивания растений в грунте, так и метода выращивания растений в водных растворах. Определено, что существующие методы не подходят для использования в домашних условиях. Был разработан метод выращивания растений на основе гидропоники, покрывающий недостатки существующих аналогов.

1. Введение

Обычно, при выращивании растений в домашних условиях используется низкопроизводительный метод посадки растений в грунт [1]. Такой метод требует постоянного внимания к растению на протяжении всего его роста. Растение в высокой степени подвержено заболеваниям и паразитам, от которых сложно избавиться, не повредив само растение, так как эти заболевания и паразиты с высокой долей вероятности остаются в почве, откуда их можно убрать только сильными химикатами. Также нужно точно следить за периодичностью добавления удобрений растениям и количеством питательной смеси, чтобы корни не получили химический ожег, а пересадка растения является процессом, несущим угрозу для всего растения.

Эффективным методом с минимальными рисками для растения является метод гидропоники. Однако, подавляющее большинство современных устройств на основе гидропоники созданы для использования в промышленности.

Существуют модели гидропоники, приспособленные к размещению в домашних условиях [2], но они также, как и промышленные гидропоники, требуют полностью ручного удобрения, контроля параметрами полива, не имеют встроенного освещения, а контроль состояния растения осуществляется вручную при помощи различных тестеров, требующих продолжительного времени для замеров.

2. Основная часть

На основе проведённого анализа было разработано устройство для домашнего выращивания растений, лишённое недостатков, имеющихся у существующих аналогов.

Для большего удобства пользователя и увеличения эффективности разработана концепция настольного устройства основанного на принципе гидропоники. Принцип гидропоники основывается на выращивании растений без почвы, в таком случае они получают необходимые вещества из водного раствора.

Данный метод позволяет более эффективно насыщать корни воздушной смесью и не даёт им загнивать. Все необходимые вещества из удобрений усваиваются растением, ничего не оседает в грунте. Существенно снижается вероятность появления паразитов, а в случае их появления от них будет проще избавится, так как нет почвы, в которой они могут пережить воздействие методов лечения растения. Также, предлагаемый метод лишен необходимости замены почвы.

Устройство, описанное в данной статье, благодаря отсутствию недостатков, перечисленных выше, может быть размещено на рабочем столе, подоконнике и любой подобной горизонтальной поверхности. Также для управления и помощи в обслуживании данной гидропонной системы предполагается использовать функциональное приложение, связанное с ней по сети интернет. Пользователь может из любой точки мира, где есть доступ к глобальной сети, управлять регулярностью и интенсивностью полива, подачей удобрений и освещения, а также получать данные с датчиков температуры, влажности воздуха, влажности корней, освещенности и углекислого газа. Также приложение позволит настроить вручную или выбрать из существующих шаблонов реакции системы на изменение параметров, получаемых с датчиков.

Для реализации подключения к сети интернет и сбора данных с датчиков, а также для первичной обработки данных было предложено использование микроконтроллера компании “Espressif Systems” модели “esp32”.

3. Заключение

В ходе проведения разработок, представленных в данной статье, была разработана цифровая модель устройства, предназначенного для обеспечения жизнедеятельности растений в условиях комнатной среды. Полученное в результате устройство показало существенные преимущества в автономности и качестве роста растения в сравнении с существующими аналогами.

4. Список литературы

[1] Быховец, С. Л. Дневник сезонного ухода за комнатными растениями и цветами / С. Л. Быховец, В. М. Гончарук. — М. : Мн : Харвест, 2004. — 384 с.

[2] Комнатные растения в бутылках и банках: как выращивать растения в воде [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.treeland.ru/article/home/plant/Plants-in-bottles-how-to-grow-plants-in-water.

SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEX FOR GROWING PLANTS AT HOME BY THE METHOD OF HYDROPONICS

Skripnik A. E., Vereshchagin T. A.,
Khodakovskiy A. A.
Scientific adviser: Shirokov I. B.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The article is dedicated to the actual problem of caring for plants at home. A comparative analysis of existing analogues using the classical method of growing plants in the ground and the method of growing plants in aqueous solutions. It is determined that the existing methods require a lot of time for maintenance, or are not suitable for placement at home. A method of growing plants based on hydroponics has been developed, covering the disadvantages of existing analogues.

ФУКНЦИОНАЛЬНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ВСТРАИВАЕМОГО ПО РАДИОЛОКАТОРА AWR6843 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MATLAB

Кравченко И. В., Кузьмин А. А., Вертегел В. В.
Севастопольский государственный университет,
ООО «Инжиниринговый центр СевГУ», г. Севастополь, Россия
E-mail: kravchenkort@gmail.com

Аннотация — Представлена реализация функционального тестирования встраиваемого программного обеспечения радиолокатора *AWR*6843 с использованием пакета прикладных программ *Matlab*. Приведена реализация генератора тестовых данных для имитации цели с медленным гармоническим перемещением в пространстве.

1. Введение

Функциональное тестирование (ФТ) является неотъемлемым этапом в процессе разработки любого встраиваемого программного обеспечения (ПО). В ходе ФТ определяется соответствие разрабатываемого ПО функциональным требованиям.

В докладе представлена реализация ФТ ПО однокристального радиолокатора *AWR*6843 с использованием пакета *Matlab*, который позволяет выполнить как базовые операции тестирования (управление объектом тестирования, валидация его поведения), так и верифицировать алгоритмы ЦОС, реализуемые в ПО радиолокатора.

2. Основная часть

На рис. 1 показана структурная схема установки для проведения ФТ.

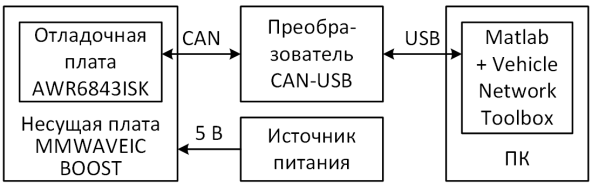


Рис. 1

Передача данных между радиолокатором и ПК реализована при помощи интерфейса *CAN*. Управление и конфигурация радиолокатора выполнены с использованием текстовых команд в стиле *Command Line Interface* (*CLI*) [1]. Данные из радиолокатора передаются при помощи пакетов *Tag-Length-Value* (*TLV*). *CLI* и *TLV*, делятся на части и передаются в *CAN*-пакетах с уникальными идентификаторами.

Процесс выполнения одного функционального теста включает следующие этапы:

— расчет ожидаемых значений переменных теста с использованием генератора тестовых данных и *Matlab*-модели ЦОС радиолокатора [2];

— конфигурирование радиолокатора согласно условиям проведения теста с использованием *CLI*;

— запуск радиолокатора, генерацию тестовых данных, ЦОС и получение текущих значений переменных теста с использованием *TLV*;

— сравнение ожидаемых и текущих значений, вывод результата теста.

Важной особенностью тестирования радиолокатора является формирование тестовых данных при помощи генератора, который идентично работает как в *Matlab*, так и в микросхеме радиолокатора. В типовой алгоритм ЦОС радара [1] генератор встраивается после БПФ по дальности (*Range FFT*) и подменяет т.н. *Radar Cube*.

В качестве тестовой цели выступает объект с уровнем сигнала M, скоростью v и гармоническим перемещением в пространстве с частотами f_R и f_H для имитации дыхания и сердцебиения.

Генератор основан на расчете модуля (A) и аргумента (Θ) спектральной плотности сигнала для каждого отсчета по дальности, соответствующего расстоянию до тестовой цели, по следующим формулам

$$\mathrm{A}(k,m,p)=\sum_{l=1}^{L}\left(\left(M(l)+k\right)\cdot \mathrm{X}(l,m)\right);$$

$$\Theta(k,m,p)=\sum_{l=1}^{L}\left(\theta_R(p,l)+\theta_H(p,l)+\theta_V(k,l)+\Omega(l,m)\right),$$

где k,m,p,l — индексы линейно-частотно модулированного (ЛЧМ) импульса, виртуальной антенны, пачки импульсов и тестовой цели, соответственно; $\theta_R(p,l)=\sin\left(2\pi f_R(l)pT_f\right)$ — составляющая дыхания; T_f — период дискретизации; $\theta_H(p,l)=0{,}3\sin\left(2\pi f_H(l)pT_f\right)$ — составляющая сердцебиения; $\theta_V(k,l)=4\pi kN_{TX}v(l)T/\lambda$ — составляющая скорости цели; $M(l)$ — уровень сигнала тестовой цели; $\mathrm{X}(l,m)$, $\Omega(l,m)$ — модуль и аргумент значения поворачивающего множителя.

3. Заключение

Таким образом, представлена реализация ФТ встраиваемого ПО радиолокатора *AWR*6843 с использованием пакета *Matlab*, который позволяет верифицировать базовые операции и алгоритмы ЦОС с минимальным влиянием на работу радиолокатора.

Разработанная процедура ФТ позволяет ускорить разработку встроенного ПО за счет высокой степени автоматизации.

4. Список литературы

[1] MmWave software development kit (SDK) [Электронный ресурс] / Texas Instruments. — Режим доступа: https://www.ti.com/tool/MMWAVE-SDK

[2] Кравченко, И. В. Высокоуровневая модель MIMO радара W-диапазона с использованием Matlab / И. В. Кравченко, В. В. Вертегел // Матер. 15-й Междунар. научно-технической конф. «Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций, РТ-2019». — Севастополь: Изд-во СевГУ, 2019. — С. 29.

FUNCTIONAL TESTING OF AWR6843 EMBEDDED SOFTWARE USING MATLAB

Kravchenko I. V., Kuzmin A. A., Vertegel V. V
Sevastopol State University,
SevSU Engineering Center Ltd, Russia

Abstract — Functional testing implementation of AWR6843 radar embedded software, using Matlab application package, is presented. The implementation of the test data generator for simulating a target with slow harmonic movement in space is given.

КРОСПЛАТФОРМЕННОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ ДОВЕРЕННЫХ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ 1986ВЕ92

Лукьянчиков А. В., Нестеренко А. И.
Научный руководитель: канд. техн. наук, Лукьянчиков А. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: brain75@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен метод кросплатформенного программирования контроллеров 1986ВЕ92 при помощи *IDE Eclipse* и плагинов для работы с контроллерами на базе *ARM*.

1. Введение

В наши дни предприятия в РФ сталкиваются с проблемами покупки лицензий на операционную систему *Windows* от *Microsoft*, и существует тенденция переходить на операционные системы, распространяемые в свободном доступе. Хорошей альтернативой продукции *Microsoft* являются операционные системы, основанные на ядре *Linux.* Также в связи с ситуацией в мире РФ не имеет возможности закупать микроконтроллеры из-за рубежа, а отечественные аналоги, одним из которых является К1986ВЕ92 фирмы “Миландр”, предоставляют поддержку своих контроллеров только на такие *IDE* как *Keil* µ*Vision* и *IAR*, доступные только под платформы *Windows* и требующие западных лицензий [1]. В связи с этим реализация *Embedded* программирования под платформой на ядре *Linux на* основе открытого ПО является актуальной задачей.

2. Основная часть

В качестве аппаратной платформы нами были использованы программатор, совместимый по командам с *J-Link*, и отладочная плата *LDM*-µ*ROB*-*K*1986*BE*92*QI* [2].

Для работы на стороне ПК использовалась операционная система *Arch Linux,* а в качестве основного редактора *Eclipse IDE*-набор утилит для компиляции и отладки *arm none eabi gcc* и программа для соединения с микроконтроллером *OpenOCD.* Все представленное выше программное обеспечение распространяется в открытом доступе под лицензией *GNU GPL.*

После установки указанного программного обеспечения в *Eclipse IDE* необходимо установить следующие плагины:

— *eclipse embedded c*/*c++* 6.3.0;
— *cmsis pack eclipse* 2.7.0.

Eclipse embedded c/*c++* — плагин, предоставляющий возможность использования набора утилит для компиляции и отладки.

Cmsis pack eclipse — плагин, эмитирующий аналогичный пакетный менеджер из Keil µVision.

Используя пакетный менеджер, необходимо установить неофициальное программное обеспечение, а также находящееся в открытом доступе [3] на *GitHub, emdr1986x-std-per-lib.* В настройках линкера проекта обязательно поставить галочку на *use newlib-nano(--specs=nano.specs).* После этого проект может быть собран.

Для отладки необходимо создать новую конфигурацию запуска, в поле режима нужно выбрать *Debug*, а тип *GDB OpenOCD Debugging.*

В меню *Debugger* необходимо разрешить запуск *OpenOCD* и *GDB* (рис. 1).

Команды, необходимые для работы с *OpenOCD*:

— *interface/jlink.cfg* (загрузка конфигурации для выбора *J-Link* в качестве прогромматора);
— *target/mdr32f9q2i.cfg* (загрузка конфига с основными параметрами микроконтроллера);
— *transport select swd* (команда на смену типа интерфейса с стандартного *JTAG* на *SW*);
— *reset init* (операционный перезапуск микроконтроллера).

При создании конфигурации запуска стандартный ряд команд выглядит следующим оразом:

1. *set mem inaccessible-by-default off*
2. *monitor reset init*
3. *monitor halt*
4. *symbol-file “LED_blink.elf”*
5. *load*
6. *tbreak main*
7. *monitor reset halt*
8. *monitor halt*
9. *continue*

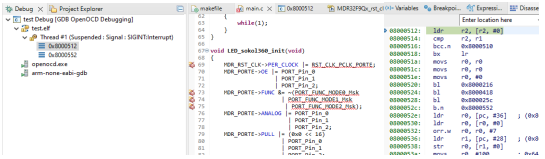


Рис. 1

3. Заключение

Предложенный метод позволяет работать 1986ВЕ92 с самыми распространенными операционными системами, такими как: *Windows, MacOS,* большинство дистрибутивов на ядре *Linux* и *FreeBSD.* Использование неофициально поддерживаемого программного обеспечения является изъяном предложенного метода, но в силу открытых исходных кодов недочеты исправляются по мере их обнаружения.

4. Список литературы

[1] Лукьянчиков, А. В. Особенности измерения частоты с использованием микроконтроллера К1986ВЕ92 / А. Н. Суханов, А. В. Лукьянчиков //Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций «РТ-2015». — С. 138.
[2] Хорошайлова, М. В. Методика программирования микроконтроллера *MDR*32*F*9*Q*2*I* в задачах управления и мониторинга / М. В. Хорошайлова, А. В. Чернышов, Д.А. Леденев // Вестник ВГТУ. — Т.17. — С. 76—81.
[3] Eldar Khayrullin [Электронный ресурс] / Milandr MCU 1986x Standard Peripherals Library. — Режим доступа: https://github.com/eldarkg/emdr1986x-std-per-lib.

CROSS-PLATFORM PROGRAMMING OF 1986BE92 CONTROLLERS

Lukyanchikov A. V., Nesterenko A. I.
Scientific adviser: Lukyanchikov A. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The method of cross-platform programming of 1986BE92 controllers using the Eclipse IDE and add-ons for working with ARM-based controllers.

КАРМАННЫЙ КОМПЬЮТЕР ДЛЯ ПРОВЕРКИ ВНЕШНИХ ИНТЕРФЕЙСОВ

Лукьянчиков А. В., Тураев И. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук Лукьянчиков А. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: brain75@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены вопросы создания карманного компьютера на микроконтроллере ESP8266 для тестирования внешних интерфейсов.

1. Введение

Зачастую, при отладке устройств возникает необходимость проверить корректность обмена данными между модулями. Для этого достаточно просто определить проходит или нет обмен с помощью стационарных тестеров интерфейсов, которые могут быть выполнены либо как выносные блоки персонального компьютера, либо быть встроены в другие стационарные приборы (например, осциллограф). Чаще всего в процессе комплексной отладки приходится разбираться, на каком этапе обмена произошёл сбой, часто это нужно делать и на объекте заказчика [1], где отсутствует рабочее место программиста. Необходимо определить, сорвалась ли передача ещё на этапе подготовки данных или, может, обмену помешало другое устройство, подключенное к линии. Ситуация становится особенно запутанной, когда обмен данными реализован, по большей части, программно. Тут необходим портативный прибор, который может дать подробную информацию обмена по UART, SPI, I2C, 1-Wire. С другой стороны, на объекте заказчика может потребоваться автоматизация анализа конкретного интерфейса [2]. Лучше всего для этого может подойти ноутбук со средой разработки и приставкой конвертора интерфейсов, но это достаточно дорогое решение, а главное, громоздкое. Поэтому разработка карманного компьютера для проверки внешних интерфейсов является актуальной задачей.

2. Основная часть

Поскольку сложность кода для автоматизации проверки интерфейсов, как правило, может быть невысокой, то для таких целей может подойти микроконтроллер ESP8266 с установленной средой micropython в качестве карманного компьютера, т.к. его вычислительной мощности хватит для решения вопросов автоматизации проверки интерфейсов и на своем борту он имеет аппаратную реализация большинства необходимых интерфейсов. Разработанная структурная схема такого устройства показана на рис. 1.

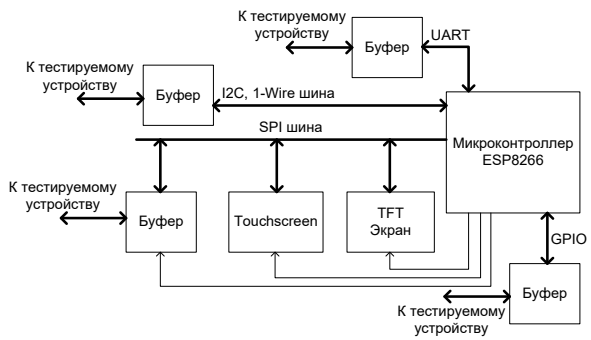


Рис. 1

Интерфейс SPI в этом устройстве используется несколькими блоками: экраном, резистивным тачскрином и внешним устройством. Разделение происходит за счет сигналов CS. Когда надо передать или принять данные от внешнего устройства по интерфейсу SPI, внутренние блоки отключаются от шины. Также предусмотрены дополнительные интерфейсы (I2C, 1-Wire, GPIO) для тестирования внешних устройств. Управлять этими устройствами можно за счет программы на языке python, которая исполняется на ядре micropython на контроллере ESP8266.

При установке micropython в контроллере появляется файловая система, где могут храниться исподники файлов на python, которые могут быть созданы/модифицированы на целевом контроллере. Писать код и управлять этим карманным компьютером можно через встроенный в ядро micropython терминал по интерфейсу uart. Чтобы работать через uart нужно внешнее устройство, а это уменьшает компактность прибора. Поэтому необходимо написать программное обеспечение для целевого контроллера, которое перенаправит вывод встроенного терминала на дисплей TFT, а встроенный ввод терминала установит через touchscreen.

Такой подход позволяет создать открытую аппаратную платформу, которая может использоваться как для функционально законченное устройство, так и для отладки интерфейсов. Кроме того, поскольку использован микроконтроллер ESP8266, на карманном компьютере можно разрабатывать сетевые приложения, которые задействуют модуль WI-FI.

3. Заключение

Таким образом, разработан портативный карманный компьютер, который позволяет выполнять как выполнять отладку внешних интерфейсов, и писать программные компоненты для самого устройства, а также выполнять функции научного калькулятора.

4. Список литературы

[1] Гимпилевич, Ю. Б. Система дистанционного контроля параметров технических объектов / Ю. Б. Гимпилевич // «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, РТ – 2018». — Севастополь: СевГУ, 2018. — С. 163.

[2] Смекодуб, В. А. Адаптация лабораторной установки «исследование входных цепей» для работы в дистанционном режиме / В. А. Смекодуб, А. В. Лызлов, А. В. Лукьянчиков // «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, РТ – 2019» — Севастополь : СевГУ, 2018. — С. 163.

POCKET COMPUTER FOR CHECKING EXTERNAL INTERFACES

Lukyanchikov A. V., Turaev I. V.
Scientific adviser: Lukyanchikov A. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The issues of creating a pocket computer on the ESP8266 microcontroller for testing external interfaces are considered.

РАЗРАБОТКА КОДА ПРОГРАММЫ ДЛЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ARDUINO NANO ДОЗИМЕТРИЧЕСКОГО ПРИБОРА

Смаилов С. Ф., Бузо С. С., Афонин И. Л.
Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Афонин И. Л.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: BelkaSqiroll@gmail.com

Аннотация — В докладе представлен алгоритм работы дозиметра на микроконтроллере Arduino Nano, в котором рассматриваются способы обработки данных со счётчика Гейгера-Мюллера СБМ-20.

1. Введение

Первые дозиметры имели индикацию радиоактивного излучения с помощью щелчков динамика. Данный метод позволял только оценить наличие радиоактивного заражения, для численной оценки уровня радиоактивности использовались стрелочные приборы, с помощью которых можно было уже измерить уровень ионизирующего излучения. С появлением цифровой техники измерения и расчёта значения радиации выполняется с помощью микроконтроллера. Цифровые дозиметры имеют большую точность по сравнению со стрелочными, а также позволяют использовать несколько режимов измерения.

2. Основная часть

В качестве микроконтроллера (МК) было решено взять плату Arduino Nano с МК ATMega32u4[1]. Датчиком выступает счётчик Гейгера-Мюллера СБМ-20[2], максимальная скорость счёта которого составляет 4000 имп/с. Микроконтроллер способен обработать такой сигнал, поступающий на цифровой вход, однако при этом необходимо оптимизировать код, чтобы измеритель успевать регистрировать импульсы при больших уровнях излучения. Регистрация импульсов производится с помощью аппаратных прерываний, поступающих на вывод D2 микроконтроллера.

Отображение данных производится с помощью дисплея 1602, подключенного к плате МК, также есть возможность подключить дисплей через I2C конвертер. Управление производится с помощью 2 кнопок. Также к микроконтроллеру подключен пьезодинамик для звуковой индикации.

Схема устройства дозиметра показана на рис. 1.

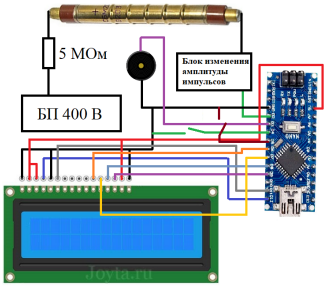


Рис. 1

Код программы написан на языке программирования Arduino в среде разработки Arduino IDE. В качестве библиотеки для управления дисплеем используется библиотека «LiquidCrystal» [3].

При срабатывании аппаратного прерывания увеличивается переменная количества импульсов. Используя функцию «Millis», можно посчитать количество импульсов за выбранный промежуток времени. Для быстрого измерения можно взять маленький промежуток времени в 0,5 — 1 секунды, но это будет ухудшать точность измерений. Поэтому лучшим решением является взять интервал измерения по времени в 30 секунд, и при увеличении фона до опасных значений, перейти к быстрому измерению интенсивности радиоактивного излучения.

При измерении с большим временным интервалом необходимо записать подсчитанные значения за 1 секунду в массив и брать среднее значение интенсивности излучения за интервал. После заполнения массива значения переписываются с первого элемента массива. Так получаются значения интенсивности радиации без ожидания в течении относительно большого интервала времени. При этом точность измерения значительно не изменяется.

В документации к счётчику СБМ-20 указана чувствительность 420 имп/с, при интенсивности излучения 4 мкР/с, откуда можно вычислить, что в среднем 105 имп/с соответствует 1 мкР/с. Используя полученное соотношение, выполняется пересчёт количества импульсов в значения интенсивности радиоактивного излучения.

Для расчёта полученной дозы излучения берется сумма интенсивностей излучения за все время работы, и умножается на это время.

С помощью кнопок реализованы переключение между единицами измерения, а также переход в режим расчета дозы и нахождения максимума излучения за весь период работы.

При превышении уровня излучения выше безопасного срабатывает звуковой сигнал оповещения пользователя.

3. Заключение

Предложена схема дозиметра на платформе Arduino Nano. Описан способ пересчета значений количества импульсов в интенсивность радиоактивного излучения, а также расчёт полученной дозы излучения.

4. Список литературы

[1] Atmel ATmega16U4/ATmega32U4 datasheet, 2016 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.digipart.com.
[2] СБМ-20 Параметры и характеристики [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.istok2.com/data/2398.
[3] LiquidCrystal Library [Электронный ресурс]. — Режим доступа:https://www.arduino.cc/reference/en/libraries/liquidcrystal

DEVELOPMENT OF THE PROGRAM CODE FOR THE DOSIMETRIC DEVICE

Smailov S. F., Buzo S. S., Afonin I. L.
Scientific adviser: Afonin I. L.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the report, the algorithm of the dosimeter on the Arduino Nano microcontroller, which discusses ways to process data from the Geiger-Muller counter SBM-20, is presented.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ОСВЕЩЕНИЯ И ЕЕ РЕАЛИЗАЦИЯ В ПОМЕЩЕНИЯХ ИРИТС

Лысенко Н. М., Литовко Е. В., Новиков И. В., Тыщук Ю. Н.
Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: y.tyshuk@gmail.com

Аннотация — Рассмотрение возможности интеграции интеллектуального освещения в помещениях ИРИТС. Приведены результаты предварительного расчета оптимального режима работы системы и ее практическое обоснование.

1. Введение

В вечернее время, особенно в зимний период, на освещение затрачивается большая часть электроэнергии в здании. Также, как правило, в темное время, в освещаемых коридорах, люди проходят редко. Системы интеллектуального освещение позволяют решить проблему, минимизировав расходы электроэнергии для отдельно взятых элементов освещения.

Установку интеллектуальной системы освещения планируется произвести в помещениях института РИТС.

2. Основная часть

Подготовительная часть заключалась в изучении плана института (рис. 1) и источников освещения. Проведены замеры дальности их расположения друг от друга. Выполнен подсчет необходимого количества датчиков, расстояния и места их установки. Также разработан алгоритм управления системой. При этом учтены характеристики ламп и возможности переноса некоторых светильников, для Зоны покрытия. (рис. 2). Также для работы требуется провести замеры при помощи люксметра и сверку с действующими нормативами освещения помещений.

Проведенный анализ потока студентов и работников в течение всего дня показал целесообразность интеграции системы.

На рис.1 представлен план этажа института РИТС.

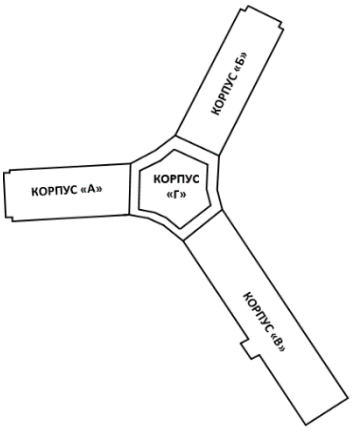


Рис. 1

Техническая часть заключалась в выборе компонентой базы для системы. Было принято решение реализовать систему на плате Arduino с использованием датчиков с инфракрасным чувствительным элементом с функцией диммирования (плавной регуляции мощности). Датчик, реагируя на изменение температуры контролируемого им пространства, выводит контроллер Atmega328p (на платформе Arduino) из режима ожидания. Он включает освещение до момента, пока человек, попавший в зону действия датчика, не покинет её.

Особенность выбранных инфракрасных датчиков заключается в наличии собственных твердотельных реле, что позволяет произвести их установку в «разрыв» линии уже смонтированных и работающих систем освещения.

Особенностью интеллектуального освещения является пересечение зон покрытия датчиков, что позволяет более точно определить положение человека. Таким образом, человек, проходящий через каждую зону, будет запускать цикл включения датчика и его выключения, по истечении десяти секунд после того, как он покинет зону покрытия.

На рис 2. представлено расположение ламп в корпусе «В» и зоны действия системы управления освещения

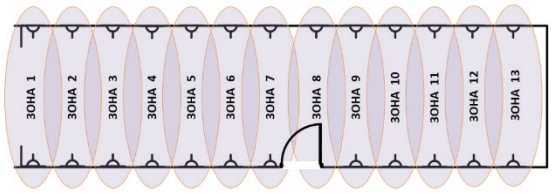


Рис 2

3. Заключение

Таким образом, произведен предварительный расчет интеграции системы освещения в коридоры института РИТС.

Исходя из предварительно полученных данных, данная система может минимизировать расход электроэнергии в темное время суток и снизить энергопотребление во внеучебное время, когда в институте существенно сокращается количество людей, а, следовательно, сокращается и частота их прохождения по коридорам.

4. Список литературы

[1] Проектирование систем на микропроцессорах и микроконтроллерах : учебное пособие / О. Н. Кузяков. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2014. — 104.с.

[2] ARDUINO: от азов программирования до создания практических устройств / А. В. Белов. — Санкт-Петербург : Наука и Техника, 2018. — 480 с.

DEVELOPMENT OF AN INTELLIGENT LIGHTING SYSTEM AND ITS IMPLEMENTATION IN IRITS PREMISES

Lysenko N. M., Litovko E. V, Novikov I. V.,
Tyschuk Y. N.
Scientific adviser: Tyschuk Y. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Consideration of the possibility of integrating intelligent lighting in IRITS compartments. The results of the preliminary calculation of the optimal operating mode of the system and its practical justification are presented.

РЕАЛИЗАЦИЯ СОСТАВНОГО МОДУЛЯ ЗОНАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Лысенко Н. М., Новиков И. В., Литовко Е. Н., Тыщук Ю. Н.
Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: y.tyshuk@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены возможности интегрирования системы интеллектуального освещения путем реализации составного модуля зонального управления. Приведены результаты интеграции системы в трех выбранных зонах.

1. Введение

В настоящее время на рынке представлено множество модулей зонального управления освещением. Однако, недостатком большинства из них является цена и ограниченность функций. Так, например, существует возможность переключать датчик в режим сна, чтобы сократить затрату электроэнергии. Было принято решение реализовать модуль зонального управления с возможностью экономии электроэнергии.

2. Основная часть

Модуль основан на платформе Arduino с микроконтроллером Atmega328p. К Arduino подключается твердотельное реле, что позволяет произвести установку модуля в «разрыв» линии уже работающей системы освещения. Также к ней подключается датчик освещения, который будет управлять работой модуля. Контроллер Atmega328p программируется с помощью персонального компьютера.

На рис. 1 представлена структурная схема модуля.

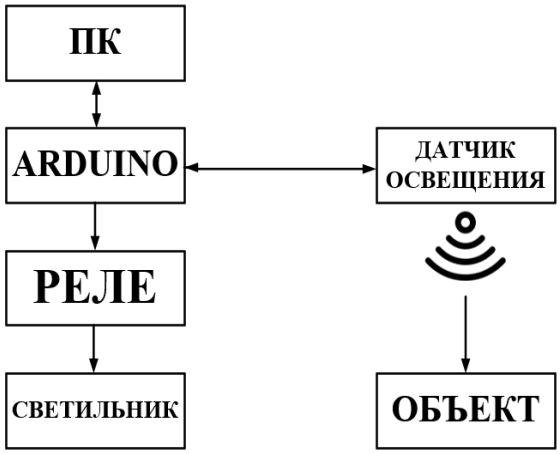


Рис. 1

С экономической точки зрения данный макет характеризуется относительной дешевизной. Было выполнено экспериментальное исследование.

Основная часть эксперимента приходилась на три зоны (рис.2).

В каждой из зон было установлено по два датчика движения с условием, что зоны действия датчиков накладывались друг на друга на расстоянии двух метров. Человек, зашедший в Зону 1, запускает первый датчик движения, тем самым зажигая свет. После этого он продолжает движение к Зоне 2, которая засекает свет в момент, когда человек подойдет к зоне наложения двух датчиков. Это позволяет зажечь свет в Зоне 2 заблаговременно. После того, как человек покидает область пересечения датчик в Зоне 1 отрабатывает еще десять секунд и отключается вместе с источником света. Такой же принцип работы реализуется в Зоне 3 и всех следующих за ней.

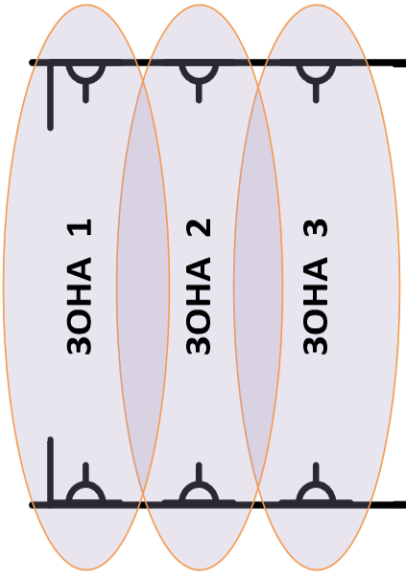


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, экспериментально показана перспективность использования решения, что дает основание продолжить работу в широком формате.

Показана возможность по усилению мощности устройства и отмечается возможность увеличения площади покрытия датчиков. Плату Arduino, после дополнительных исследований можно заменить на плату, обладающую большей пропускной способностью и позволяющей подключить к ней большее количество датчиков.

4. Список литературы

[1] Элементы и устройства автоматики : учебник для вузов / В. С. Подлипенский, Ю. А. Сабинин, Л. Ю. Юрчук ; ред. Сабинина Ю. А. — СПб. : Политехника, 1995. — 471 с.
[2] Системы регулирования и управления освещением: учеб. пособ. / К. В. Пантелеев [и др.]. — Минск : БНТУ, 2020. — 87 с.

IMPLEMENTATION OF A COMPOSITE ZONAL CONTROL MODULE OF AN INTELLIGENT LIGHTING SYSTEM

Lysenko N. M., Novikov I. V., Litovko E. V.,
Tyschuk Y. N.
Scientific adviser: Tyschuk Y. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Consideration of the possibilities of integrating an intelligent lighting system by implementing a composite zonal control module. The results for integration of the system in three selected zones are presented.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ХРАНЕНИЯ, ОБРАБОТКИ И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ДЛЯ ПОПУЛЯРИЗАЦИИ ПЕРЕПИСИ НАСЕЛЕНИЯ

Ярова А. В., Дзись М. Е., Солошенко А. О., Нестеренко А. И., Иськив В. М.
Научный руководитель: Иськив В. М.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: adel-379@rambler.ru

Аннотация — Рассмотрена разработка программно-аппаратного комплекса на базе микроконтроллера для упрощения процедуры проведения переписи населения.

1. Введение

Проблема популяризации переписи населения и работы с получаемыми большими данными будет сохранять свою актуальность на протяжении длительного периода времени. Разработка специализированного ПАК позволит в разы быстрее собирать информацию о гражданах РФ в рамках переписи населения, а также позволит быстро проводить перепись в маленьких поселениях и удаленных населенных пунктах.

2. Основная часть

Реализация ПАК для проведения переписи населения включает в себя: микроконтроллер STM32F746NGH6 с 32-битный ARM Cortex M7 [1]; Wi-Fi модуль адаптер TP-Link Archer T3U Plus; источник питания; компьютер–сервер; модем; базу данных; веб-ресурсы; алгоритмы хранения, обработки и передачи данных; приложение для работы с составлением анкет.

В качестве компьютера–сервера используется компьютер с процессором Ryzen Threadripper, видеокартой 3090 rtx nvidia, двумя hdd на 4 ТБ, подключенные в RAID массив, RAM: 32 ГБ DDR5, операционной системой Debian linux 9 LTS. В качестве компьютера–терминала используется микроконтроллер STM32F746NGH6. В качестве модема используется 4G LTE модем HUAWEI E3372h-320.

Для беспроводной передачи данных и записи их в базу данных к микроконтроллеру был подключен модем при помощи переходника usb на micro usb. Скорость передачи данных модема составляет 100 Мб/с. Для проводной передачи данных используется подключение через разъем Ethernet.

Экспериментальный программно-аппаратный комплекс подключается к сети Интернет с помощью протокола TCP/IP. В качестве канала связи, используется электрическая кабельная сеть, которая обладает скоростью передачи данных в 100 Мб/с.

Для установки необходимого количества памяти и разгрузки программных процессов работы микроконтроллера была использована MicroSD карта с объемом памяти 128 ГБ, имеющая пропускную способность 100 Мб/с.

Для мобильности в использовании программно-аппаратного комплекса в качестве источника питания используется внешняя батарея на 3000 мА.

Для прохождения анкет для переписи населения было написано приложения на языке C++ и загружено в разработанный ПАК. Приложение работает в режимах онлайн и оффлайн, что позволяет проводить работу вне зависимости от наличия сети.

Приложение загружает центральный процессор устройства на 0,15 % на одного пользователя в режиме оффлайн и на 0,35 % в режиме онлайн. Объем, занимаемый приложением — 3 МБ. Приложение работает в режиме онлайн со скоростью передачи данных 70 Мб.

На рис. 1 отображена работа экспериментального образца программного приложения (программного обеспечения) для экспериментального программно-аппаратного комплекса, которое позволяет производить перепись населения.

Рис. 1

3. Заключение

Был разработан ПАК и программное обеспечение, которые позволяют модернизировать процесс проведения переписи населения. На данную работу был получен гран от Фонда содействия инновациям в следствии победы в конкурсе "Умник" в 2019 году.

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/.

HARDWARE AND SOFTWARE COMPLEX FOR STORING, PROCESSING AND TRANSMITTING DATA FOR POPULARIZATION OF THE POPULATION CENSUS

Iarova A. V., Dzis M. E., Soloshenko A. O.,
Nesterenko A. I., Is'kiv V. M.
Scientific adviser: Is'kiv V. M.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The development of a software and hardware complex based on a microcontroller to simplify the procedure of conducting a population census is considered.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ СУДОВОЙ ПРИЁМНИК

Ватрич А. Д., Зиборов С. Р., Щекатурин А. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Щекатурин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: vatrich_a@mail.ru

Аннотация — Приведены результаты разработки многофункционального радиоприёмника, предназначенного для использования на морских и речных судах различного назначения.

1. Введение

Современные радиоприёмники, применяемые на морских и речных судах, являются частью системы связи между судами, находящимися в плавании и береговыми станциями, координирующими их движение и обеспечивающие безопасность судоходства. Также такие радиоприёмники могут принимать сигналы собранной информации с различных гидрологических буёв и передавать её на исследовательские суда и беспилотные летательные аппараты.

2. Основная часть

Данный приёмник представляет собой устройство для приёма информации по безопасности мореплавания, работающее от собственной антенны (рис.1).

Рис.1

Приёмник может принимать сообщения по безопасности мореплавания на КВ (HF MSI) с помехоустойчивым кодированием на частотах 4210 кГц, 6314 кГц, 8416,5 кГц, 12579 кГц, 16806,5 кГц, 19680,5 кГц, 22376 кГц и 26100,5 кГц, а также может использоваться как альтернатива приемнику расширенного группового вызова без применения спутникового оборудования ИНМАРСАТ.

Многофункциональный приёмник имеет водонепроницаемый корпус. Питание приёмника осуществляется от источника питания судна. Приёмник оснащен разъемом для подключения антенны и линейным входом для подключения внешних устройств (рис. 2).

Рис.2

Особенностью данного приёмника является мониторинг канала приёма (Dual Watch), позволяющий одновременно следить за несколькими каналами приёма. Dual Watch — это функция радиоприёмника, позволяющая приёмнику попеременно переключаться с одной частоты на другую с высокой скоростью, что позволяет прослушивать сразу две частоты одновременно. Так же можно отслеживать три канала одновременно (Tri Watch).

Такие функции позволяют следить за изменениями погоды и прослушивать различные береговые радиостанции служб управления движением судов, что может спасти жизни людей и уберечь от шторма.

Встроенная система шумоподавления предназначена для снижения уровня фонового шума.

В приёмнике используется микросхема TDA7708, которая представляет собой однокристальный полностью CMOS AM / УКВ-тюнер с внешним сопроцессором STM32G4 и платой B-G474E-DPOW1 Discovery kit от STMicroelectronics.

STM32G4 сочетает в себе 32-разрядное ядро Arm® Cortex®-M4, работающее на частоте 170 МГц, расширенное возможностями аналоговой периферии (компаратором, операционными усилителями, ЦАП), АЦП с аппаратной преддискретизацией защищенную область памяти, таймер с высоким разрешением и интерфейс USB Type-C с подачей питания. Двухканальная флэш-память с кодом исправления ошибок (ECC), поддерживает обновление встроенного программного обеспечения в полевых условиях.

TDA7708 содержит несколько интерфейсных малошумящих усилителей (МШУ) для покрытия диапазонов AM в диапазоне частот от 100 до 1600 кГц, и всего диапазона УКВ от 87,5 МГц до 108,0 МГц, усовершенствованный усилитель и микшер с автоматической регулировкой усиления (АРУ).

3. Заключение

Рассмотрен приемник и выявлена перспектива применения оптических датчиков для применения их в гидрологических исследованиях, а также использование приёмопередатчиков с низким энергопотреблением.

4. Список литературы

[1] AM/FM/HD-Radio? [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.st.com/en/automotive-infotainment-and-telematics/tda7708.html.
[2] Радиооборудование ГМССБ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://mirmarine.net/sudovoditel/gmdss/954-radiooborudovanie-gmssb#Receiver-kv.
[3] Судовой радиоприёмник круглый LTC PROMarine 1111 3100 чёрный 18 частот 4 x 65 Вт Mosfet [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://maritim.su/sudovoy-radiopriyemnik-kruglyy-ltc-promarine-1111-3100-chyernyy-18-chastot-4-x-65-vt-mosfet.

MULTIFUNCTIONAL SHIP RADIO

Vatrich A. D., Ziborov S. R., Schekaturin A. A.
Scientific adviser: Schekaturin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of the development of a multifunctional radio receiver designed for use on sea and river vessels of various purposes are presented.

СИСТЕМА ПОДВОДНЫХ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ БУЕВ

Ватрич А. Д., Зиборов С. Р., Щекатурин А. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Щекатурин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: vatrich_a@mail.ru

Аннотация — Приведены результаты исследования системы подводных гидроакустических буев, предназначенных для передачи данных, собранных с целью поиска надводных и подводных объектов, таких как корабли и подводные лодки.

1. Введение

На данный момент особой угрозой обнаружения подводных лодок являются гидроакустические буи (AN/SQQ-125), представляющие собой одноразовые электромеханические акустические датчики. Такие датчики могут запускаться с воздуха или с кораблей, и передавать собранные данные о подводных и надводных объектах по радиоканалу, и позволяют противолодочным силам ВМФ, оснащенными системами AN/SQQ-89, AN/SSQ-53F, AN/SSQ-77C и AN/SSQ-101 (ADAR), отслеживать действующие подводные лодки. Информация от этих систем может быть использована для проведения высокоточных торпедных атак.

2. Основная часть

Пространственно разнесенные гидроакустические буи в рассматриваемой гидроакустической системе расположены так, чтобы покрытие активной зоны одного буя пересекалось с покрытием соседнего буя, создавая общую зону покрытия. Что позволяет использовать слияние датчиков для объединения мощности отдельных гидроакустических буев.

Принцип действия гидроакустических буев в разрабатываемой системе основывается на улавливании посылаемых сигналов при помощи датчиков. Буй преобразует и усиливает акустику в цифровом виде, а после этого преобразовывает полученные данные в заранее запрограммированные данные о направлении, расстоянии и азимутальном пеленге на отслеживаемые ложные подводные лодки, и передает их обратно.

Гидроакустические буи (рис. 1) могут в любое время после генерирования эхо-ответа изменить свои рабочие параметры, или глубину, или скрыться.

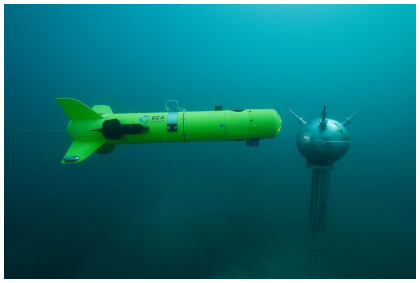


Рис.1

Для приема сигналов в буе применяется процессор DS11021 на базе программного пакета микроконтроллера STM32L4R9ZIJ6 с пакет расширения STM32Cube на основе искусственного интеллекта за счет автоматического преобразования предварительно обученных алгоритмов, включая нейронные сети и классические модели машинного обучения с использованием приложения FP-AI-CTXAWARE1.

Пакет позволяет использовать классификацию акустических сигналов на основе выходных данных, генерируемых нейронными сетями, работающими на микроконтроллере STM32L4R9ZIJ6.

Функциональный пакет STM32Cube для акустического анализа с распределенным искусственным интеллектом представлен на рис. 2.

Рис.2

Программное обеспечение работает на микроконтроллере STM32 и включает в себя все необходимые драйверы для оценочной платы STEVAL-MKSBOX1V1.

3. Заключение

Рассмотрен приемник и выявлена перспектива применения оптических датчиков для применения их в гидрологических исследованиях, а также использование приёмопередатчиков с низким энергопотреблением.

4. Список литературы

[1] Navy makes big purchase of multistatic sonobuoys for anti-submarine warfare (ASW) against advanced threats [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.militaryaerospace.com/sensors/article/14198901/antisubmarine-warfare-asw-sonobuoys-multistatic.

[2] STM32 Nucleo-64 development board with STM32WB55RG MCU, supports Arduino, ST Zio and morpho connectivity [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.st.com/content/st_com/en/products/evaluation-tools/product-evaluation-tools/mcu-mpu-eval-tools/stm32-mcu-mpu-eval-tools/stm32-nucleo-boards/nucleo-wb55rg.html.

[3] SensorTile.box wireless multi sensor development kit with user friendly app for IoT and wearable sensor applications [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.st.com/en/evaluation-tools/steval-mksbox1v1.html.

UNDERWATER SONAR BUOY SYSTEM

Vatrich A. D., Ziborov S. R., Schekaturin A. A.
Scientific adviser: Schekaturin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of a study of a system of underwater sonar buoys designed to prevent the transmission of data collected in order to search for surface and underwater objects, such as ships and submarines, are presented.

СПУТНИКОВЫЙ ПРИЕМНИК ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ

Ватрич А. Д., Зиборов С. Р., Щекатурин А. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Щекатурин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: vatrich_a@mail.ru

Аннотация — Приведены результаты исследования многофункционального устройства спутниковой связи, предназначенного для передачи данных с подвижных объектов, таких как корабли, самолеты или подводные лодки на устройства в глобальной сети.

1. Введение

На данный момент устройства передачи данных широко применяются во всех сферах деятельности человека. Особенно важными эти устройства являются для военно-морского флота, авиации и сухопутных войск, так как современная армия немыслима без устойчивой, помехозащищенной и безопасной связи. Немаловажным условием таких устройств является высокая производительность.

2. Основная часть

Как правило, прием и передача сигналов осуществляется при помощи спутниковых антенн, оснащенных приемным устройством (рис. 1), представляющих собой комбинацию малошумящего усилителя, частотного смесителя, гетеродина и усилителя промежуточной частоты, которая получая слабый сигнал с антенны, усиливает его, и переносит этот сигнал на более низкие частоты для передачи их по кабелю в приемник. Также приемный модуль содержит блок повышающего преобразователя, который преобразует полосу частот с более низкой частоты на более высокую частоту в восходящих линиях связи с несколькими узлами связи.

Рис.1

Модем принимает цифровые сигналы и переносит их на частоту ОВЧ с одним или несколькими преобразованиями частоты. Демодулятор принимает сигнал, затем демодулирует несущую. Принятые данные и время приема восстанавливаются и выводятся на выбранный интерфейс передачи данных.

Передача и прием данных осуществляется независимо от кодирования, чередования, дополнительного времени и скремблирования в симплексном режиме в дециметровом диапазоне частот, используемых для наземной и спутниковой радиосвязи, если интерфейсы работают одновременно. Модем не позволит выполнять симплексную работу в диапазоне ОВЧ.

Модем позволит осуществлять дуплексную работу в любом из двух интерфейсов IF, указывающий индекс интерфейса, через который доступна точка назначения.

Скорость передачи данных может составлять от 8 килобит в секунду до 155 мегабит в секунду, а скорость передачи символов — от 32 килобит в секунду до 64 мегабит в секунду. Модем поддерживает стандартные последовательные интерфейсы MIL-STD-188-114 (EIA-530/RS-422) и EIA-613 (HSSI) и может быть настроен для поддержки последовательных интерфейсов G.703 и низковольтной дифференциальной сигнализации (LVDS).

Он может поддерживать 4-портовый модуль сетевого процессора 10/100/1000Base-T Ethernet, который поддерживает протоколы коммутации, маршрутизации и улучшенного качества обслуживания.

Модем поддерживает EIA-530 (RS 422), EIA-612/613 (HSSI) и один порт Gigabit Ethernet в качестве стандартных функций. Также доступен дополнительный 4-портовый интерфейс Gigabit Ethernet.

Расширенный прямой спектр по доступу для поддержки приложений «точка-точка» и «точка-многоточка» в качестве опций с FEC и BPSK на основе LDPC. Подключены коэффициенты расширения до 512. Интерфейс ПЧ поддерживает частоты от 52 до 88, от 104 до 176 и от 950 до 2000 МГц.

Структурная схема спутникового приемника цифровых сигналов представлена на рис. 2.

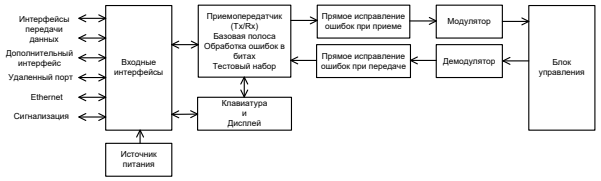


Рис.2

Разработанное устройство выполнено на микросхеме STreamPlug ST2100 представляющее собой решение STMicroelectronics® для широкополосной связи на микроконтроллере ARM926EJ-S™ (до 333 МГц) совместимую с операционной системой Linux®.

3. Заключение

Рассмотрен приемник и выявлена перспектива применения оптических датчиков для применения их в гидрологических исследованиях, а также использование приёмопередатчиков с низким энергопотреблением.

4. Список литературы

[1] Embedded MPU with ARM926 core, flexible memory support, extended set of powerful connectivity features [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.st.com/resource/en/datasheet/spear310.pdf.
[2] Broadband powerline communication SoC optimized for audio/video streaming and consumer applications [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.st.com/en/interfaces-and-transceivers/st2100.html.
[3] SLM-5650 SATELLITE MODEM [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://usermanual.wiki/Mocomtech/MocomtechSlm5650UsersManual557355.630135141.pdf.

SATELLITE RECEIVER OF DIGITAL SIGNALS

Vatrich A. D., Ziborov S. R., Schekaturin A. A.
Scientific adviser: Schekaturin A. A
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of a study of a multifunctional satellite communication device designed to transmit data from mobile objects, such as ships, airplanes or submarines to devices in the global network are presented.

КВАНТОВЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ В XXI ВЕКЕ

Тимощенко Я. В., Склярук В. Л.
Научный руководитель: Склярук В. Л.
Черноморское высшее военно-морское училище им. П. С. Нахимова, Россия
E-mail: kill12354@mail.ru

Аннотация — в работе рассматривается понятие «квантового компьютера» – его значимость и применение в современном мире.

1. Введение

Для решения некоторых современных задач не хватает вычислительных мощностей даже у самых мощных суперкомпьютеров. Выходом на новый уровень вычислений является технология квантовых компьютеров.

2. Основная часть

Квантовый компьютер — вычислительное устройство, которое использует явления квантовой механики для передачи и обработки данных. Квантовый компьютер оперирует не битами, а кубитами – специальными квантовыми объектами. Их главное свойство состоит в том, что они могут находиться одновременно в двух состояниях $|0\rangle$ и $|1\rangle$ — в суперпозиции. Суперпозиция позволяет одному кубиту выполнять два вычисления одновременно, а когда, например, четыре кубита связаны друг с другом квантовым эффектом запутанности, они могут выполнять уже 2^4, то есть 16 вычислений одновременно.

Если привычные нам процессоры производятся на кремниевой основе, то в области квантовых компьютеров люди всё ещё в поиске «идеальной» производственной основы.

Какие именно квантовые объекты лучше использовать для того, чтобы они выступили кубитами? Споры про выбор оптимальной элементной базы продолжаются – здесь человечество всё ещё на распутье, как былинный богатырь. Это могут быть электроны или фотоны, а может ещё не открытые или не изученные частицы.

Это далеко не единственная сложность, с которой столкнулись ученые. Сами кубиты нестабильны. Во-первых, их необходимо содержать при чрезвычайно низких температурах, порядка 20 млК (близко к абсолютному нулю). Во-вторых – изолировать системы кубитов от внешних помех, чтобы не привести к потере данных. Только при выполнении этих двух условий можно будет производить и считывать результаты квантового расчета.

В России уже появились первые квантовые компьютеры на основе кудитов — это квантовые системы, которые могут находиться одновременно в более чем двух состояниях. Однако, квантовая механика говорит нам о том, что квантовый объект или кубит находится в суперпозиции, пока не произведено измерение для получения искомого результата. Для этого существует специальный математический «оператор Грувера», который позволяет определить нам правильные результаты вычислений квантовых систем (рис. 1). Это специальная функция, которая среди всех возможных вариантов находит нужный нам.

В каком состоянии сегодня находится квантовый компьютер? Ведь в магазинах он пока не продается.

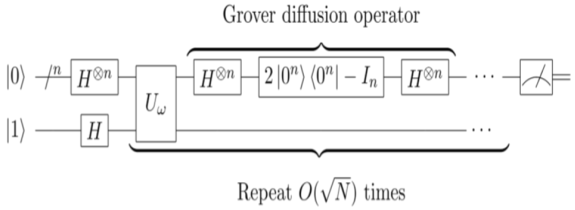


Рис. 1

Квантовые компьютеры уже среди нас и уже работают. Их разработкой занимаются ведущие ИТ-корпорации («IBM», «Intel», «Microsoft» и др.). В некоторых профильных институтах есть исследовательские группы, занимающиеся разработкой и исследованием квантовых компьютеров. В России это «Российский квантовый центр» и «Физический институт им. П. Н. Лебедева РАН».

Прогнозируется, что в обозримом будущем квантовые компьютеры будут использоваться повсеместно. В IBM уже анонсировали, что в 2023 году создадут коммерческий квантовый компьютер с 1121 кубитом, который сможет выполнять 2 в 1121-ой степени вычислений в секунду. Квантовые компьютеры будут применяться для работы с «Big data», нейронными сетями и ИИ. Позволят выполнять моделирование различных процессов в интересах специалистов, создающими большие научные возможности.

3. Заключение

Квантовый компьютер — это абсолютно новая система, которая фундаментально отличается от привычных нам компьютерных технологий и является вершиной развития параллельных вычислений. Квантовые компьютеры для обычного пользователя станут как современные дата-центры — невидимыми помощниками, которые расположены далеко и просто делают нашу жизнь лучше и проще.

4. Список литературы

[1] Ершов, А. Квантовое превосходство [Электронный ресурс] // Популярная механика. — 2018 — №5. Режим доступа: https://www.techinsider.ru/gadgets/434522-kvantovoe-prevoshodstvo-vsyo-o-kvantovyh-kompyuterah

[2] Dowling, J.P. Quantum Technology: The Second Quantum Revolution [Электронный ресурс] / J.P. Dowling, G.J. Milburn. — Режим доступа: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12952679

[3] Tarasov, E. «Quantum Nanotechnology» International Journal of Nanoscience [Электронный ресурс] / E. Tarasov. — Режим доступа: http://www.worldscinet.com/ijn/08/0804n05/S0219581X09005517.html

QUANTUM COMPUTERS IN THE 21ST CENTURY

Timoshenko I. V., Skliaruk V. L.
Scientific advisor: Skliaruk V. L.
Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov, Russia

Abstract — In the paper, the concept of “quantum computer", and its significance and application in the modern world are discussed.

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ МОНИТОРИНГА ДОМАШНИХ ПИТОМЦЕВ

Кваша Д. И., Рукосуев Е. Р., Ходаков С. А., Мурзин Д. Г.
Научный руководитель: канд. техн. наук Мурзин Д. Г.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: kvashadanya@mail.ru

Аннотация — Разработано устройство для предотвращения побегов домашних животных, представлена идея реализации проекта, также разработана модель устройства.

1. Введение

На сегодняшний день на рынке техники преобладает различные устройства с функциями помогающие облегчить жизнь человека. Благодаря развитию в разных сферах, люди могут оставить большинство своих задач на технику или автоматизировать выполнение некоторых задач.

Почти в каждой квартире или доме есть питомец. Одной из задач человека является уход за своим питомцем. Часто бывает, что человек не успевает уследить за своим питомцем и он сбегает. В докладе рассмотрено устройство, которое помогает в поиске пропавшего питомца.

2. Основная часть

Работа над проектом осуществлялась в рамках прохождения интенсива Университет 2035. Проект был выбран из банка задач Университета 2035 для участников интенсива «От идеи к прототипу». Основные требования к проекту были обозначены заказчиком:

— необходимо разработать устройство для мониторинга домашних животных — для отслеживания их уровня активности, местоположения;

— устройство должно быть безопасным для питомца с точки зрения дизайна и материалов, при этом обладать электронной компонентой;

— для того, чтобы хозяин мог отследить состояние своего животного, температуру и влажность в его домике, состояние миски с кормом и питьем, данные чаще всего отображаются в мобильном приложении и/или передаются другим электронным способом.

Устройство было разработано командой студентов Кваша Д.И., Рукосуев Е.Р., Ходаков С.А. Также команда прошла все запланированные мероприятия интенсива, такие как, «Краш тест», «Хакатон», «Труба экспертов».

Имеющиеся на рынке аналоги выполнены в формате умных аксессуаров, которые надевают на ошейник домашнего животного.

Разработанное устройство так же крепится на ошейник питомца, и вместе с устройством устанавливается приложение на телефон. Когда питомец сбегает, владельцу приходит смс и оповещение в приложении с указанием местоположения. Кроме того, устройство издает краткие звуковые и световые сигналы, для упрощения нахождения питомца. При пересечении определенной территории, заданной в приложении, устройство отправляет сигнал, при обработке которого приложение реагирует оповещением.

В самом приложении доступны функции активации звуковых и световых сигналов, ими можно воспользоваться при затруднительных погодных условиях, а также в других случаях.

На рис. 1 представлена структурная схема устройства.

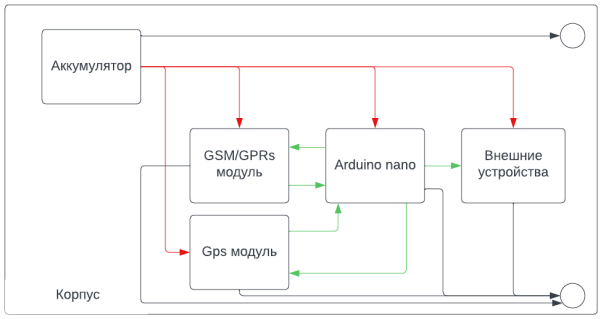


Рис. 1

Устройство состоит из:
— индикаторов: световых и звуковых;
— GPS модуля GOOUUU ATGM336H;
— Nano V 3.0 (Arduino-совместимая);
— GSM/GPRS модуля Goouuu mini Air200;
— аккумулятора.

Также устройство защищено водонепроницаемым корпусом и является съемным, для его подзарядки.

3. Заключение

Таким образом, было разработано устройство, способствующие поиску потерявшихся питомцев, благодаря которому время поиска домашнего животного значительно уменьшается. Студенты в рамках прохождения интенсива Университет 2035 получили опыт работы в команде над проектом, прошли основные этапы интенсива и получили опыт общения с заказчиком.

4. Список литературы

[1] Слюсар, В. И. Цифровые антенные решетки. Решения задач GPS / В. И. Слюсар // Электроника: наука, технология, бизнес. — 2009. — Вып. 1. — С. 74—78.

[2] Гайский, П. В. Использование GPS модулей arduino для навигационного контроля и мониторинга / П. В. Гайский // Системы контроля окружающей среды. — 2020. — № 3. — С. 96—105.

[3] Кривонос, А. Н. Обзор и перспективы использования платформы Arduino Nano 3.0 в высшей школе / А. Н. Кривонос, Е. В. Кузьменко, С. В. Кузьменко // Информационные технологии и средства обучения. — 2016. — Т.56. — №6. — С. 77—87.

DESIGN OF A DEVICE FOR MONITORING PETS

Kvasha D. I., Rukosuev E. R., Khodakov S. A., Murzin D.G.
Scientific advisor: Murzin D. G.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A device for pre-rotation of shoots of domestic animals has been developed, the idea of implementing the project is presented, and a model of the device is also posted.

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 И УСТРОЙСТВА МИКРОВОЛНОВОЙ ТЕХНИКИ

РАДИОФОТОННОЕ ДИАГРАММООБРАЗУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ

Ткаченко М. О., Кузьменко В. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: MOTkachenko@sevsu.ru

Аннотация — Выполнена разработка структурных схем передающего и приемного каналов радиооптическго диаграммообразующго устройства. Выполнена разработка модели передающего канала радиооптического диаграммообразующего устройства (ДОУ) в САПР *AWR Design Environment.* Проведено моделирование процессов в диаграммообразующей системе в САПР *AWR Design Environment.* Рассчитаны диаграммы направленности решётки ненаправленных излучателей.

1. Введение

Развитие ТКС формирует спрос на фазированные антенные решётки (ФАР), направленые на увеличение рабочих частот, расширения полосы пропускания, улучшения энергетических и эксплуатационных характеристик. Радиофотонные ДОУ (РФ ДОУ) способны удовлетворить все возрастающим требованиям к ДОУ ФАР, позволяют разнести на значительное расстояние ДОУ и систему излучателей. Т. к. волоконно-оптические устройства имеют свои характерные особенности построения и работы, то их применение в РФ ДОУ позволяет предложить новые подходы к построению последних.

2. Основная часть

Базовым элементом модели электрооптического модулятора Маха-Цандера (ЭОММЦ) является схема фазосдвигающей цепочки (ФСЦ). В модель ФСЦ введена длинная линия, которая имеет длину части участка взаимодействия световода с микроволновым трактом. На основе разработанной ФСЦ разработана функциональная модель фазового модулятора Маха-Цандера (ФМ). В ФМ количество ФСЦ равно 4 для обеспечения близкой к линейной перестройки вносимого сдвига фаз в требуемых пределах. Результирующий фазовый сдвиг формируется в ФМ. Для построения РФ ДОУ требуется использовать на входе несколько лазерных источников. Для обеспечения требуемого фазового распределения на выходе РФДОС необходима многоканальная Брэгговская решетка (БР), состоящая из нескольких последовательных участков. При этом каждый последующий обеспечивает отражение падающих оптических волн с более высокой частотой.

В САПР *AWR DE* разработана эквивалентная схема, имитирующая работу 4-канальной БР, реализованная на модулях линий задержки (ЛЗ), диплексерах (Demux) и Y-циркуляторе. Основным элементном данного модуля являются 3-разрядные коммутируемые ЛЗ, которые состоят каждая из 3-х ячеек.

В каждой ячейке на входе и выходе установлен оптический коммутатор управляющиеся синхронно одним напряжением.

В одно из плеч коммутатора включается оптическая волоконная линия задержки. На основании проведённых исследований разработана полная эквивалентная электрическая схема передающего канала РФДОС, реализованная на основании разработанной. Разработанная модель передающего канала РФ ДОС показана на рис. 1, где введены следующие обозначения: 1 — БЛЗ; 2 — однополосный ЭОММЦ; 3 — селектор оптических частот; 5 — 4-канальная отражательная БР; 5 — ОУ; 6 — ответвитель 1×16; 7 — 3-битный модуль КЛЗ; 8 — модуль коммутации оптических несущих; 9 — ФД; 10 — селектор РЧ.

3. Заключение

В САПР AWR DE разработаны эквивалентные электрические схемы ЭОММЦ, блока лазерных излучателей (БЛЗ), четырёхканальной отражательной БР, разрядного модуля коммутируемых линий задержки.

В САПР AWR DE разработана полная эквивалентная электрическая схема передающего канала РФ ДОУ

4. Список литературы

[1] Seeds, A. J. Microwave Photonics / A.J. Seeds, K.J. Williams // IEEE/OSA Journal of Lightwave Technology. — 2006. — v. 24. — № 12. — pp. 4628—4641.

[2] Зайцев, Д.Ф. Аналоговая фотоника в антенной технике / Д. Ф. Зайцев // Антенны. — 2009 — № 7. — С. 59 — 67.

MICROWAVE-PHOTONIC BEAMFORMING DEVICE OF THE PHASED ARRAY ANTENNA

Tkachenko M. O., Kuzmenko V. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The structural schemes of the transmitting and receiving channels of the radio-optical diagram-like device have been developed. A model of the transmitting channel of a radio-optical diagram-forming device in the AWR Design Environment CAD has been developed. Modeling of processes in the diagram-forming system in the AWR Design Environment CAD is carried out. The directional patterns of the lattice of non-directional emitters are calculated.

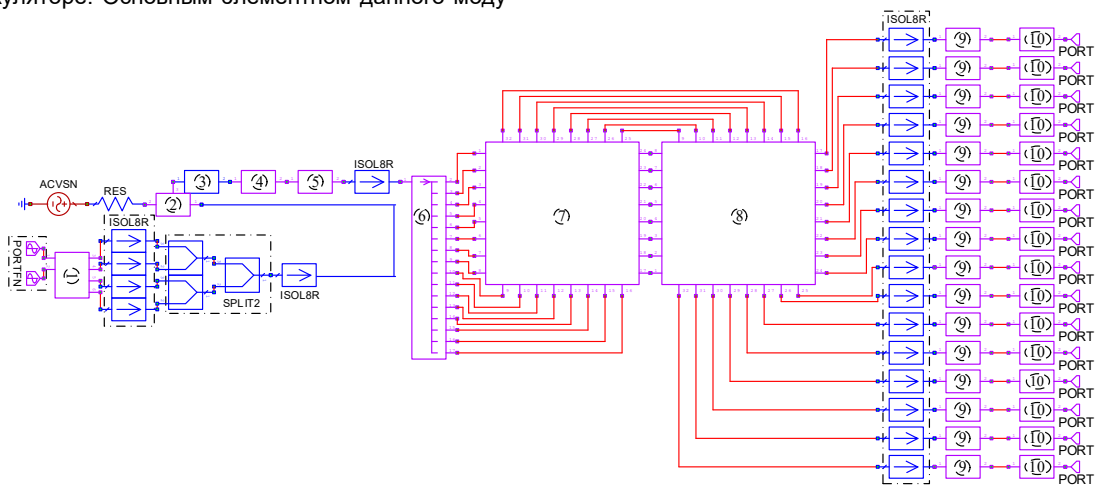


Рис. 1

АНТЕННА КРУГОВОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ ДМВ ДИАПАЗОНА ДЛЯ ПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

Ткаченко М. О., Кузьменко В. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: MOTkachenko@sevsu.ru

Аннотация — Разработана низкопрофильная широкополосная антенная система ДМВ диапазона, предназначенная для использования на подвижных объектах в системах связи или для приема телевизионного вещания в формате *DVB-T*2. Антенна формирует поле излучения с круговой поляризацией и широкую диаграмму направленности в верхнем полупространстве.

1. Введение

Сегодня, в ДМВ диапазоне работает эфирное телевидение в стандарте *DVB-T* и *DVB-T*2. В случае приемных телевизионных антенн, основным требованием, является обеспечение уверенного приема телевизионных программ. При этом приемные антенны должны обладать направленными характеристиками, обеспечивающими необходимый коэффициент усиления, иметь достаточно хорошее согласование с питающей линией в отведенных полосах частот, а также иметь приемлемые габариты. Антенна, устанавливаемая на внешней стороне подвижного объекта должна иметь низкий обтекаемый профиль, чтобы не ухудшать аэродинамических характеристик транспортного средства и иметь повышенную механическую прочность.

2. Основная часть

В качестве антенн вращающейся поляризации диапазонах сантиметровых, дециметровых и метровых волн применяются спиральные антенны, излучающие поле примерно круговой поляризации в направлении своей оси.

Для проведения расчетов характеристик антенны с учетом взаимного влияния спиральных излучателей и потерь в диэлектрике несущей конструкции использовалась САПР «*FEKO*». Излучающее полотно выполнено в виде плоской двухзаходной спирали с начальным радиусом 22 мм и конечным радиусом 142 мм. Ширина плоских излучающих проводников плавно увеличивается от 7 до 25 мм. Контактные площадки, к которым подводится питание, смоделированы в виде параллелограммов с размерами 10×5×1 мм.

Для придания конструкции механической прочности и создания однонаправленного излучения, при моделировании применялись металлический экран и диэлектрическая надстройка над излучающим полотном антенны. Его геометрические размеры выбирались методом подбора таким образом, чтобы исключить двунаправленное излучение в рабочей полосе частот. На рис. 1 показан вид модели антенны, смоделированной в *FEKO*. В модели излучающее полотно антенны размещено под диэлектриком, выполненным в виде выпуклой линзы. Для подавления резонанса на нижних частотах, в модель антенны была введена дополнительная диэлектрическая структура в виде полого усеченного конуса.

Т.к. антенна должна устанавливаться на крышу транспортного средства, то необходимо учесть влияние металлической поверхности на входное сопротивление антенны и на характеристики излучения. Для этого в модель был введен металлический круг радиусом 70 см, на расстоянии 1 см под экраном.

3. Заключение

Представлена математическая модель поля излучения плоской спиральной антенны.

Проанализированы возможности моделирования характеристик спиральных антенн с применением САПР *FEKO*.

Разработана конструкция малогабаритной широкополосной ДМВ антенны в диапазоне частот 420 — 860 МГц с габаритами 375×375×85 мм, характеризующаяся согласованием на входе с К*CTU* не более 1,55.

Антенна имеет низкопрофильную обтекаемую форму и устойчива к воздействию осадков, к перепаду температур.

4. Список литературы

[1] Антенна Schwarzbeck RSH 4786 / schwarzbeck.de [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.schwarzbeck.de/Datenblatt/KRSH4786.pdf (дата обращения 13.07.2022).

[2] Peha, J.M. Approaches to Spectrum Sharing / J.M. Peha // IEEE Communications. — 2005. — Vol. 43. — № 2. — pp. 10—12.

CIRCULAR POLARIZED UHF BAND ANTENNA FOR VEHICALES

Tkachenko M.O., Kuzmenko V.A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A low-profile broadband antenna system of the DMV band has been developed, designed for use on mobile objects in communication systems or for receiving television broadcasting in DVB-T2 format. The antenna forms a radiation field with circular polarization and a wide radiation pattern in the upper half-space.

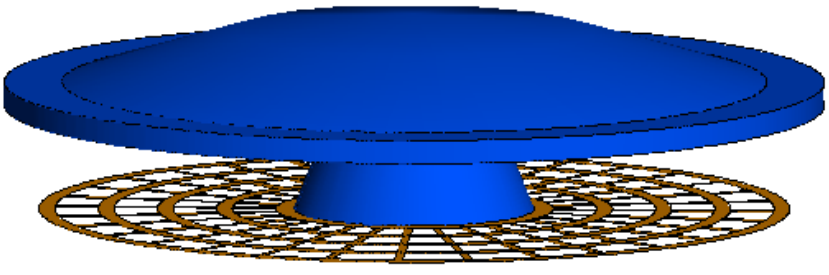


Рис. 1

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОПОЛОСКОВОЙ АНТЕННЫ MIMO

Савочкин А. А., Чуян В. А., Савинов В. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Савочкин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: savochkin_mail@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены вопросы проектирования микрополосковой антенны MIMO. Антенна обеспечивает работу с двумя ортогональными составляющими поля. Технология MIMO 2×2 обеспечивают увеличение пропускной способности беспроводных систем по сравнению с одноканальными системами. Проектирование антенны выполнено в программном комплексе. Антенна рассчитана для работы в частотном диапазоне 1850—1990 МГц.

1. Введение

Технология множественного ввода и множественного вывода — multiple input multiple output (MIMO) подразумевает использование нескольких антенн на передающей стороне и нескольких антенн на приемной стороне и позволяет значительно повысить пропускную способность или помехоустойчивость системы связи по сравнению с традиционной системой с одной передающей и одной приемной антеннами. В случае реализации системы MIMO конфигурации 2×2 существует практическая возможность создания единой комбинированной антенны для реализации многоканального режима.

2. Основная часть

Предлагается использовать для реализации двухканальной антенны микрополосковую структуру. Микрополосковая антенна обычно реализуется на основе излучающего элемента, размещенного над диэлектрической подложкой, прикреплённой к плоскости заземления [1].

Микрополосковые антенны являются наиболее предпочтительными для реализации многоканальных структура MIMO из-за ряда преимуществ [2-7]:

— невысокая стоимость изготовления;
— способность работать в диапазоне частот;
— способность работать с полями как линейной, так и на круговой поляризации.

В докладе рассмотрены методы точного анализа планарных антенн. Показано что, сочетая метод моментов и метод физической оптики при использовании средств электродинамического анализа, возможно рассчитать, как поле излучения, так и входные характеристики антенного устройства.

Проведено исследование планарного излучателя эллиптической формы. Установлено, что излучатель обеспечивает уровень КСВ, достаточный для согласования антенны с линией питания без использования дополнительных согласующих устройств. В E- и H-плоскостях антенна является слабонаправленной — ширина диаграммы направленности (ДН) по уровню –3 дБ составляет 62°. Также исследован вариант прямоугольного излучателя ромбической формы. Антенна с прямоугольным излучателем обладает хорошими характеристиками согласования в полосе частот 1,91—1,98 МГц. Ширина ДН составляет 59°, коэффициент усиления достигает 9,7 дБ.

В ходе численного эксперимента произведен выбор расстояния между элементами антенной решетки (АР). Исследованы варианты реализации АР с разными расстояниями между излучающими элементами d=0,4λ — λ, где λ — средняя длина волны рабочего диапазона частот. Исследования показали, что при увеличении расстояния коэффициент усиления увеличивается, но увеличивается уровень бокового излучения. Входные характеристики АР при увеличении расстояния между элементами ухудшаются, что затрудняет согласование АР с линией передачи. Таким образом, оптимальное расстояние между элементами является 0,5λ обеспечивает формирование направленной ДН шириной 40,9°. Активная часть входного сопротивления на центральной частоте равна 50 Ом, а КСВ в этом случае не превышает 1,8 для всего диапазона частот.

3. Заключение

Таким образом, при выполнении исследования рассмотрены особенности реализации методики проектирования микрополосковой антенны диапазона частот 1850—1990 МГц для системы MIMO конфигурации 2×2.

4. Список литературы

[1] Савочкин, А.А. Разработка и исследование микрополосковой антенны MIMO / А.А. Савочкин, В.А. Чуян // Modern Science. 2020. — № 7-2. — С. 392—396.
[2] Безгин, А.А. Расчет поверхностных токов печатных антенн методом моментов / А.А. Безгин, А.А. Савочкин // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций. 2020. — № 3. — С. 120.
[3] Bezgin, A.A. Patch antenna for satellite system gonets / A.A. Bezgin, A.A. Savochkin // Proceedings of the 2018 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, ElConRus 2018. — С. 447—448.
[4] Безгин, А.А. Печатная антенна для морских автономных измерительных платформ / А.А. Безгин, А.А. Савочкин // В сборнике: 27-я Международная Крымская конференция "СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии" (КрыМиКо'2017). Материалы конференции : В 9 томах. 2017. — С. 689—695.
[5] Безгин, А.А. Создание модели печатной антенны круговой поляризации для телекоммуникационных систем / А.А. Безгин, А.А. Савочкин // В сборнике: Материалы Всероссийской молодежной конференции "Информационно-телекоммуникационные системы и технологии (ИТСиТ-2012)". — 2012. — С. 215.
[6] Savochkin, A.A. The multiband antenna / A.A. Savochkin, A.A. Nudga // В сборнике: 8th International Conference on Antenna Theory and Techniques, ICATT'11. 2011. — С. 182—184.
[7] Savochkin, A. Researching of a circular polarization antenna for a 900-930 MHz RFID system / A. Savochkin, O. Abdulgaziev, P. Koptsev // Recent Achievements and Prospects of Innovations and Technologies. 2020. — С. 170—173.

INVESTIGATION OF A MIMO MICROSTRIP ANTENNA

Savochkin A. A., Chuyan V. A., Savinov V. V.
Scientific adviser: Savochkin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The issues of designing a microstrip MIMO antenna are considered. The antenna provides operation with two orthogonal field components. MIMO 2×2 technologies provide an increase in the throughput of wireless systems compared to single-channel systems. The design of the antenna is made in the software package. The antenna is designed to operate in the frequency range 1850—1990 MHz.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭФИРНОЙ АНТЕННЫ

Барздун В. Д., Мурзин Д. Г.
Научный руководитель: канд. техн. наук Мурзин Д. Г.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: barzdun.barbara@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены особенности строения различных эфирных антенн и их влияние на восприятие и усиление сигнала.

1. Введение

Телевидение является одним из распространенных источников информации в наше время. На сегодняшний день существует множество способов получать телевизионный сигнал. Чаще всего для этого применяют антенны: спутниковые или эфирные.

Антенны применяют для принятия и усиления получаемого сигнала в виде электромагнитной волны. Спутниковые антенны получают сигнал со спутника, а эфирные — с телебашни.

В данной статье будут рассмотрены сходства и различия разных эфирных антенн, их особенности, недостатки и преимущества.

2. Основная часть

Эфирные антенны имеют разные конструкции, и, соответственно, разный коэффициент усиления.

Антенны можно классифицировать по некоторым признакам:

— вид установки;
— принимаемый диапазон частот;
— пассивность/активность.

По виду установки антенны разделяются на наружные и комнатные. Второй вариант обычно используется в городских условиях на равнинной местности и на высотах, всегда вблизи телебашни. В низинах и вне городской среды используют только наружные антенны.

Для аналогового телевидения используют антенны, воспринимающие метровый диапазон частот, для цифрового — дециметровые антенны. Сейчас самыми распространенными являются дециметровые антенны. Также можно использовать всеволновые антенны, воспринимающие оба диапазона частот, однако подобные антенны всегда активные.

Пассивность или активность антенны определяется наличием электронного усилителя.Пассивные антенны усиливают сигнал только за счет своей геометрии, активные оснащены усилителем. Активные антенны, имея малые габариты и более простую конструкцию, по сравнению с пассивными, обладают тем же коэффициентом усиления, однако им свойственно усиливать все сигналы, попадающие в диапазон частот, искажать их и добавлять шумы. Впрочем, подобная проблема очень часто решается с помощью отражателей.

Классическими считаются антенны типа «Волновой канал», ориентированные на прием узкого диапазона частот с высоким коэффициентом усиления и логопериодические антенны, с расширенным диапазоном, но меньшим коэффициентом усиления на всем участке. Эти различия указывают на зависимость расширения диапазона принимаемых частот от снижения коэффициента усиления.

Иным вариантом являются антенны «Бабочки», разновидностью которых является антенна Харченко. Этот вид приёмников отличается небольшим коэффициентом усиления и высоким волновым сопротивлением, соответственно для данного типа антенн нужны специальные согласующие устройства для соединения с кабелем. Основное преимущество данной антенны в её малых габаритах и простоте сборки. Она хорошо принимает сигнал вблизи телебашни, а в отдаленных места стоит создавать антенное поле из нескольких подобных антенн для получения сигнала.

Еще одним видом антенн является «Три квадрата». Она представляет собой три рамки квадратной форм — директор, вибратор и рефлектор, расположенных на одной направляющей. Конструкция небольшая и ориентирована на дециметровый диапазон частот, с направленным усилением сигнала, что удобно для радиолюбителей, однако сама антенна отличается хрупкостью.

Несмотря на подобное разделение, у эфирных антенн один и тот же принцип действия, приведенный на рис. 1.

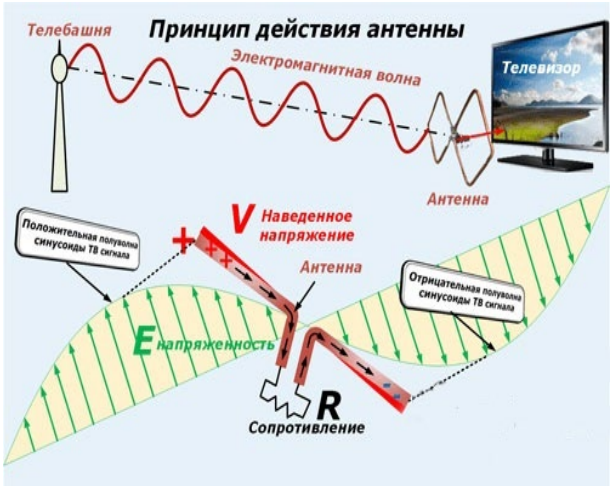


Рис. 1

3. Заключение

Эфирные антенны имеют широкий диапазон применения. Различия в конструкции, в диапазоне и в коэффициенте усиления позволяют выбрать или создать самому необходимую антенну.

4. Список литературы

[1] Драбкин, А. Л. Д 72 Антенны / А. Л. Драбкин, Е. Б. Коренберг. — М. : Радио и связь, 1992. — 144 с.
[2] Геращенко, А. В. Телевидение в вашем доме. Практическое руководство / А. В. Геращенко // Серия Техномир. — Ростов на Дону : Феникс, 2003. — 448 с.

FEATURES OF THE TERRESTRIAL ANTENNA DESIGN

Barzdun V. D., Murzin D. G.
Scientific adviser: Murzin D. G.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The features of the structure of various terrestrial antennas and their influence on the perception and amplification of the signal are considered.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК РАССЕЯНИЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ИЗВЕСТНОЙ ФОРМЫ

Тушканова А. Р., Преображенский А. П.
Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Преображенский А. П.
Воронежский институт высоких технологий, Россия
E-mail: komkovvivt@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрены возможности прогнозирования характеристик рассеяния для объектов известной простой формы. Разработан соответствующий алгоритм оценки.

1. Введение

В настоящее время актуальной является задача разработки электродинамических объектов, которые будут способны работать на самых разных частотах. Цель работы состоит в разработке подхода, позволяющего проводить прогнозирование характеристик рассеяния электромагнитных волн.

2. Основная часть

Осуществление анализа по современным сложным электродинамическим объектам может проводиться не для определенных фиксированных частот или длин волн, а в некотором их диапазоне.

Работа посвящена исследованию возможностей прогнозирования характеристик рассеяния радиоволн на неизотропных объектах [1].

Считаем, что падающее на неизотропный объект электромагнитное поле и рассеянное электромагнитное поле связаны таким соотношением:

$$E_{Scat}(\theta,\varphi) = S(\theta,\varphi)\cdot E_{inc}(\theta,\varphi),$$

где $S(\theta,\varphi)$ — пространственная импульсная переходная функция объекта на некоторой длине волны λ_0, которую будем считать неизменной внутри диапазона длин волн $[\lambda_1; \lambda_2]$.

Анализ модели, которая связана с прогнозированием характеристик рассеяния, осуществлялся в некотором диапазоне длин волн $[\lambda_1, \lambda_2]$, связанным с базовой длиной волны λ_0.

В рамках базовой длины волны определялась функция перехода $S(\theta,\varphi)$, при этом полагая, что $\lambda_1 = \lambda_0$, $\lambda_2 = K_m\cdot\lambda_0$. Необходимо было сделать выбор такого Km, чтобы обеспечить возможности для прогнозирования характеристик рассеяния, относящихся ко всему интервалу длин волн $[\lambda_1; \lambda_2]$.

Внутри диапазона $\lambda_i \in [\lambda_1; \lambda_2]$ был проведен расчет характеристик рассеяния на основе метода интегральных уравнений. Такие же характеристики спрогнозированы на основе рассмотренной модели. Разница среди рассчитанных и прогнозируемых характеристик рассеяния не должна быть более, чем 2 дБ [2].

Прогнозирование осуществлялось для значений углов наблюдения, находящихся внутри интервала $\theta = (0\ldots90)°$. На рис. 1 показан исследуемый объект. Значения размеров объекта заданы равными $x = 10\lambda_0$, $y = 3\lambda_0$, $z = 1\lambda_0$, $h = 5\lambda_0$. На рис. 2 приведена характеристика рассеяния для заданных углов наблюдения.

Кривая 1 — расчет на длине волны λ_0, кривая 2 — расчет на длине волны $K_m\cdot\lambda_0$, кривая 3 — прогноз на длине волны $1{,}5\cdot K_m\cdot\lambda_0$.

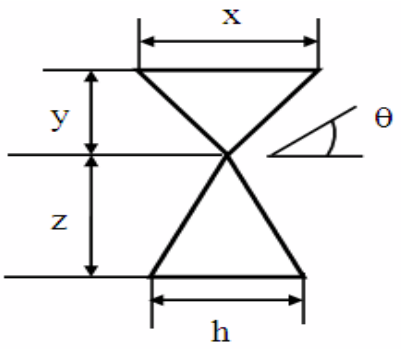


Рис. 1

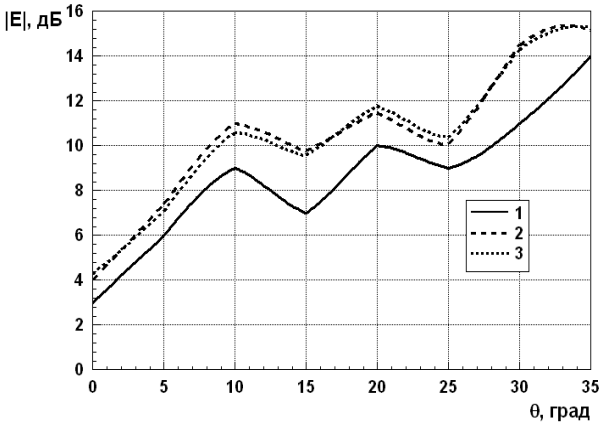


Рис. 2

3. Заключение

Представленный в работе подход может быть развит для различных видов электродинамических объектов и условий рассеяния электромагнитных волн.

4. Список литературы

[1] Болучевская, О. А. Свойства методов оценки характеристик рассеяния электромагнитных волн / О. А. Болучевская, О. Н. Горбенко // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. — 2013. — № 3 (3). — С. 4.

[2] Милошенко, О. В. Методы оценки характеристик распространения радиоволн в системах подвижной радиосвязи / О. В. Милошенко // Вестник Воронежского института высоких технологий. — 2012. — № 9. — С. 60—62.

THE PREDICTION OF SCATTERING CHARACTERISTICS OF ELECTRODYNAMIC OBJECTS WITH A KNOWN SHAPE

Tushkanova A. R., Preobrazhenskiy A. P.
Scientific adviser: Preobrazhenskiy A. P.
Voronezh Institute of High Technologies, Russia

Abstract — The possibilities of prediction of the characteristics of electrodynamic objects are considered. An appropriate forecasting algorithm has been developed.

СИНТЕЗ ШИРОКОПОЛОСНЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ МЕТРОВОГО И ДЕЦИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНОВ

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

Аннотация — Рассмотрена методика синтеза широкополосных излучателей, на базе которых возможно создание многоэлементных антенн, а также антенных решёток метрового и дециметрового диапазонов.

1. Введение

В настоящее время, согласно распределению частот между службами, многим из них выделен участок в метровом и дециметровом диапазонах. К примеру, радиовещательной радиослужбе выделены частоты 87,5 — 108 МГц, метеорологической — 137 — 138 МГц, в авиации — 118 — 137 МГц. В связи с этим, появляется задача синтеза широкополосных излучателей для построения на их основе фазированных антенн решёток и многоэлементных антенн различных конфигураций.

2. Основная часть

Требование к широкополосности антенных систем объясняется достаточно просто. Как известно, в настоящее время большую популярность получили передатчики, выходные каскады которых выполнены на транзисторах.

В противоположность их предшественникам, выполненных на электровакуумных приборах, современные каскады имеют небольшие габаритные размеры, а также не требуют высоких напряжений для питания анодных цепей радиоламп.

Однако, транзисторные передатчики предъявляют более высокие требования к согласованию с антенно-фидерной системой, так как при рассогласовании транзисторный каскад начинает работать нелинейно и выдавать сигнал с искажениями.

Как правило, все радиочастотные цепи имеют сопротивление 50 Ом. В связи с этим, для обеспечения согласования необходимо, чтобы антенная система имела активную часть входного сопротивления, близкую к 50 Ом, а реактивную, близкую к 0.

Для этого была применена схема с сильно связанными вибраторами. Такая система позволяет получить импедансную характеристику, имеющую экстремум.

Уравнения, описывающие данную систему математически, описаны в [1] и аналогичны известным из теории связанных контуров уравнениям Кирхгофа, составленных применительно к связанных контурам. Эквивалентная схема приведена на рис. 1.

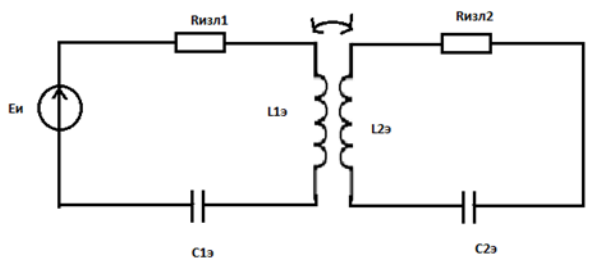


Рис. 1

Далее было проведено моделирование в среде Mininec 3, в результате которого была спроектирована модель антенны с требуемой импедансной характеристикой.

Данная антенна (рис. 2) представляет собой два связанных вибратора, к одному из которых приходит фидерная линия. Второй вибратор является пассивным элементом согласования.

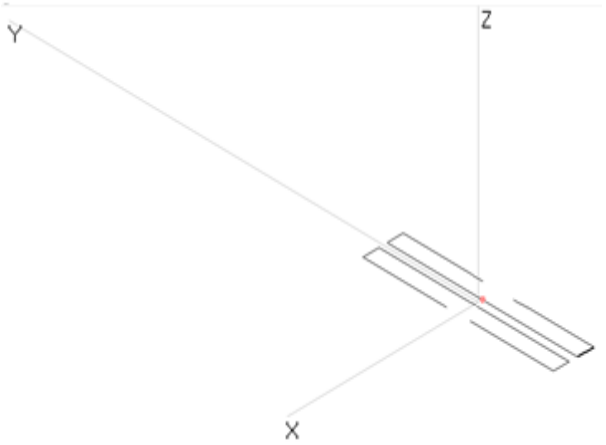


Рис. 2

Используя данный метод синтеза широкополосных излучателей, можно проектировать многоэлементные антенны с активным элементом такой конфигурации, а также антенные решётки на базе такого дипольного излучателя.

3. Заключение

Таким образом, в ходе исследования было проведено математическое и физическое обоснование применённого метода синтеза, разработана модель излучателя и получена требуемая импедансная характеристика.

4. Список литературы

[1] Айзенберг, Г. З. Антенны коротких волн / Г. З. Айзенберг. — М. : Связь, 1985. — 216 с.
[2] Гончаренко, И. Антенны КВ и УКВ / И. Гончаренко. — М. : Радиософт, 2016. — 150 с.

SYNTHESIS OF BROADBAND EMITTERS OF METER AND DECIMETER BANDS

Anikin G. S., Egorov V. V.
Scientific adviser: Egorov V. V.
Moscow Aviation Institute (national research university), Russia

Abstract — A technique for the synthesis of broadband emitters is considered, on the basis of which it is possible to design a multi-element antennas, as well as antenna arrays of the meter and decimeter band.

МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ ДЛИНЫ ВОЛНЫ В МИКРОПОЛОСКОВОЙ ЛИНИИ

Бугаёв П. А., Сигай Н. В., Дядев А. С.
Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Афонин И. Л.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: Pasha_ba@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена методика измерения длины волны в микрополосковой линии на основе геометрической теории.

1. Введение

В настоящее время в СВЧ микроэлектронике широкое применение получили модули в микрополосковом исполнении. Основу таких узлов составляют, как правило, отрезки микрополосковых линий (МПЛ). В МПЛ распространяется квази *Т*-волна, в которой кроме поперечных составляющих поля имеются и продольные составляющие, поэтому направление распространения плоской парциальной волны не совпадает с осевой линией МПЛ.

Для проверки геометрической теории МПЛ необходимо экспериментально определить длину волны в МПЛ. Требуется найти угол между направлением распространения плоской парциальной волны и осевой линией МПЛ и сравнить его с теоретически определенным значением угла [1].

2. Основная часть

Продольные компоненты электромагнитного поля зависят как от параметров структуры (ширины и толщины микрополоска, высоты и диэлектрической проницаемости подложки), так и от рабочего диапазона частот. Это приводит к зависимости собственных параметров МПЛ (волнового сопротивления, эффективной диэлектрической проницаемости, длины волны в линии, потерь) от частоты (дисперсии).

При проектировании МПЛ возникает проблема расчета, распределения электромагнитного поля в линии. На основе лучевых представлений [1, 2], опытным путем определим распределение электромагнитного поля вдоль МПЛ.

Для анализа МПЛ можно использовать концепцию парциальных волн, распространяющихся наклонно к ее осевой линии. В соответствии с этим можно определить основные параметры, в том числе и длину волны в МПЛ которая определяется

$$\lambda_{\text{в}} = \frac{\lambda}{\sqrt{\varepsilon_1} \cdot \sin\theta_z},$$

где λ — длина волны в свободном пространстве; ε_1 — относительная диэлектрическая проницаемость диэлектрической положки; θ_z — угол между направлением распространения плоской парциальной волны и осевой линией МПЛ.

Для проведения измерения возьмем отрезок МПЛ, которая будет возбуждаться генератором, через коаксиально-полосковый переход. На конце отрезка МПЛ, располагается короткозамыкатель, а затем согласованная нагрузка. В основании линии, на расстоянии *L* от конца линии располагается детекторная головка. Структурная схема измерительной установки представлена на рис. 1.

Рассмотрим конструктивные особенности.

Центральная жила коаксиально-полоскового перехода припаивается к полоске МПЛ, тем самым осуществляется возбуждение. На расстоянии *L* от короткозамыкателя вытравливается узкая поперечная щель напротив полоски (со стороны экранирующей подложки), длина которой не превышает ширины полоски и в эту щель включается высокочастотный диод, осуществляющий детектирование.

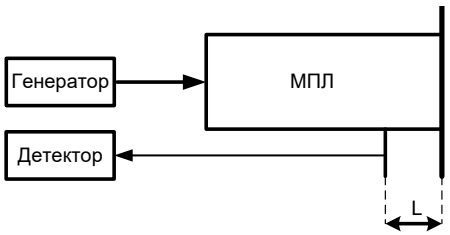


Рис. 1

Нормированная величина сигнала $U_{\text{н}}$ с детекторной головки определяется соотношением

$$U_{\text{н}} = \frac{U_{\text{к}}}{U_{\text{о}}} = 4\sin^2\frac{2\pi L}{\lambda_{\text{в}}}, \qquad (1)$$

где $U_{\text{к}}$, $U_{\text{о}}$ — напряжения, снимаемые с детекторной головки при подключении короткозамкнутой и согласованной нагрузки соответственно.

Из (1) можно определить

$$\lambda_{\text{в}} = \frac{2\pi L}{\arcsin\left(\sqrt{\frac{U_{\text{н}}}{2}}\right)}.$$

По измеренному значению $\lambda_{\text{в}}$ определяется $\sin\theta_z$, а следовательно, определяются фазовая и групповая скорости соответственно

$$v_{\phi} = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon_1} \cdot \sin\theta_z}; v_{\text{гр}} = \frac{c \cdot \sin\theta_z}{\sqrt{\varepsilon_1}},$$

и другие параметры волны.

3. Заключение

Таким образом, была разработана методика измерения длины волны в МПЛ.

В дальнейшем планируется проведение экспериментальных исследований и подтверждение правильности концепции парциальных волн применимой к МПЛ.

4. Список литературы

[1] Саламатин, В. В. Основы геометрической электродинамики волноводов прямоугольного сечения: учеб. пособие / В. В. Саламатин, И. Л. Афонин, С. Н. Бердышев. — Севастополь : изд-во СевНТУ, 2008. — 220 с

[2] Головин, В. В. Проектирование антенных систем : учебное пособие / В. В. Головин, Ю. Н. Тыщук, И. Л. Афонин. — Москва : Центркаталог, 2020. — 152 с.

TECHNIQUE FOR MEASURING THE WAVELENGTH IN A MICROSTRIP LINE

Bugayov P. A., Sigay N. V., Dyadev A. S.
Scientific adviser: Afonin I. L.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The procedure of measuring of wavelength, in the microstrip line on the basis of the geometrical theory is considered.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЩЕЛЕВОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ ДЛЯ ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ КОМПЛЕКСА РАДИОМОНИТОРИНГА

Трудов А. А., Маленко В. А., Афонин И. Л., Поляков А. Л.
Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Афонин И. Л., канд. техн. наук, с. н. с. Поляков А. Л.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: trudov1992@mail.ru

Аннотация — В докладе представлены результаты математического моделирования элемента ФАР типа излучатель Вивальди. Проанализировано взаимное влияние излучателей в составе антенной решетки комплекса радиомониторинга.

1. Введение

Излучающие элементы Вивальди разрабатываются исходя из необходимости разработки сканирующих антенн, которые способны работать в широкой полосе частот. Сверхширокополосные антенны с электрическим управлением луча необходимы в системах радиоэлектронной борьбы (РЭБ), и для построения интегрированных антенных систем на летательных аппаратах.

Построение такой системы решает проблемы негармонической локации (радиоразведка, РЭБ, РЛС на самолёте и пр.). Решение этой задачи связано с разработкой отдельного излучающего элемента и построением конфигурации антенной решетки и устройства возбуждения и фазирования, обеспечивающей работу в широкой полосе частот.

2. Основная часть

В начале построим математическую модель одиночного излучателя на средней рабочей частоте $f_0 = 4{,}5$ ГГц.

На рис. 1 показан общий вид излучателя, где отмечены параметры, по которым осуществляется оптимизация.

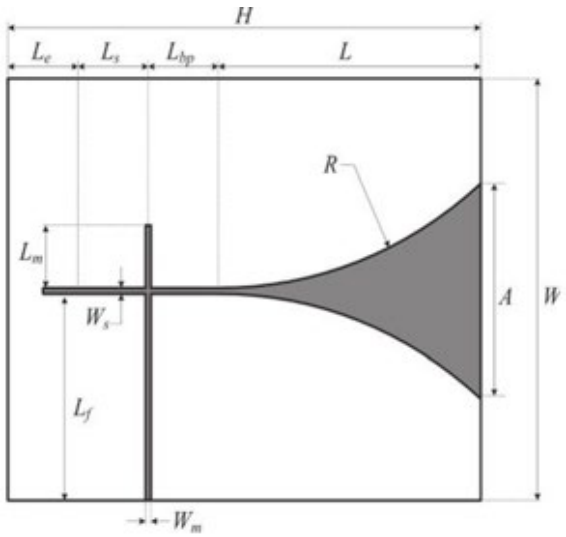


Рис. 1

Предположим длину отрезка с расширяющейся линией равной соотношению

$$L = (3 \ldots 8) \cdot \lambda_0 .$$

Полагаем дальнейшую длину раскрыва щели равной

$$L = 5 \cdot 0{,}66 = 0{,}33 \text{ м}.$$

Аппроксимация нерегулярной (экспоненциальной структуры) будет соответствовать соотношению

$$w_i - w_{i-1} = w_{i+1} - w_i = \Delta w \ll \frac{\lambda_0}{4},$$

где w_i — ширина щели для *n*-го участка [1].

Значения длины каждого участка l, которые были получены в ходе аппроксимации, равны $l = 0{,}0825$ м.

На рис. 2 показана диаграмма направленности излучателя в полярных координатах на частоте 4,5 ГГц.

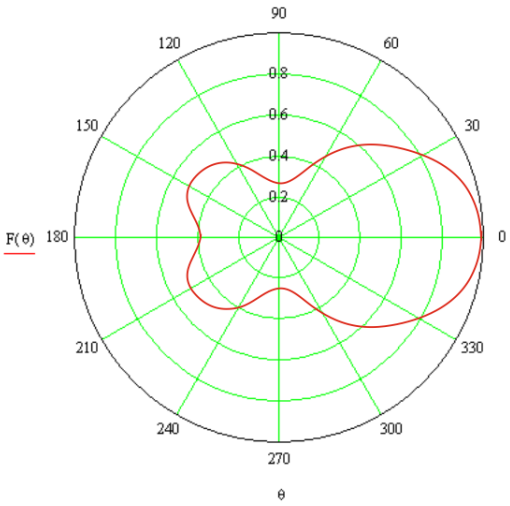


Рис. 2

3. Заключение

Проведенное математическое моделирование на средней частоте 4,5 ГГц показало, что излучатель имеет незначительный уровень боковых лепестков.

4. Список литературы

[1] Головин, В. В. Проектирование антенных систем : учебное пособие / В. В. Головин, Ю. Н. Тыщук, И. Л. Афонин. — М. : Центркаталог, 2020. — 152 с.

[2] Костиков, Г. А. Исследование эффектов взаимного влияния излучателей Вивальди / Г. А. Костиков, М. И. Сугак // 6-й Междунар. симпозиум по электромагнитной совместимости и экологии (EMC-2005): мастер. симпозиума. — СПб. : Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2005. — С. 149—150.

MATHEMATICAL MODEL OF A SLOT RADIATOR FOR PHASED ANTENNA ARRAY OF THE RADIO MONITORING COMPLEX

Trudov A. A., Malenko V. A., Afonin I. L. Polyakov A. L.
Scientific supervisor: Afonin I. L., Polyakov A. L.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the results of mathematical modeling of the Vivaldi radiator-type element of antenna array are presented. Mutual influence of radiators as a part of the antenna array of the radio monitoring complex is analyzed.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СОГЛАСУЮЩИХ УСТРОЙСТВ СВЧ НА ОСНОВЕ МИКРОПОЛОСКОВОЙ ЛИНИИ

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 — На примере согласования нагруженного на комплексную нагрузку отрезка микрополосковой линии последовательным сосредоточенным элементом показано, что перед применением моделирования в специализированных САПР целесообразно исходные данные рассчитывать в математических пакетах программ, используя приближённые, графические методы решения уравнений.

1. Введение

Фидер типа «микрополосковая линия» (МПЛ) широко применяется как основа для активных устройств СВЧ [1, 2], элементы которых вносят неоднородности, из-за чего КПД передачи мощности сигнала снижается. При недопустимом снижении КПД применяют согласующие устройства (СУ) на сосредоточенных или распределённых элементах.

В докладе предлагается методика проектирования СУ и реализации их сосредоточенных элементов на основе МПЛ, сочетающая применение пакетов математических программ (ПМП) и систем автоматизации проектирования (САПР), использующих решения электродинамических задач.

2. Основная часть

Предварительные расчёты с помощью ПМП, в частности, *MathCAD* [3], выполняют по фундаментальным соотношениям для фидеров СВЧ [1, 2]. Результаты расчётов затем используются как исходные данные в САПР электродинамического моделирования, в частности, *CST Studio Suite* [4], которые позволяют подбирать формы и размеры элементов СУ, близкие к практически реализуемым.

Для примера рассмотрим задачу согласования комплексной, частотно зависимой нагрузки Z, расположенной в сечении фидера $x = 0$, последовательным сосредоточенным (длину можно считать равной нулю) реактивным элементом jX_M. Отрезок фидера с волновым сопротивлением ρ_F длиной l_F возбуждается источником с ЭДС E и внутренним сопротивлением R_i, равным ρ_F (рис. 1).

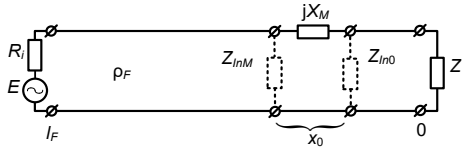


Рис. 1

В сечении x_0 входное сопротивление Z_{ln0} равно

$$Z_{ln0}(x_0) = \rho \frac{Z + j\rho_F \operatorname{tg}(k x_0)}{\rho_F + j Z \operatorname{tg}(k x_0)}, \qquad (1)$$

где $k = 2\pi/\lambda$ — волновое число, λ — длина волны в фидере.

Так как сопротивление на входе согласующего элемента Z_{lnM} равно сумме Z_{ln0} и jX_M, получаем условия согласования

$$\operatorname{Re}(Z_{lnM}) = \rho; \qquad X_M = -\operatorname{Im}(Z_{ln0}). \qquad (2)$$

В *MathCAD* находим сечение x_0, решая графически трансцендентное уравнение в (2), и вычисляем значение X_M (1, 2), обеспечивающее согласование. Затем создаём ряд моделей отрезка МПЛ в САПР *CST*: с сосредоточенным последовательным элементом и с возможными его реализациями на практике. В частности, ёмкостное сопротивление имеют поперечная щель в полоске МПЛ (рис. 2, а) и штыревой конденсатор [2] (рис. 2, б).

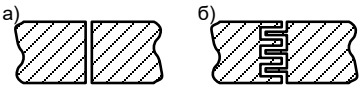


Рис. 2

Численный эксперимент проводился в полосе частот от 1 до 3 ГГц (средняя частота 2 ГГц) для МПЛ на основе материала ФЛАН-2,8 толщиной 2 мм, при последовательной резонансной нагрузке, активная и обе реактивные составляющие которых в 4 раза превышали волновое сопротивление фидера.

Было установлено, что между данными расчётов в *MathCAD* и *CST* различия по линейным размерам составили около 1 % от λ, а по величине реактивного сопротивления — 20 % от ρ_F. Ёмкость около 1 пФ обеспечивает щель шириной 0,04 — 0,05 мм, а штыревой конденсатор длиной 0,05λ — при зазорах шириной 0,11 мм (1 штырь) и 0,19 мм (2 штыря).

3. Заключение

Перед моделированием СУ на МПЛ в специализированных САПР рекомендуется использовать приближённый, графический метод решения трансцендентных уравнений в ПМП. На примере последовательного сосредоточенного элемента показано, что результаты такого решения могут иметь приемлемую для практики точность, чем снижают трудоёмкость проектирования реальных устройств.

4. Список литературы

[1] Сазонов, Д. М. Антенны и устройства СВЧ / Д. М. Сазонов. — М. : Высш. шк., 1988. — 432 с.
[2] Справочник по расчёту и конструированию СВЧ полосковых устройств / Под ред. В. И. Вольмана. — М. : Радио и связь, 1982. — 328 с.
[3] Кирьянов, Д. В. Mathcad 15/Mathcad Prime 1.0. / Д. В. Кирьянов. — СПб. : БХВ-Петербург, 2012. — 432 с.
[4] 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.

MODELLING OF THE MATCHING MICROWAVE DEVICES ON THE MICROSTRIP LINE BASIS

Slyozkin V. G., Nevedrov M. G., Slyozkin G. V.
Scientific adviser: Slyozkin V. G.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — On the example of matching a segment of a microstrip line loaded on a complex load with a sequential concentrated element, it is shown that before applying modeling in specialized CAD systems, it is advisable to calculate the initial data in mathematical software packages using approximate, graphical methods for solving equations.

ПЕЧАТНЫЙ ИЗЛУЧАТЕЛЬ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ БАЗОВОЙ СТАНЦИИ 5G ДИАПАЗОНА n79

Зеленкевич Д. Ю.[1,2], Манько А. С.[1,2], Головин В. В.[1]
Научный руководитель: доц. Головин В. В.
[1]*Севастопольский государственный университет, Россия*
[2]*НИЛ «Разработка интегральных схем», Россия*
E-mail: dima_zelenkevich_00@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены методы увеличения полосы пропускания печатных антенн и разработан широкополосный печатный излучатель антенной решетки базовой станции диапазона n79. Приведены результаты проектирования и анализа характеристик разработанной печатной антенны, полученные в САПР Altair FEKO.

1. Введение

В современных приемо-передающих антенных решетках базовых станций 5G необходимо обеспечивать широкую полосу пропускания при сохранении компактности конструкции антенны. Для удовлетворения данному требованию при проектировании печатных излучателей применяются многорезонаторные, многослойные [1] и щелевые структуры [2, 3], позволяющие повысить относительную полосу пропускания до 10 %. В докладе рассмотрены методики расширения полосы согласования и приведены результаты исследования разработанной печатной антенны для диапазона n79 в САПР Altair Feko.

2. Основная часть

Для диапазона частот 4,8 — 4,9 ГГц разработан простейший печатный излучатель. В качестве диэлектрической подложки выбран материал Ro4003C фирмы Rogers с диэлектрической проницаемостью 3,38, тангенсом угла потерь 0,0027 и толщиной 0,813 мм. Топология разработанной печатной антенны представлена на рис. 1.

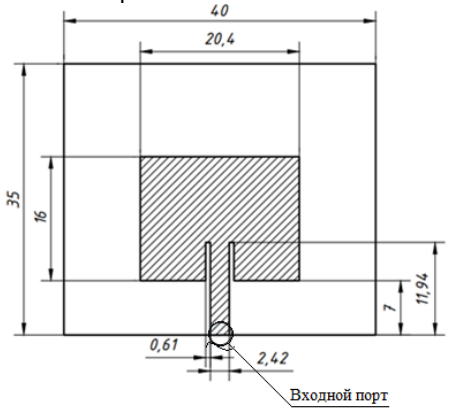


Рис. 1

Разработанная печатная антенна обеспечивает согласование в полосе частот 4,81 — 4,88 ГГц с коэффициентом усиления порядка 6,12 дБи и шириной диаграммы направленности (ДН) 87,6º в Е-плоскости и 77,6º в Н-плоскости. Таким образом, спроектированный печатный излучатель не удовлетворяет требованиям к согласованию в полосе частот.

Для обеспечения согласования во всем диапазоне частот в разработанный печатный излучатель включены щелевые структуры, компенсирующие импеданс излучателя, при тех же габаритных размерах подложки. Топология разработанной печатной антенны с щелевой структурой представлена на рис. 2.

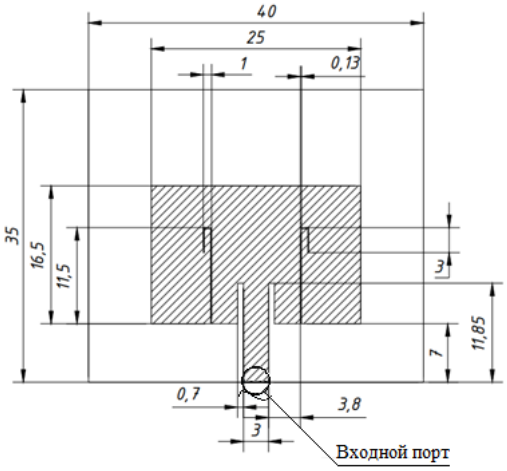


Рис. 2

Разработанный печатный излучатель с щелевой структурой обеспечивает требуемое согласование во всем диапазоне частот с коэффициентом усиления порядка 3,1 дБи и шириной ДН 87,6º в Е-плоскости и 75,6º в Н-плоскости.

3. Заключение

Таким образом, разработаны две печатные антенна антенной решетки базовой станции 5G диапазона n79.

Показано, что типовой печатный излучатель не обеспечивает согласование по импедансу в требуемом диапазоне частот. В свою очередь печатная антенна с щелевой структурой удовлетворяет требованиям к согласованию, однако введение щелевых структур снижает КПД излучателя.

4. Список литературы

[1] Широкополосные микрополосковые антенны [Электронный ресурс] / ELAR. — Режим доступа: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/36050/1/m_th_p.s.makhalov_2015.pdf (Дата обращения 10.09.2022).
[2] Thakare, V. V. Bandwidth analysis by introducing slots in microstrip antenna design using ann / V. V. Thakare, P. K. Singhal // Progress In Electromagnetics Research. — 2009. — Vol. 9. — No. 1. — P. 107—122.
[3] Головин, В. В. Проектирование антенных систем : учебное пособие / В. В. Головин, Ю. Н. Тыщук, И. Л. Афонин. — М. : Центркаталог, 2020. — 152 с.

PATCH ANTENNA FOR 5G BASE STATION ANTENNA ARRAY AT BAND n79

Zelenkevich D. Y.[1,2], Manko A. S.[1,2], Golovin V. V.[1]
Scientific adviser: Golovin V. V.
[1]*Sevastopol State University, Russia*
[2]*SSL «Design of Integral Chips», Russia*

Abstract — Methods of the patch antenna bandwidth enhancement are considered. A broadband patch radiator for base station antenna array of the n79 band is designed. The characteristics of the designed patch antenna obtained in the Altair FEKO CAD are presented.

АНТЕННАЯ РЕШЕТКА MIMO 4×4 ДИАПАЗОНА n79

Зеленкевич Д. Ю.[1,2], Манько А. С.[1,2], Головин В. В.[1]
Научный руководитель: доц. Головин В. В.
[1]*Севастопольский государственный университет, Россия*
[2]*НИЛ «Разработка интегральных схем», Россия*
E-mail: dima_zelenkevich_00@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены методики обеспечения развязки каналов антенных решеток MIMO и разработана модель антенной решетки MIMO 4×4 диапазона n79. Приведены результаты проектирования в САПР Altair FEKO и анализа характеристик разработанной антенной решетки.

1. Введение

К современным базовым станциям 5G предъявляются повышенные требования к скорости передачи данных и качеству связи. Вследствие этого в базовых станциях применяют антенные решетки MIMO. Главным требованиям при проектировании таких антенн является развязка не менее 20 дБ между каналами. К основным методам обеспечения развязки MIMO антенн относятся пространственный, поляризационный [1] и метод электромагнитных (ЭМ) стенок [2, 3]. В докладе рассмотрены методики обеспечения развязки каналов антенн MIMO и приведены результаты моделирования в САПР Altair Feko разработанной антенны MIMO 4×4 для диапазона n79.

2. Основная часть

На основе предложенной авторами модели печатного излучателя с щелевой структурой разработана модель антенной решетки MIMO в полосе частот 4,8—4,9 ГГц. Для обеспечения требуемой развязки каналов в топологию антенны введены электромагнитные (ЭМ) стенки, обеспечивающие улучшение частотных характеристик антенны. Топология разработанной ЭМ стенки представлена на рис. 1.

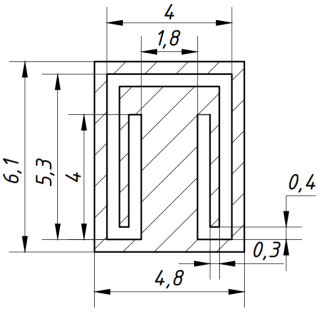


Рис. 1

Проведено моделирование разработанной ЭМ стенки на 50-омной микрополоской линии и получена развязка 27 дБ на рабочей частоте. Размещение ЭМ стенки между излучателями и в заземляющем металлизированном слое обеспечивает улучшенные частотные характеристики согласования и развязки.

Топология разработанной антенной решетки MIMO 4×4 с системой ЭМ стенок показана на рис. 2 (а — вид топологии излучателей, б — вид подложки). Полученная модель в диапазоне частот 4,8 — 4,9 ГГц обеспечивает согласование излучателей по уровню КСВН не более 2, развязку не менее 23 дБ и коэффициент усиления порядка 8 дБи. Антенная решетка в полной мере удовлетворяет требованиям к характеристикам ECC, DG, CCL и MEG. Направление максимума излучения может регулироваться в пределах ±40º.

а)

б)

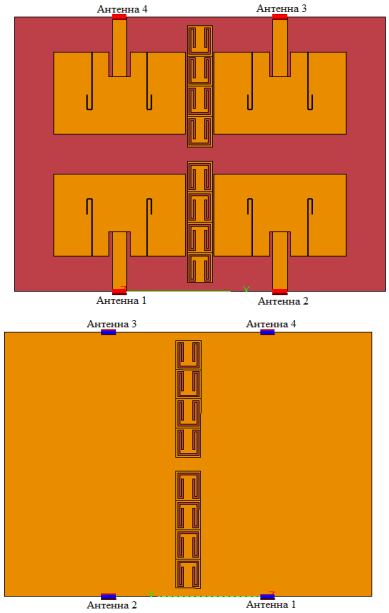


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, разработана MIMO 4×4 антенная решетка базовой станции 5G диапазона n79 (4,8 — 4,9 ГГц). Между портами обеспечена развязка не менее 23 дБ.

Антенная четырехэлементная решетка в заданном диапазоне при КСВН не более 2 обеспечивает коэффициент усиления не менее 7,7 дБи и изменение направления максимума излучения в пределах ±40º. Модель в полной мере удовлетворяет требованиям МСЭ к ECC, DG, CCL и MEG.

4. Список литературы

[1] A study on V-shaped microstrip patch MIMO antenna / H. A. Majid [et. al] // IJEECS. — 2017. — Vol. 5. — No 3. — P. 606—611.
[2] Kumar, N. MIMO antenna H-plane isolation enhancement using UC-EBG structure and metal line strip for WLAN applications / N. Kumar, U. K. Kommuri // Radioengineering. — 2019. — Vol. 28. — No. 2 — P. 399—406.
[3] Головин, В. В. Проектирование антенных систем : учебное пособие / В. В. Головин, Ю. Н. Тыщук, И. Л. Афонин. — М. : Центркаталог, 2020. — 152 с.

ANTENNA ARRAY MIMO 4×4 FOR BAND n79

Zelenkevich D. Y.[1,2], Manko A. S.[1,2], Golovin V. V.[1]
Scientific adviser: Golovin V. V.
[1]*Sevastopol State University, Russia*
[2]*SSL «Design of Integral Chips», Russia*

Abstract — Methods of providing isolation of MIMO antenna arrays ports are considered. The MIMO antenna array model for base station of the band n79 is designed. The characteristics of the design antenna array obtained in the Altair FEKO CAD are presented.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АРХИТЕКТУРЫ РАДИОМОДУЛЕЙ БАЗОВОЙ СТАНЦИИ 5G NR ДИАПАЗОНА FR1

Манько А. С.[1,2], Зеленкевич Д. Ю.[1,2], Головин В. В.[1]
Научный руководитель: доц. Головин В. В.
[1]*Севастопольский государственный университет, Россия*
[2]*НИЛ «Разработка интегральных схем», Россия*
E-mail: sahamanko@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены особенности архитектуры приёмо-передающих радиомодулей базовой станции 5*G NR*, работающих в диапазоне частот *FR*1. Рассмотрены особенности работы и проектирования радиомодулей.

1. Введение

Базовые станции (БС) 5*G NR*, работающие в диапазоне частот *FR*1 (до 6 ГГц), занимают значительную часть рынка коммерческих мобильных операторов и на основании ряда нерешённых компромиссов до сих пор нуждаются в усовершенствовании. Высокие требования, предъявляемые к функциональности и характеристикам радиомодулей (РМ) БС, обуславливают ряд особенностей их архитектуры.

2. Основная часть

Структурная схема приёмо-передающего РМ диапазона *FR*1, работающего в режиме временного дуплекса *TDD* (используется в полосе *n*79), показана на рис. 1. РМ состоит из 4 основных модулей.

1) Цифровой модуль (ЦМ), осуществляющий обработку низкоуровневого стека протоколов, формирование передаваемого сигнала и обработку принятого, управление ДН антенной системы и ряд других важнейших задач. Наиболее успешными являются ЦМ, построенные по технологии *SDR* на основе СнК, содержащей сверхбыстродействующие ЦАП/АЦП и высокопроизводительный процессор или ПЛИС [1].

2) Аналоговый модуль. Передающий тракт усиливает сформированный в ЦМ СВЧ сигнал с помощью высокомощных УМ по схеме Догерти. Часть выходной мощности ответвляется на вход ЦМ для реализации *DPD* [2]. Приёмный тракт, переключаемый циркулятором на время приёма, содержит МШУ и передаёт сигнал в ЦМ без преобразования частоты.

3) Полосно-пропускающий фильтр для систем *TDD* или дуплексер для систем *FDD*. Фильтр выполняется на системе связанных резонаторов и является конструктивно наибольшим блоком РМ, габариты которого определяют его форм-фактор.

4) Источник, задающий питание РМ однополярным напряжением +48 В или –48 В. Для обеспечения защиты от нестабильности электросети и высоковольтных перегрузок РМ требуется запитывать от постоянного напряжения внешнего электропитания.

3. Заключение

Таким образом, рассмотрены особенности архитектуры радиомодуля базовой станции 5*G NR*, работающего в диапазоне *FR*1 в режиме *TDD*. Перспективы развития РМ связаны с применением сверхпроизводительных процессоров цифровой обработки сигналов, более высоколинейных и высокоэффективных усилителей мощности и усовершенствованием конструктивных решений для системы теплоотвода РМ.

4. Список литературы

[1] ZCU670 RFSoC User Guide [Электронный ресурс] / AMD Xilinx. — Режим доступа: https://docs.xilinx.com/r/en-US/ug1532-zcu670-eval-bd/Introduction.
[2] Manko, A. Power Amplifiers Linearization and Efficiency Enhancement Methods / A. Manko, D. Zelenkevich, V. Golovin // Recent Achievements and Prospects of Innovations and Technologies. — 2022. — Vol. 2. — P. 66—72.

DEVELOPMENT POTENTIAL OF BASE STATION 5G NR RADIOUNITS ARCHITECTURE AT FR1 RANGE

Manko A. S.[1,2], Zelenkevich D. Y.[1,2], Golovin V. V.[1]
Scientific adviser: Golovin V. V.
[1]*Sevastopol State University, Russia*
[2]*SSL «Design of Integral Chips», Russia*

Abstract — The features of base station 5*G NR* transceiver radiounits architecture at *FR*1 range are considered. The features of operating and radiounits design are discussed.

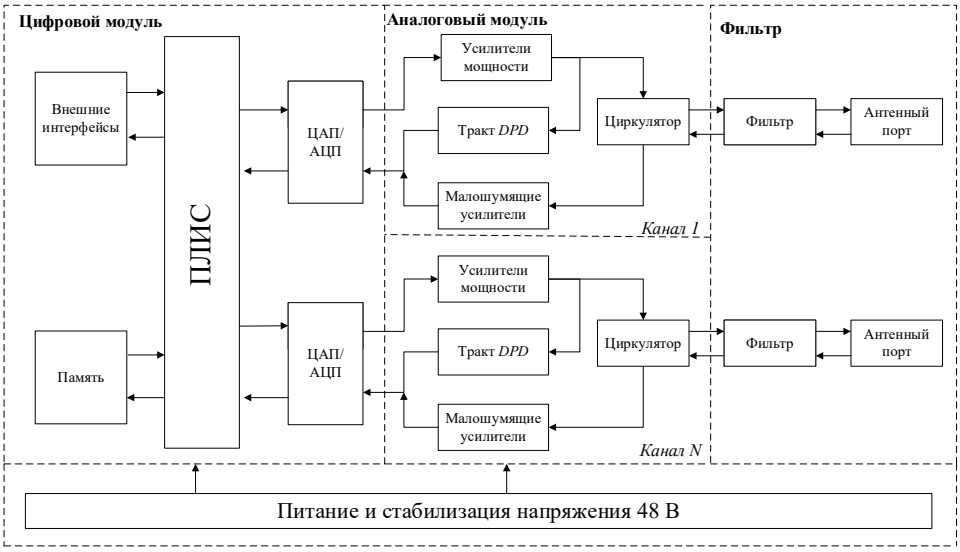


Рис. 1

АВТОМАТИЗАЦИЯ НАСТРОЙКИ ПРОЕКТА В САПР HFSS С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАКРОСОВ VBS

Снегур Д. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: dasnegur@sevsu.ru

Аннотация — Рассматривается методика автоматизации настройки ВЧ структуры в САПР HFSS с использованием макросов, написанных на скриптовом языке Visual Basic Script. В качестве исходной структуре используется часть ВЧ структуры импортированной модели печатной платы. Приводятся краткие результаты преимущества использования написанных макросов.

1. Введение

Для того, чтобы HFSS выполнил необходимые расчеты и вычислил соответствующие характеристики на портах и требуемые параметры структуры, необходимо, чтобы пользователь сначала создал или импортировал структуру, определил характеристики материала для каждого элемента, определил порты и специальные характеристики поверхности, а также выполнил настройку требуемых анализов [1].

В большинстве случаев действия разработчика при настройке рабочего проекта являются повторяющимися и при этом занимают большое количество времени. Для ускорения данного процесса, многие действия можно исполнить при помощи скриптовых команд согласно определенному сценарию.

В данной работе приводится краткое описание результатов выполнения сценария для настройки импортированной электромагнитной структуры [2].

2. Основная часть

Написание и последующее применение VBS скриптов в HFSS оказывается выгодным даже при весьма непродолжительной работе в проекте, требующем выполнения монотонных операций, отнимающий достаточно большое количество времени, не требующего от разработчика специальных навыков.

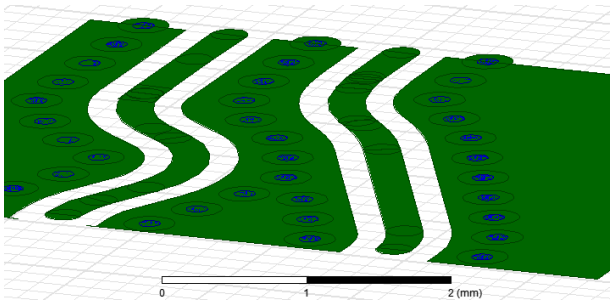


Рис. 1

На рис. 1 и 2 показаны сравнительные результаты структуры до и после применения скриптовых макросов. Первый рисунок показывает, как выглядит импортированная ВЧ структура из САПР Altium Designer, а на рис. 2 — настроенная для последующего расчета с применением VBS скрипта.

Основные этапы, которые выполняются при помощи макросов включают в себя:

— изменение положения структуры путем ее перемещения к началу координат для удобства работы с портами возбуждения;

— усечение лишних элементов печатной платы, не требующих расчета применительно к структуре, созданной в сторонней программе, например, трассировщике печатных плат;

— объединение элементов, находящихся в одном слое проводника, диэлектрика или другого вещества;

— придание требуемого объема плоским структурам для каждого типа материала и выполнения слияния отдельно созданных сегментов структуры воедино, таких как металлизированных поясков переходных отверстий и верхнего печатной платы;

— настройка цветовой палитры и назначение материалов для каждого элемента структуры.

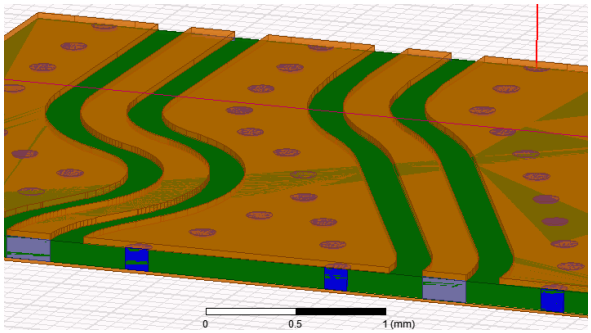


Рис. 2

Следует отметить, что перечисленные задачи не ограничены возможностями скриптового языка VBS и возможностями исполнения макросов HFSS. Таким образом, дальнейшей работой в данном направлении является написание скрипта, который позволит автоматически установить число сегментов отдельных элементов структуры. Для решения данной задачи необходимо в том числе найти все элементы вида «дуга» и на основании их геометрических размеров рассчитать и задать число сегментов, чтобы обеспечить корректный расчет на непрямолинейных участках с учетом рабочей длины волны.

3. Заключение

Таким образом, написанные скрипты позволяют автоматизировать и тем самым ускорить выполнение задач настройки рабочего пространств при создании проектов для расчета СВЧ структур.

4. Список литературы

[1] Банков, С. Е. Решение оптических и СВЧ задач с помощью HFSS / С. Е. Банков, Э. М. Гутцайт, А. А. Курушин. — М. : Оркада, 2012. — 250 с.

[2] Снегур, Д. А. Методика моделирования структур миллиметрового диапазона, импортированных в среду HFSS / Д. А. Снегур, С. М. Никифоров, Е. А. Редькина // СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии, 2020. — №1—2. — С. 172—173.

AUTOMATION OF PROJECT SETUP IN HFSS USING VBS MACROS

Snegur D. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The procedure for set up the RF structure in HFSS CAD using macros written in the Visual Basic Script language is considered. Brief results using written macros advantages are given.

ОСОБЕННОСТИ ТРЕБОВАНИЙ К ПЕРЕДАЮЩЕМУ ТРАКТУ РАДИОМОДУЛЕЙ БАЗОВОЙ СТАНЦИИ 5G NR ДИАПАЗОНА FR1

Манько А. С.[1,2], Зеленкевич Д. Ю.[1,2], Головин В. В.[1]
Научный руководитель: доц. Головин В. В.
[1]Севастопольский государственный университет, Россия
[2]НИЛ «Разработка интегральных схем», Россия
E-mail: sahamanko@mail.ru

Аннотация — На основании спецификаций ETSI 138 104 v.16.6.0 рассмотрены особенности требований, предъявляемых к передающему тракту аналоговой части радиомодуля базовой станции 5G NR в диапазоне FR1. Рассмотрены основные проблемы, оказывающие влияние на характеристики передающего модуля, и проанализированы методики их возможного преодоления.

1. Введение

К передающему тракту (ПТ) радиомодуля (РМ) базовой станции (БС) 5G NR, работающего в режиме TDD, помимо санитарных ограничений на излучаемую мощность БС, зависящую от радиуса действия станции, предъявляются высокие требования к нелинейным искажениям, вносимым усилительными каскадами. К наиболее ценному с точки зрения мобильной связи частотному ресурсу также предъявляется ряд строгих требований к спектральной чистоте внутриполосных и внеполосных излучений.

2. Основная часть

В таблице 1 представлены все изложенные в спецификации ETSI 138 104 v.16.6.0 требования к передатчикам БС 5G NR [1].

По классификации ETSI БС по радиусу действия подразделяются на БС широкого (Wide Area — WA), среднего (Medium Area — MA) и близкого (Local Area — LA) радиуса действия. Для БС типа WA верхний предел максимальной выходной мощности $P_{вых\ max}$ определяется в соответствии с региональными ограничениями на максимальную излучаемую мощность.

При проектировании ПТ необходимо учитывать, что номинальное среднее значение $P_{вых\ ср}$ ниже $P_{вых\ max}$ на величину до 10—12 дБм, обусловленную высоким пик-фактором OFDM сигнала. Для упрощения проектирования УМ пик-фактор следует преждевременно понижать программными алгоритмами [2].

Динамический диапазон (DR) ПТ, равный отношению мощности при передаче OFDM-символа на всех ресурсных блоках (RB) при $P_{вых\ max}$ к средней мощности передачи символа на одном RB, определяется значениями P1dB и IP3 выходного УМ.

Линейность ПТ оценивается по модулю вектора ошибки (EVM) персонально для каждого вида модуляции и по интермодуляционным искажениям IMD. EVM, IMD и DR зависят от нелинейности выходного УМ и могут быть улучшены при линеаризации усиления, например, за счёт схемы УМ Догерти и применения DPD.

Для систем TDD учитывается время переключения передатчика $t_{перекл}$ между режимами Вкл/Выкл. На быстродействие переключения РМ влияет выходная ёмкость трактов приёма и передачи, а также быстродействие коммутации циркулятора. Требуемая при передаче MIMO ошибка синхронизации кадров между каналами РМ выражается во временной разнице между каналами $\Delta t_{выравн}$.

Спектральная чистота выходного сигнала оценивается по коэффициенту утечки в соседний канал (ACLR), нежелательным внутриполосным излучениям (OBUE) и побочным внеполосным излучениям (TSE). Для минимизации паразитных излучений следует проектировать более высоколинейный УМ.

Нестабильность установки несущей частоты $\Delta f_{нес}$ и смещения спектральной маски $\Delta f_{маски}$ за пределы рабочей полосы частот $\Delta F_{раб}$ задаются главным образом на стадии цифрового формирования сигнала.

Таблица 1

Хар-ка	Требование
$P_{вых\ max}$	WA: без ограничений (кроме регион.); MA: ≤ 38 дБм; LA: ≤ 24 дБм
DR	≥ 24,3 дБ (max)
$t_{перекл}$	≤ 10 мкс (Выкл—Вкл; Вкл—Выкл)
$\Delta f_{нес}$	WA: ≤ ±0,05 ppm; MA/LA: ≤ ±0,10 ppm
EVM	QPSK: ≥ 17,5 %; 16QAM: ≥ 12,5 %; 64QAM: ≥ 8,0 %; 256QAM: ≥ 3,5 %
$\Delta t_{выравн}$	≤ 65 нс
$\Delta f_{маски}$	≤ 10 МГц (ΔF_{DL} ≤ 100 МГц); ≤ 40 МГц (ΔF_{DL} ≤ 900 МГц)
$\Delta F_{раб}$	< $\Delta F_{проп\ БС}$ (99 % от $P_{вых\ общ}$ в пред. $\Delta F_{раб}$)
ACLR	≥ 45 дБн
OBUE	≤ (–7–1,4·Δf) дБм (Δf = (0,05…5,05) МГц); ≤ –14 дБм (Δf = (5,05…Δf_{max}) МГц)
TSE	≤ –13 дБм (9 кГц —12,75 ГГц)
IMD	≤ –30 дБн ($\Delta f = \pm\Delta F_{раб}\cdot(n-0,5)$, n = 1, 2, 3)

3. Заключение

Таким образом, в докладе рассмотрены требования, предъявляемые спецификациями ETSI 138 104 к передатчикам РМ БС 5G NR в диапазоне FR1. Показано влияние блоков передающего тракта на характеристики РМ и проанализированы перспективы их возможного усовершенствования.

4. Список литературы

[1] ETSI TS 138 104 v. 16.6.0 (2021-01) [Электронный ресурс] / ETSI. — Режим доступа: https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/138100_138199/138104/16.06.00_60/ts_138104v160600p.pdf.
[2] Preenu Ann, P. Comparison of PAPR reduction techniques in OFDM systems / P. Preenu Ann, R. Jose // ICCES. — 2016. — P. 5.

FEATURES OF BASE STATION 5G NR RADIOUNITS TRANSMITTER REQUIREMENTS AT FR1 RANGE

Manko A. S.[1,2], Zelenkevich D. Y.[1,2], Golovin V. V.[1]
Scientific adviser: Golovin V. V.
[1]Sevastopol State University, Russia
[2]SSL «Design of Integral Chips», Russia

Abstract — According to ETSI 138 104 v.16.6.0 specifications the features of base station 5G NR radiounits transmitter requirements at FR1 range are considered. The main issues impact on transmitter performance are discussed, and ways of its negotiation are analyzed.

МИКРОПОЛОСКОВАЯ АНТЕННА С ЩЕЛЕВОЙ СВЯЗЬЮ

Агеева В. А., Максименко Б. С., Ягнина О. А., Паслён В. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Паслён В. В.
Донецкий национальный технический университет, ДНР
E-mail: valeriaageeva79@mail.ru

Аннотация — Представлены результаты моделирования микрополосковой антенны с щелевой связью; проведено исследование влияния расположения щели в антенне на диаграмму направленности.

1. Введение

Микрополосковые антенны (МПА) предназначены для приема и излучения электромагнитной энергии с линейной, круговой и эллиптической поляризацией, в диапазоне дециметровых, сантиметровых и миллиметровых волн.

Полосковые излучатели особенно удобны в качестве элементов антенных решеток, причем использование печатной технологии существенно упрощает реализацию разветвленной схемы питания элементов. Такой тип антенн применяют и в аэрокосмической технике, как антенны радиолокационных станций. К простейшим излучателям в печатном исполнении относят плоские симметричные вибраторы различной конфигурации, расположенные на диэлектрической подложке параллельно проводящем экрану.

2. Основная часть

Вид модели МПА показан на рис. 1.

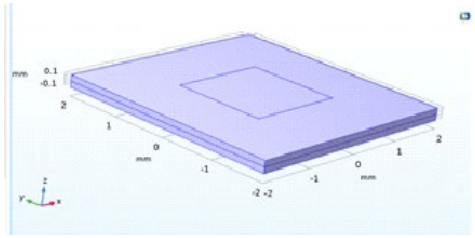


Рис. 1

Диаграмма направленности представленной модели МПА показана на рис. 2.

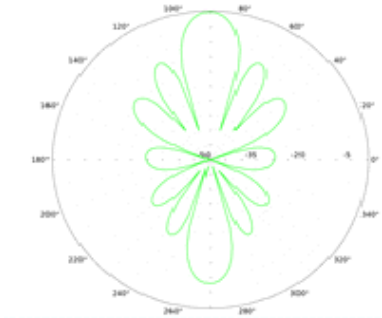


Рис. 2

Цель исследований — выявить, на какие параметры диаграммы направленности влияют геометрические размеры щели и расстояние между щелями.

В ходе проведения исследования в программном продукте «Comsol» были осуществлены следующие манипуляции с излучающей щелью:

— длина излучающей щели была увеличена, что привело к незначительному уменьшению величины заднего лепестка, такой же результат получился и при увеличении ширины излучающей щели;

— общее увеличение размеров, что привело к большему уменьшению величины заднего лепестка;

— уменьшение длины излучающей щели, что привело к усилению мощности излучения в заднем направлении;

— уменьшение ширины щели, что привело к аналогичным результатам;

— общее уменьшение размеров, что привело к созданию заднего лепестка, размер которого приблизительно равен размеру главного лепестка, как показано на рис. 3;

— добавление дополнительной излучающей щели, что привело к уменьшению заднего лепестка;

— увеличение расстояния между щелями, что привело к увеличению мощности излучения в заднем направлении.

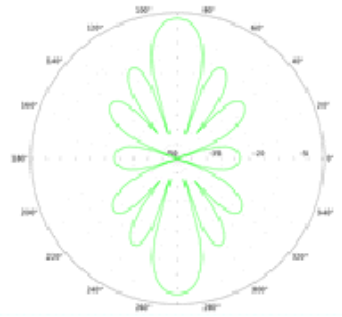


Рис. 3

3. Заключение

Исходя из проведенных исследований и полученных результатов можно сделать вывод, что увеличение какой-либо стороны излучающей щели приводит к уменьшению величины излучения в направлении, противоположном главному, а уменьшение дает обратный результат. Обратный результат дает и увеличение расстояния между двумя излучающими щелями.

4. Список литературы

[1] Зарубежные радиоэлектронные средства. Кн. 3: Антенны / Под ред. Ю. М. Перунова; в 4-х книгах. — М. : Радиотехника, 2010. — 304 с.

[2] Мусаев, М. О. Численное и экспериментальное исследование метаматериалов на основе спиральных элементов // Известия ЮФУ. Технические науки. 2012. — № 11 (136). — С. 81—86.

MICROSTRIP ANTENNA ARRAY WITH SLOT CONNECTION

Ageeva V. A., Maksimenko B.S., Yagnina O.A.,
Paslen V. V.
Scientific adviser: Paslen V. V.
Donetsk National Technical University, DNR

Abstract — The results of modeling a microstrip antenna array with a slit connection are presented; the influence of the location of the slit in the antenna on the radiation pattern is studied.

РАЗРАБОТКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИПЛЕКСЕРА ДЛЯ ЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА СТАНДАРТА GSM

Бык А. В., Манько А. С., Тыщук Ю. Н.
Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: byk_andrew@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены особенности частотного диапазона GSM 900 и разработан диплексный фильтр для данного диапазона. Приведены результаты проектирования и анализа разработанного фильтра в САПР AWR Microwave Office.

1. Введение

В ввиду особенностей частотного диапазона мобильной связи GSM к современным репитерам выдвигаются требования по обеспечению разделения каналов по частоте (FDD). Для удовлетворения данному требованию в GSM репитерах применяют диплексерные фильтры [1]. В докладе приведены результаты проектирования диплексерного фильтра для стандарта GSM 900 полученные в САПР AWR Microwave Office.

2. Основная часть

Диплексер является пассивным устройством, которое выполняет мультиплексирование и демультиплексирование

Разработан на основе двух полосно-пропускающих фильтров, рассчитанных на полосы пропускания, нисходящего и восходящего каналов соответственно, а также входного направленного ответвителя мощности.

На рис. 1 показана модель диплексера на основе полосно-пропускающих LC-фильтров с полосой пропускания 890 — 915 МГц для нисходящего канала и с полосой пропускания 933 — 960 МГц для восходящего канала, так же входного ответвителя мощности в диапазоне частот 890 — 960 МГц.

На рис. 2 показано моделирование разработанного диплексера и построены частотные зависимости коэффициентов передачи S_{21}, S_{31} и развязки S_{23},

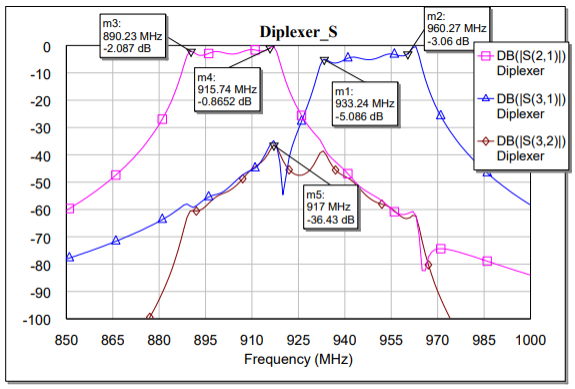


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, разработан и промоделирован диплексер удовлетворяющий требованиям частотного диапазона стандарта GSM.

4. Список литературы

[1] Diplexers [Электронный ресурс] / Microwaves101. — Режим доступа: https://www.microwaves101.com/encyclopedias/diplexers.

THE DESIGN AND MODELING OF DIPLEXING FILTER FOR GSM FREQUENCY RANGE

Byk A. V., Manko A. S., Tyschuk Y. N.
Scientific adviser: Tyschuk Y. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The features of GSM 900 frequency range are considered and duplexing filter for that range is designed. The design and analysis in CAD AWR Microwave Office results are shown.

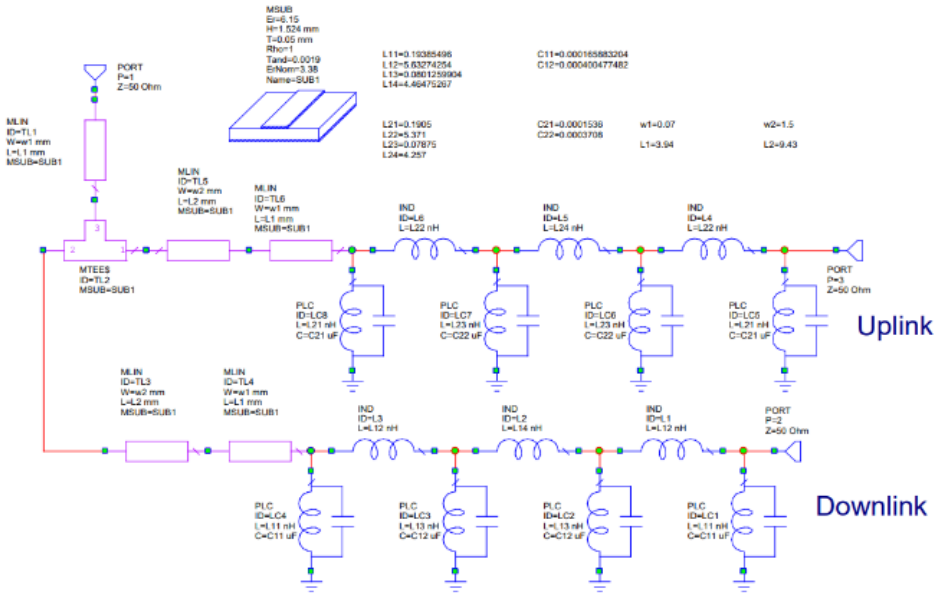


Рис. 2

РАЗРАБОТКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ GSM РЕТРАНСЛЯТОРА

Бык А. В., Зеленкевич Д. Ю., Тыщук Ю. Н.
Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: byk_andrew@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены особенности проектирования GSM репитеров и осуществлено проектирования репитера для стандарта GSM 900. Приведены результаты проектирования и анализа разработанного репитера в САПР AWR Microwave Office.

1. Введение

С развитием телекоммуникационных технологий стандарт GSM не утратил своей актуальности, ввиду высокой плотности покрытия. Однако в удаленных точках GSM соты, а также в местах с высокой плотностью застройки уровень сигнала сравнительно мал. Для обеспечения требуемого уровня сигнала в данных случаях применяются репитеры GSM сигнала, поднимающие уровень сигнала до требуемого. В докладе приведены результаты проектирования и моделирования репитера для стандарта GSM 900, полученные в САПР AWR Microwave Office.

2. Основная часть

Для GSM восходящим и нисходящими каналами были использованы интегральные усилители, так как в стандартах GSM используются частотное разделение каналов, таким образом спроектированы тракты для восходящих и нисходящих каналов.

Выбраны внешняя и внутренняя антенна, внешней выбрана директорная антенна AL-900-11 с рабочей частотой 800 — 960 МГц. Внутренней антенной выбрана КР7-900/2100 с рабочей частотой 790 — 960, 1800 — 2700 МГц. В качестве интегрального усилителя мощности выбран HMC453QS16G, обладающий выходной мощностью 1,6 Вт и работающий в частотном диапазоне от 0,4 до 2,2 ГГц В качестве интегрального малошумящего усилителя выбрана микросхема HMC376LP3, диапазон рабочих частот 700 — 1000 МГц. Его коэффициент шума составляет 0,7 дБ.

На основе ранее разработанной модели диплексера, в САПР AWR Microwave Office построена модель ретранслятора GSM, показанная на рис. 1 Для этого с официального сайта производителя был загружен файл с расширением «.s2p», содержащий измеренные S-параметры микросхемы во всём рабочем диапазоне частот.

На рис. 2 показано моделирование разработанного ретранслятора мобильной связи и построены частотные зависимости усиления во всём частотном диапазоне стандарта GSM

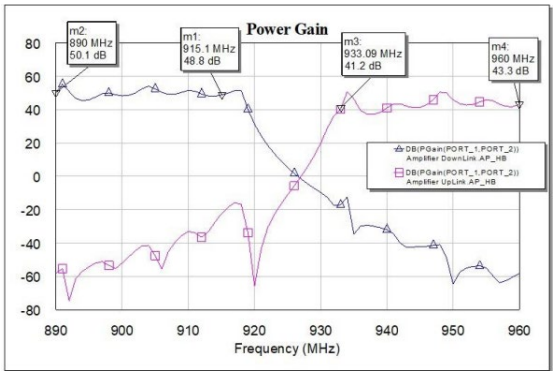


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, на основе интегральных усилительных схем HMC376LP3 и HMC453QS16G спроектирован GSM ретранслятор и осуществлено его моделирование в САПР AWR Microwave Office.

4. Список литературы

[1] Power Amplifiers HMC452QS16G: data sheet [Электронный ресурс] / Analog Devices. — Режим доступа: https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/hmc453qs16g.pdf

[2] Power Amplifiers HMC376LP3 data sheet [Электронный ресурс] / Analog Devices. — Режим доступа: https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/hmc716.pdf.

DESIGN AND MODELING OF GSM RETRANSLATOR

Byk A. V., Zelenkvich D. Y., Tyschuk Y. N.
Scientific adviser: Tyschuk Y. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The features of GSM repeater design are considered and the GSM 900 repeater is designed. The design and analysis results of repeater using CAD AWR Microwave Office are presented.

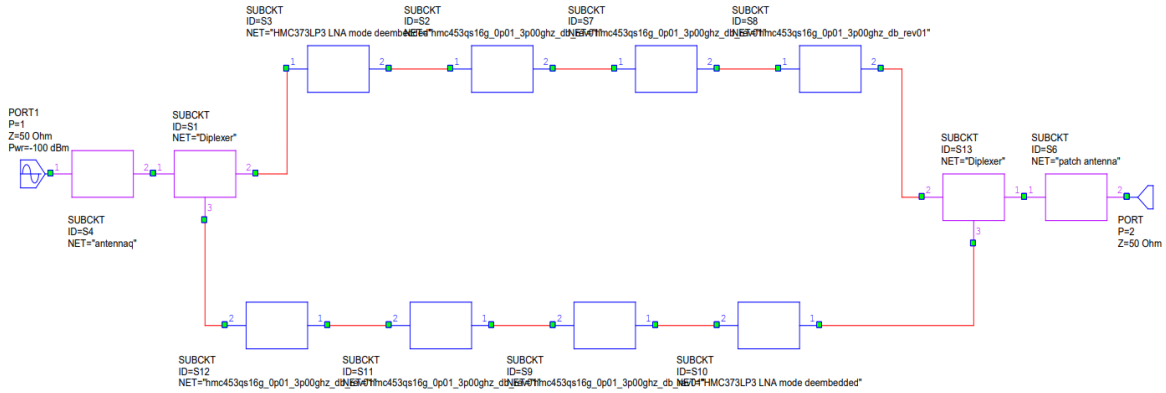


Рис. 1

АНАЛИЗ ПОЛУСФЕРИЧЕСКОЙ СПИРАЛЬНОЙ АНТЕННЫ

Хохуда А. Н., Пузырев А. В., Щекатурин А. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Щекатурин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: vatrich_a@mail.ru

Аннотация — Проведено исследование влияния геометрических параметров разработанной спиральной полусферической антенны на её входные характеристики и характеристики излучения. Разработана конструкция спиральной полусферической антенны. Разработанная антенна может использоваться в спутниковых системах связи.

1. Введение

В настоящее время развивается спутниковой системы связи, позволяющие осуществлять передачу данных между буйковыми станциями и спутниками. при этом буйковые станции могут использоваться сбора информации и передачи сигналов бедствия. Данная работа посвящена разработке антенны буйковой станции.

2. Основная часть

Полусферическая спиральная двухзаходная излучающая структура имеет вид, показанный на рис. 1. По принципу построения спиральная структура такого типа являются широкополосной, что объясняется тем, что в структуре существует активная область с периметром окружности, примерно равным длине волны. При изменении рабочей частоты эта область соответствующим образом перемещается по радиусу структуры таким образом, что теперь для новой частоты радиус активной зоны составит длину волны. Кроме того, спиральная структура излучает поле вращающейся поляризации.

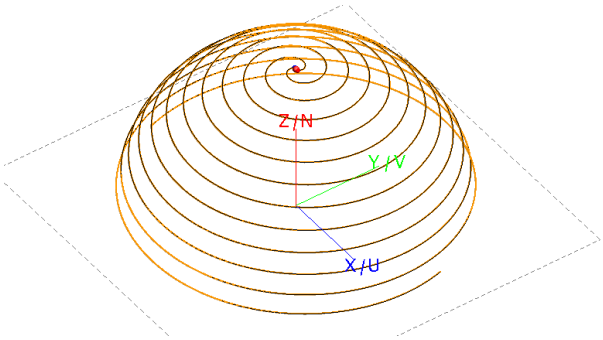


Рис.1

Возбуждение структуры осуществляется источником напряжения, показан красной точкой вверху в центре структуры.

Разработанная полусферическая спиральная обучающая структура при питании ее фидером с соответствующим активным волновым входным сопротивлением (реактивной частью равной нулю) является широкополосный с коэффициентом перекрытия 1,84.

Спиральная полусферическая структура является слабонаправленной в верхнем полупространстве.

На рис. 2 показана зависимость коэффициента усиления излучающей структуры от частоты. Из рис. 2 видно, что коэффициент усиления в пределах диапазоны частот от 325 до 600 МГц изменяются не более чем, чем на 1 дБ.

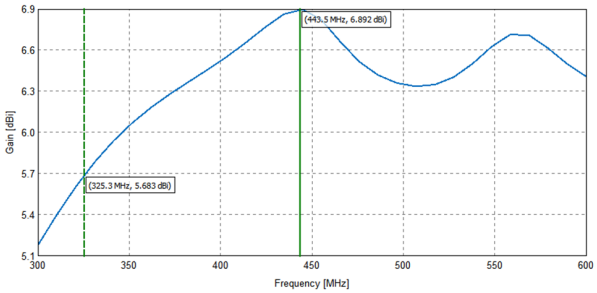


Рис. 2

На рис. 3 показана диаграмма направленности полусферической антенны.

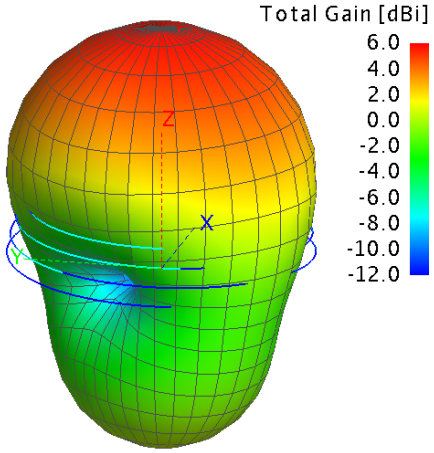


Рис. 3

3. Заключение

Разработана спиральная антенна с вращающейся поляризацией поля излучения, которая может быть использована в спутниковых системах связи.

4. Список литературы

[1] Применение спиральных антенн для бортовых систем и комплексов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://trudymai.ru/upload/iblock/0ac/Generalov_Gadzhiev_Salikhova_rus.pdf?lang=en&issue=106 (дата обращения 15.12.2021).

[2] Генералов, А. Г. Бортовая антенна для построения систем связи и межспутниковой связи / А. Г. Генералов, Э. В. Гаджиев // Конф. «Иосифьяновские чтения–2017». — Истра : НИИЭМ, 2017. — С. 262—265.

ANALYSIS OF HEMISPHERICAL SPIRAL ANTENNA

Hohuda A. N., Puzyrev A. V., Schekaturin A. A.
Scientific adviser: Schekaturin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The study of influence of geometrical parameters of a hemispherical helical antenna on the input and radiation characteristics was carried out. The design of a spiral hemispherical antenna has been developed. The developed antenna can work in satellite communication systems.

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТЕННЫ ДЛЯ СИСТЕМЫ РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ

Хохуда А. Н., Пузырев А. В., Щекатурин А. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Щекатурин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: vatrich_a@mail.ru

Аннотация — В работе приведены результаты разработки антенны для систем радиочастотной идентификации, построенной на базе излучающей структуры PIFA.

1. Введение

С развитием мобильных средств связи, портативных компьютеров, навигационных терминалов, носимой электроники и т.д. появилась необходимость в компактной и функциональной антенне, которая могла бы располагаться на печатной плате, занимая минимум места. Одним из таких решений стала PIFA. Популярность такого решения объясняется тем, что PIFA обладает относительно широкой полосой рабочих частот, поддержкой многодиапазонности, малыми габаритами.

2. Основная часть

Признано целесообразным выполнять двухдиапазонную антенну линейной поляризации с применением структуры PIFA, что позволяет упростить конструкцию антенны и уменьшить ее размеры.

Внешний вид антенны показан на рис. 1.

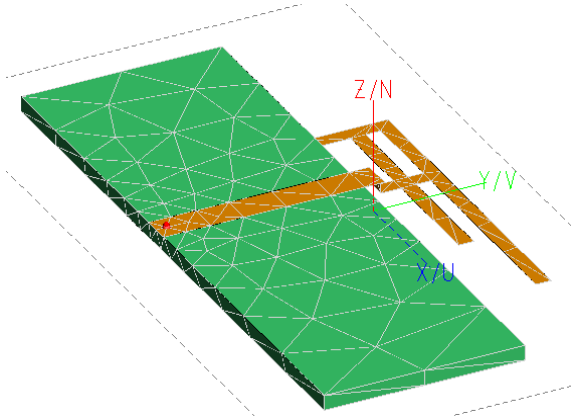


Рис.1

На рис. 2 показано распределение плотности тока в структуре.

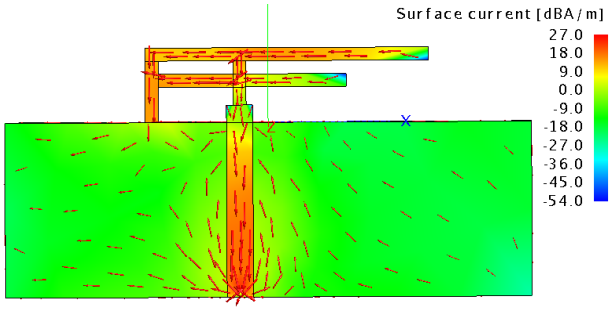


Рис. 2

Расчет микрополосковой линии питания проводился в программе XLine.

Проведено моделирование работы антенны. Проведена оценка входного сопротивления антенны. Показано, что в диапазонах 900 МГц и 2,4 ГГц активная часть входного сопротивления антенны близка к 50 Ом, а реактивная часть входного сопротивления близка к нулю.

Установлено, что диаграмма направленности слабо изменяется с изменением частоты в пределах рабочих диапазонов частот.

Антенна обладает следующими характеристиками: максимальный уровень КСВ в полосе частот 902 — 928 МГц не превышает 1,3; в полосе частот 2,4 — 2,483 ГГц значение КСВ не превышает 1,55, максимальное значение коэффициента усиления в диапазоне 900 МГц — 3,5 дБи, в диапазоне 2,4 ГГц — 3 дБи.

На рис. 3 показана диаграмма направленности антенны.

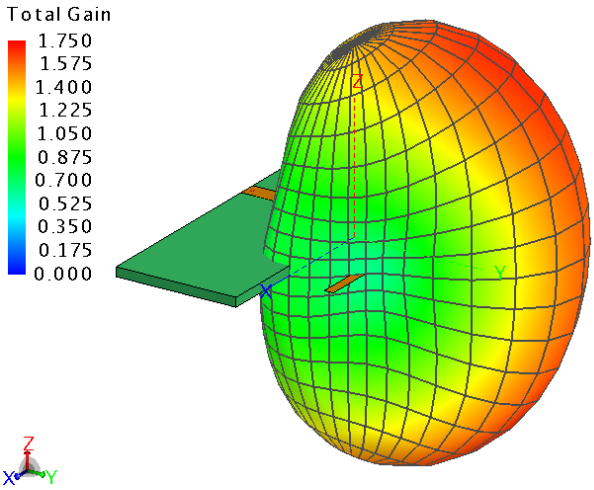


Рис. 3

3. Заключение

Разработана двухдиапазонная печатная антенна с линейной поляризацией поля излучения, выполненной на базе излучающей структуры PIFA. Выполнен расчет геометрических параметров структуры.

4. Список литературы

[1] RFID [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.bigdataschool.ru/wiki/rfid (дата обращения 11.04.2022).

[2] PIFA — The Planar Inverted-F [Электронный ресурс]. — Режим доступа: Antennahttp://www.antenna-theory.com/antennas/patches/pifa.php (дата обращения 12.02.2022).

ANALYSIS OF HEMISPHERICAL SPIRAL ANTENNA

Hohuda A. N., Puzyrev A. V., Schekaturin A. A.
Scientific adviser: Schekaturin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the results of design of antenna for RFID systems, built on the basis of the PIFA radiating structure, are presented

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОПОЛОСКОВОЙ АНТЕННЫ С УВЕЛИЧЕННОЙ ПОЛОСОЙ РАБОЧИХ ЧАСТОТ

Хохуда А. Н., Пузырев А. В., Щекатурин А. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Щекатурин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: vatrich_a@mail.ru

Аннотация — Проведено исследование влияния геометрических параметров разработанного элемента антенной решетки, выполненного на базе печатной структуры, на его входные характеристики и характеристики излучения. В качестве антенного элемента использован микрополосковый излучатель с увеличенной рабочей полосой частот. Моделирование антенного элемента выполнено в среде CAD Feko.

1. Введение

В настоящее время распространение получают системы 5G, позволяющие осуществлять скоростную передачу данных, в том числе за счет динамического цифрового формирования луча для получения максимальной эффективности использования (технология Massive MIMO). В работе исследуется антенный антенной решетки.

2. Основная часть

Для расширения полосы пропускания микрополоскового излучающего элемента можно по его краям разместить прямоугольные металлические полоски. Внешний вид антенны показан на рис. 1.

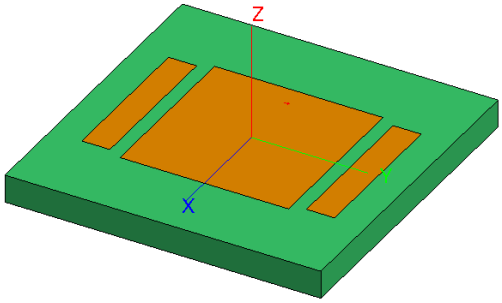


Рис. 1

Активная и реактивная составляющие входного сопротивления с дополнительными полосками показаны на рис. 2 и 3 соответственно.

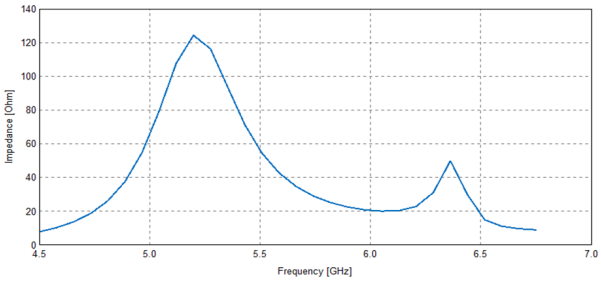


Рис.2

Из рис. 2 и 3 видно, что использование дополнительных полосок приводит к возникновению второго резонанса, в котором активная часть входного сопротивления имеет максимум, а реактивная составляющая входного сопротивления близка к нулю. Возникновение второго резонанса приводит к появлению второго минимума на графике зависимости КСВ от частоты. Это позволяет увеличить диапазон рабочих частот микрополоскового излучателя.

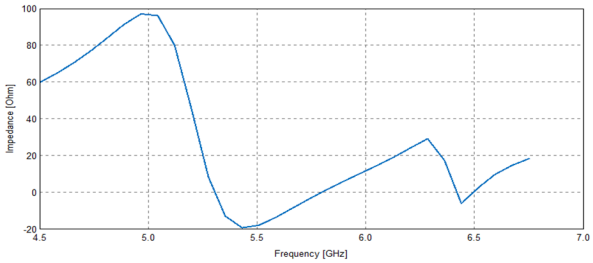


Рис. 3

Рабочий диапазон микрополоскового излучателя с дополнительными полосками составляет 5,75 — 5,9 ГГц.

Диаграмма направленности микрополоскового излучателя с дополнительными полосками в линейных и логарифмических единицах показана на рис. 4.

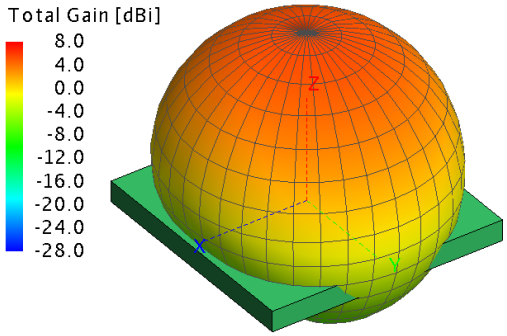


Рис. 4

3. Заключение

Разработан микрополосковый элемент антенной решётки для систем 5G с увеличенной полосой рабочих частот, определены его геометрические параметры.

4. Список литературы

[1] Massive MIMO в беспроводных сетях [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://nag.ru/articles/article/32080/nujno-bolshe-antenn-ili-massive-mimo-v-besprovodnyih-setyah.html (дата обращения 10.09.22).

STUDY OF MICROSTRIP ANTENNA WITH INCREASED OPERATING FREQUENCY BAND

Hohuda A. N., Puzyrev A. V., Schekaturin A. A.
Scientific adviser: Schekaturin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A study of the influence of the geometric parameters of element of the antenna array, made on the basis of a printed structure, on its input and radiation characteristics, was done. A microstrip emitter with an increased operating frequency band was used as an antenna element.

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

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОЛЕЙ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА В ШАРИКАХ ПРИПОЯ ПРИ СБОРКЕ 3D-МОДУЛЕЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ FLIP-CHIP

Войналович А. А., Ланин В. Л.
Научный руководитель: д-р техн. наук, доц. проф. Ланин В. Л.
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь
E-mail: alex.fart3@gmail.com

Аннотация — В результате моделирования получены тепловые поля индукционного нагрева шариков припоя с применением ферритовых магнитопроводов и медного концентратора вихревых токов, что позволило увеличить скорость и равномерность нагрева.

1. Введение

Технология монтажа кристаллов активной стороной на печатные платы (Flip-Chip), при котором кристалл устанавливается на выводы, выполненные непосредственно на его контактных площадках, обеспечивает высокую плотность монтажа и очень короткие электрические связи, что повышает производительность микросхем.

Формирование шариков припоя на печатных платах и подложках является сложным и многоэтапным технологическим процессом. Шарики припоя на печатной плате можно формировать индукционным нагревом. Применение индукционных нагревателей на магнитопроводах позволяет повысить локальность нагрева, снизить потребляемую мощность, избавиться от водяного охлаждения и от изоляции деталей [1].

2. Основная часть

Высокопроизводительный бесконтактный нагрев осуществим благодаря воздействию энергии высокочастотных электромагнитных колебаний. Применим он в различных процессах обработки проводящих материалов: термообработке, плавке, упрочнении, сварке, пайке, выращивании кристаллов и т.д. Наиболее важным преимуществом ВЧ-нагрева являются следующие [2]:

— энергия нагрева создается вихревыми токами непосредственно в изделии;

— возможны высокая плотность энергии и короткое время нагрева;

— локализация нагрева в пределах обрабатываемой зоны.

Для моделирования тепловых полей индукционного нагрева выбран пакет COMSOL Multiphysics, Шарики припоя диаметром 0,76 мм закреплялись на контактных медных площадках платы из стеклотекстолита FR4 толщиной 1,5 мм. Плата нагревалась индуктором, состоящим из трёх витков, и двумя магнитопроводами из феррита радиусом 30 мм (рис. 1).

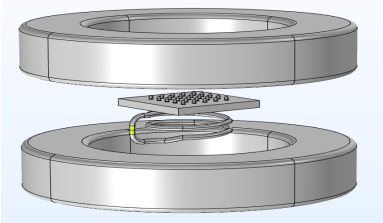


Рис. 1

Проведено моделирование индукционного нагрева на частоте 732 кГц и силе тока в индукторе 2 А с применением медного концентратора, расположенного под печатной платой. Получено распределение температуры нагрева внутри шариков припоя на печатной плате (рис. 2).

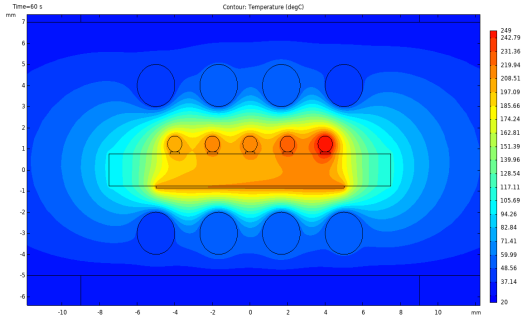


Рис. 2

Применение сплошного концентратора позволяет достичь наиболее равномерного нагрева за счёт перераспределения магнитного потока в рабочей зоне индуктора.

3. Заключение

Применение ферритовых магнитопроводов позволяет локализовать нагрев шариков припоя. Применение концентраторов вихревых токов позволило повысить эффективность нагрева благодаря концентрации магнитного поля. Однако в данном случае наблюдается неравномерность распределения температуры внутри шариков на уровне 15 °C.

4. Список литературы

[1] Lanin, V. L. Induction Devices for Assembly Soldering in Electronics / V. L. Lanin, I. I. Sergachov // Surface Engineering and Applied Electrochemistry. — 2012. — № 4.— P. 384—388.

[2] Ланин, В. Л. Высокочастотный индукционный нагрев для пайки электронных устройств / В. Л. Ланин // Технологии в электронной промышленности. — 2007. — № 5. — С. 46—49.

ULTRASONIC MICROWELDING OF WIRE LEADS WITH CURRENT ACTIVATION FOR VARIOUS COATINGS OF INTEGRATED CIRCUITS PACKAGES

Voinalovich A. A., Lanin V. L.
Scientific adviser: Lanin V. L.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus

Abstract — As a result of modeling, thermal fields of induction heating of solder balls with the use of ferrite magnetic conductors and a copper eddy current concentrator were obtained, which allowed to increase the speed and uniformity of heating.

ВЛИЯНИЕ ВАКУУМА НА НАЛИЧИЕ ПУСТОТ В ПАЯНОМ СОЕДИНЕНИИ КРИСТАЛЛА С КОРПУСОМ

Видрицкий А. Э.[1], Ланин В. Л.[2]
Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Ланин В. Л.
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь
E-mail: [1]AVidritskiy@integral.by, [2]vlanin@bsuir.by

Аннотация — При наличии скрытых дефектов в процессе пайки (пустоты, микротрещины, сколы) под кристаллом образуются участки с аномально высоким тепловым сопротивлением. В процессе длительной эксплуатации в условиях экстремальных термоциклических воздействий такие изделия могут оказаться потенциально ненадежными из-за развития микротрещин до активной структуры.

1. Введение

При монтаже кристалла в корпус возможно образование пустот, что ухудшает отвод тепла от кристалла, а тепловое воздействие оказывает влияние на электрические параметры полупроводниковых изделий. Кроме того, снижается механическая прочность контактного соединения, в приконтактных областях кристалла возникают внутренние напряжения, которые могут привести к катастрофическим отказам из-за появления со временем микротрещин в кристалле [1].

Есть два пути исключения пустот в паяном соединении кристалла с корпусом, которыми следует руководствоваться при монтаже кристаллов. Во-первых, это дозирование припоя с помощью трафарета, а во-вторых, применение вакуумной технологии в процессе самой пайки [2].

2. Основная часть

Способ монтажа кристалла должен обеспечивать:
— максимальный отвод тепла;
— высокую механическую прочность соединения;
— малое сопротивление контакта.

Припои для монтажа кристаллов выбирают исходя из особенностей конструкции, механических и электрических характеристик прибора, условий его эксплуатации. При выборе учитывают температуру плавления припоя, надежность паяных соединений, устойчивость монтируемых компонентов к температуре пайки, различия режимов пайки.

Для проведения исследований использованы металлокерамический корпус с золоченой монтажной площадкой, припой ПОС-10 и кристалл размером 14×14 мм с нанесенным слоем серебра на непланарную сторону. Процесс пайки проводился в специальной графитовой оснастке в вакуумной печи оплавления RSS-160-S. Термопрофиль процесса пайки представлен на рис. 1 (цифрой 1 отмечена динамика изменения давления, цифрой 2 — изменение температуры).

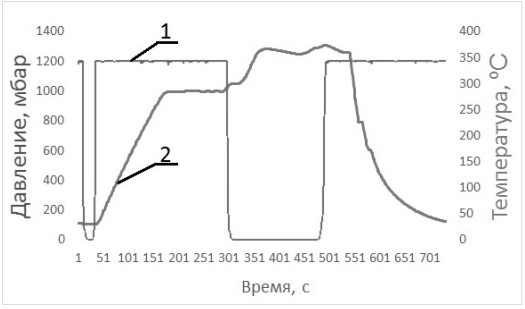


Рис. 1

Как видно из рис. 1, термопрофиль представляет собой двухстадийное создание вакуума с постепенным, двухстадийным повышением температуры. После выполнения процесса пайки проведен анализ качества присоединения кристалла в основание корпуса, получены следующие результаты:

— растекание припоя по кристаллу — 100 %;

— наличие пустот под кристаллом — менее 5 % (рис. 2, а, наличие пустот под кристаллом определялось методом ультразвуковой микроскопии).

На рис. 2, б показано наличие пустот под кристаллом смонтированного при атмосферном давлении более 20 %.

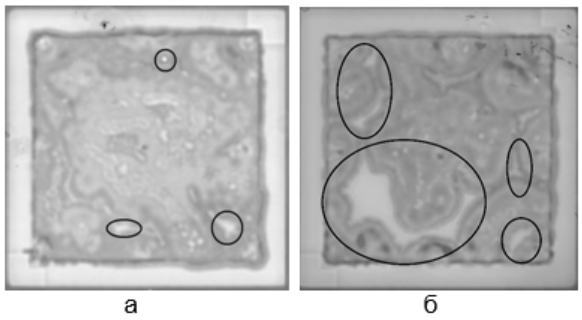


Рис. 2

3. Заключение

Экспериментально установлено, что монтаж кристаллов в вакууме позволяет сократить количество пустот под кристаллом и свести их к минимуму — менее 5 % площади кристалла, в то время как при пайке в атмосферном давлении пустоты под кристаллом достигают более 20 % площади кристалла.

4. Список литературы

[1] Зенин, В. В. Монтаж кристаллов и внутренних выводов в производстве полупроводниковых изделий / В. В. Зенин, В. А. Емельянов, В. Л. Ланин. — Минск : Интегралполиграф, 2015. — 380 с.

[2] Оттль, Г. Контролируемое образование пустот в процессе пайки / Г. Оттль // Технологии в электронной промышленности. — 2021. — № 1. — С. 46—48.

INFLUENCE OF VACUUM ON THE PRESENCE OF VOCATIONS IN SOLDERING CONNECTING CRYSTAL WITH PACKAGE

Vidritskiy A. E., Lanin V. L.
Scientific adviser: Lanin V. L.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Republic of Belarus

Abstract — In case of formation of hidden defects during soldering (voids, microcracks, chips), areas with abnormally high thermal resistance are formed under the crystal. In the process of long-term operation under conditions of extreme thermocyclic influences, such products may be potentially unreliable due to the development of microcracks to the active structure.

ЦИФРОВАЯ КОЛОРИМЕТРИЯ В МИКРОСКОПИИ

Жбанова В. Л.
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», Россия
E-mail: vera-zhbanova@yandex.ru

Аннотация — В работе представлено решение по повышению цветового разрешения цифровых изображений в микроскопии. Разработан цветовой треугольник с максимальным цветовым охватом. Представлен метод внедрения характеристик этой цветовой системы на техническом уровне современного микроскопа.

1. Введение

Современная микроскопия развивается быстрыми темпами. И дело не только в совершенствовании объективов и окуляров. Основу развития составляют новые методы цифровой обработки изображений, полученных с помощью микроскопа. Все они направлены на повышение резкости и контраста изображения для выявления очертаний мельчайших деталей. Однако цветовая составляющая изображения все чаще опускается. Цифровые изображения программно «подкрашиваются» для выделения отдельных частей объекта исследования. Но иногда в изображении особую роль играют цветовые оттенки, разность по тону или насыщенности изначально однородных изображений, что является важным при научных исследованиях. Поэтому в работе предлагается метод повышения цветового разрешения цифровых микроскопов.

2. Основная часть

Цифровые микроскопы работают в стандартных рабочих цветовых пространствах sRGB и AdobeRGB, охватывающих лишь часть видимых цветов [1]. Поэтому был разработан цветовой треугольник KZS с телом цветового охвата, покрывающим весь видимый диапазон. Имеет кривые сложения с минимальным второстепенным пиком по красному цвету, и включает минимальное количество нереальных цветов, по сравнению с системой МКО XYZ 1931 г. [2]. Под кривые сложения разработанной системы были подобраны цветоделительные наборы (ЦДН) на корректирующих светофильтрах (цветные оптические стекла) на основе спектральной характеристики монохромной цифровой камеры. Таким образом, спектральные кривые приемника повторяют кривые сложения цифрового треугольника, что позволит уменьшить погрешность при регистрации изображений в микроскопии: за счет объединения программного (цифрового) пространства микроскопа и технического уровня устройства.

Любой цифровой микроскоп состоит из основных составляющих (рис. 1): осветительной системы 1, предметного столика 2, на который располагается объект исследования 3, окуляр 4, тубус 5, цифровая камера 7, цифровой дисплей/ПК/ноутбук 8. Цифровая часть современных микроскопов для регистрации цветного изображения имеет камеры с системой цветоделения на основе тонких пленок, нанесенных поверх сенсора. Такая технология дорогостоящая и недоступна на этапе лабораторного исследования предлагаемой разработки. Поэтому предлагается внедрить ЦДМ 6 между окуляром и монохромной цифровой камерой. Что позволит менять каждую составляющую ЦДМ: красную, зеленую, синюю. Для работы со снимками разработана программа, позволяющая находить координаты цвета и цветности отдельных деталей объекта исследования, а также изменение цвета при наличии эталонных значений.

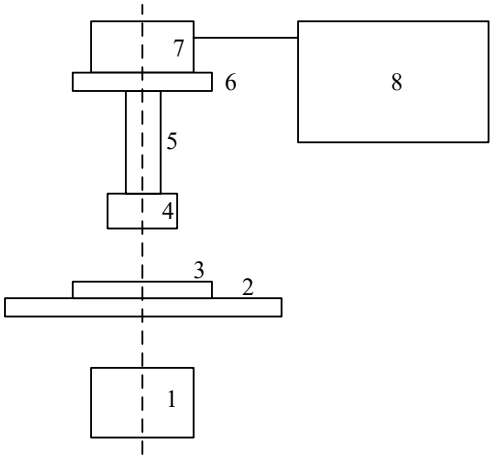


Рис. 1

Разработанная ЦДМ будет внедрена в цифровой микроскоп и проведено исследование предложенной цветовой системы.

3. Заключение

Найдено решение по повышению цветового разрешения в микроскопии на техническом уровне. Разработанный цветовой треугольник со 100 % телом цветового охвата KZS является основой разработки спектральных характеристик цифровой камеры за счет применения цветоделительных наборов. Предложен способ внедрения этих наборов в цифровой микроскоп, что позволит провести дальнейшее исследование разработанной системы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке стипендии Президента Российской Федерации в 2022 — 2024 годах для молодых ученых и аспирантов, осуществляющих перспективные научные исследования и разработки по приоритетным направлениям модернизации российской экономики СП-748.2022.4.

4. Список литературы

[1] Zhbanova, V. L. Features Of Digital Colorimetry Application in Modern Scientific Research / V. L. Zhbanova // Light & Engineering. — 2021. — Vol. 29. — No. 3. — P. 146—158. — doi: 10.33383/2021-028.

[2] Zhbanova, V. L. Evaluation and selection of colour spaces for digital systems / V. L. Zhbanova // Light & Engineering. — 2020. — Т. 28. — № 6. — P. 86—94. — DOI:10.33383/2020-024.

DIGITAL COLORIMETRY IN MICROSCOPY

Zhbanova V. L.
The Branch of National Research University "Moscow Power Engineering Institute" in Smolensk, Russia

Abstract — In the paper, the solution to improve the color resolution of digital images in microscopy is presented. A color triangle with a maximum color gamut has been developed. A method for introducing the characteristics of this color system at the technical level of a modern microscope is presented.

МЕТОД ОЦЕНИВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭМП В ЗАДАННОЙ ОБЛАСТИ ПРОСТРАНСТВА НА ОСНОВЕ РОЯ БПЛА

Кудрявченко И. В., Береговой Д. С.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Кудрявченко И. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: IVKudryavchenko@sevsu.ru

Аннотация — Рассмотрен метод оценивания параметров электромагнитного поля с помощью элементов роя беспилотных летательных аппаратов, размещаемых в узловых точках заданной области пространства. В качестве средства измерений, обеспечивающего правильность интерполяции между узловыми точками, предложено использовать выделенный беспилотного летательного аппарата, оснащенный датчиками ЭМП с заданными метрологическими характеристиками.

1. Введение

Дальнейшее развитие роевых технологий, систем беспроводной связи и малоразмерных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) коптерного типа позволяет по-новому взглянуть на вопросы измерений параметров электромагнитного поля в ограниченном пространстве. В статье рассматривается метод оценивания параметров электромагнитного поля (ЭМП) дальней зоны излучения *k* источников УКВ диапазона с произвольными спектральными характеристиками.

2. Основная часть

Рассмотрим область метрического пространства $\Re(x, y, z)$, в которой размещен домен, состоящий из *n* подвижных элементов с известными координатами. Элементами домена являются малоразмерные БПЛА коптерного типа, объединенные в самоорганизующуюся беспроводную сеть, снабжённые датчиками ЭМП с известными метрологическими характеристиками. Измерительная информация может передаваться как между элементами роя, так и на внешние сервера. Требуется определить поле $F(x, y, z, t)$, задаваемое излучателями И$_1$, И$_2$, …, И$_k$ в области $\Re$ (рис. 1). Линейные размеры области $\Re$ много меньше расстояний от источников излучения до центра масс роя: $\mathrm{Max}(\Delta x, \Delta y, \Delta z) << \min\limits_{l=1}^{k} r_l$ [1].

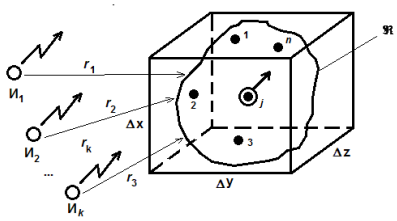


Рис. 1

Так как время существования домена Δt определяется ресурсными ограничениями БПЛА роя, то имеется возможность определения параметров ЭМП F_i каждым *i*-м элементом домена в моменты дискретного времени t_j:

$$(\forall t_j \in \Delta t)\ F_i \subset F(x, y, z, t).$$

Если элементы домена неподвижны, то в течение интервала времени Δt можно определить *m* значений поля в *i*-й точке области $\Re$: $m = \left\lceil \Delta t / T_д \right\rceil$ в соответствии с заданной частотой выборки отсчетов $f_д = 1/T_д$, где $T_д$ — интервал дискретизации.

В данном простейшем случае имеем двумерный массив F_{mn} из $n \times m$ значений поля *F*. Полученные значения массива содержат пространственную и временную информацию об исследуемом ЭМП.

Значения F_{mn} можно рассматривать как узлы для последующего полиномиального интерполирования с целью получения расчетных значений поля *F* в произвольной точке области $\Re$. Для уменьшения погрешности измерений и более точного подбора коэффициентов интерполирующих полиномов, предлагается использовать выделенный БПЛА, обозначенный на рис. 1 символом «*j*», который перемещается в пределах области $\Re$ и передает измерительную информацию другим элементам домена.

3. Заключение

Таким образом, предложен метод оценивания параметров ЭМП в дальней зоне излучения источников УКВ диапазона с произвольными характеристиками спектра, который может найти применение на измерительных полигонах.

Метод обеспечивает высокую точность измерений параметров ЭМП за счет контроля функций преобразования датчиков ЭМП элементов роя с помощью выделенного элемента, а также имеющейся возможности подстройки коэффициентов интерполирующих полиномов в процессе выполнения измерений [2, 3]. Высокая скорость измерений параметров поля *F* достигается за счет организации *k* измерительных каналов и распараллеливания вычислительного процесса между элементами роя БПЛА.

4. Список литературы

[1] Кудрявченко, И. В. Описание двумерного роя частиц как объекта терминального управления / И. В. Кудрявченко // Инновационная наука, 2016. — Т.2. — № 1. — С. 64—67.
[2] Дивин, А. Г. Методы и средства измерений, испытаний и контроля / А. Г. Дивин, С. В. Пономарев. — Тамбов : ГОУ ВПО ТГТУ, 2011. — 103 с.
[3] Вержбицкий, В. М. Основы численных методов / В. М. Вержбицкий. — М. : Высш. шк., 2002. — 840 с.

THE METHOD OF EMF PARAMETERS ESTIMATION IN A GIVEN AREA OF SPACE ON THE BASIS OF A UAVs SWARM

Kudryavchenko I. V., Beregovoy D. S.
Scientific adviser: Kudryavchenko I. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A method for estimating the parameters of an electromagnetic field (EMF) using unmanned aerial vehicle (UAV) swarm elements placed at the nodal points of a given area of space is considered. As a measuring instrument for ensuring the correct interpolation between nodal points, it is proposed to use one of the UAVs, which equipped with EMF sensors with specified metrological characteristics.

РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОДНОФАЗНЫХ НАГРУЗОК В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ 0,4 КВ

Клименко Ю. А.[1], Преображенский А. П.[2]
Воронежский институт высоких технологий, Россия
E-mail: [1]klm71165@mail.ru, [2]app@vivt.ru

Аннотация — В работе рассматривается возможность управления энергоснабжением потребителей в распределительных электрических сетях 0,4 кВ. Приведена структурная схема адаптационного модуля управления энергоснабжением потребителя.

1. Введение

В работе проводится разработка адаптивной системы управления распределением однофазных нагрузок в электрической сети 0,4 кВ.

2. Основная часть

Адаптационный модуль управления энергоснабжением потребителя (АМ) 0,22 кВ является частью адаптивной системы управления для устранения несимметричности нагрузки фаз электросети 0,4 кВ [1, 2], которая будет использоваться в концепции создания комплекса контроля и управления качеством электроэнергии участка распределительной электрической сети 10/0,4 кВ. АМ предназначен для равномерного распределения однофазной нагрузки по фазам трехфазной сети 0,4 кВ. АМ содержит входные зажимы A, B, C, N для подключения питающей сети и выходные зажимы «Фаза» и N для подключения нагрузки, а также включает в свой состав измерительное устройство (ИУ), устройство выбора фаз (коммутатор) (УВФ), устройство управления и передачи данных (УУ и ПД), устройство связи (рис. 1).

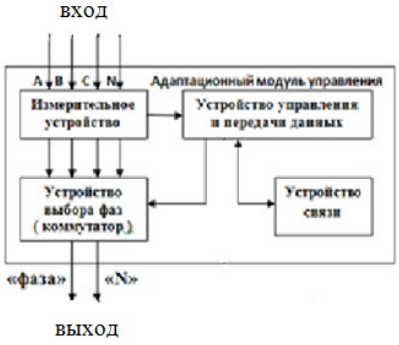


Рис. 1

Задачей АМ устройства является достижение симметрирования фазных токов (нагрузок) трехфазной распределительной сети 0,4 кВ, уменьшение объема и стоимости аппаратных средств, обеспечивающих реализацию цели симметрирования фазных токов (нагрузок).

Данный АМ работает следующим образом. Электроснабжение каждого потребителя осуществляется через АМ, который устанавливается на опоре линии электропередачи в месте подключения ответвления воздушной линии (ВЛ) 0,4 кВ. Электропитание подаётся на входные контакты АМ по фазам. Измерительное устройство (ИУ) определяет величину параметров электросети по каждой из фаз: электрического напряжения, токовой нагрузки, коэффициента мощности, электрической мощности потребления электроэнергии (полной, активной, реактивной) и других. ИУ направляет данные о состоянии электросети в УУ и ПД для анализа данных. УУ и ПД каждого АМ передаёт данные о состоянии электрической сети в каждом конкретном пункте ВЛ 0,4 кВ через УС в измерительный управляющий комплекс (ИУК) для обработки данных измерений и принятия решения на переключение определённых потребителей для симметрирования нагрузок по фазам линии электропередачи, а также передаёт управляющие команды конкретным АМ для переключений и выравниванию нагрузок. УУ и ПД обрабатывает принятую информацию, принимает решение и передаёт команду в УВФ на переключение определённого потребителя на фазу, которая соответствует заданным требованиям. УВФ, получив команду, производит переключение энергоснабжения потребителя на заданную фазу и сообщает в УУ и ПД информацию о выполнении переключения.

Реализация данного устройства исключает использование дополнительных аппаратных средств регулирования несимметричности параметров фаз сети 0,4 кВ.

3. Заключение

В статье представлена разработка структурной схема адаптационного модуля управления энергоснабжением потребителей путем распределения однофазных нагрузок в электрической сети 0,4 кВ, при изменении конфигурации подключения потребителя для достижения равномерного распределения мощностей по фазам сети и величины допустимых отклонений напряжений.

4. Список литературы

[1] Александров, А. Г. Оптимальные и адаптивные системы / А. Г. Александров. — М. : Высш. шк., 2003. — 287 с.
[2] Клименко, Ю. А. Адаптивная система управления для устранения несимметричности нагрузки фаз в трёхфазной сети 0,4 кВ./ Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский, О. Н. Чопоров // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. — 2019. — Т. 7. — № 4 (27). — С. 9—10.
[3] Савина, Н. В. Системный анализ потерь электроэнергии в электрических распределительных сетях: моногр. / Н. В. Савина; отв. ред. Н.И. Воропай. — Новосибирск : Наука, 2008. — 228 с.

DESIGN OF ADAPTIVE CONTROL SYSTEM FOR THE DISTRIBUTION OF SINGLE-PHASE LOADS IN A 0.4 KV ELECTRICAL NETWORK

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

Abstract — In the article, the possibility of managing the power supply of consumers in distribution networks of 0.4 kV is discussed. A block diagram of the adaptive module for controlling the consumer's power supply is given.

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОСМОТРОВ И ДИАГНОСТИКИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

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

Аннотация — В работе предлагается новый принцип использования беспилотных летательных аппаратов для проведения осмотров и диагностики воздушных линий электропередачи.

1. Введение

В настоящее время сложность и затратность проведения осмотров и диагностики воздушных линий электропередачи (ЛЭП), особенно в труднодоступных и отдалённых районах их прохождения. Поэтому представляет особый интерес к применению новых принципов использования беспилотных летательных аппаратов (БЛА) для проведения осмотров и диагностики воздушных ЛЭП. В данной работе проводится исследование возможности 3D сканирования линии электропередачи с помощью БЛА для создания 3D модели воздушной ЛЭП.

2. Основная часть

В обычных условиях осмотры ЛЭП проводятся методом обхода персоналом сетевой организации и визуальным выявлением нарушений в состоянии ЛЭП с использованием расчётного метода определения отклонений [1], например, величина провиса провода и другие [2]. Данное обследование не обеспечивает точность измерений и носит приблизительный характер [3]. Следующим методом является геодезическое изыскание, но применяется оно, в основном, при прокладке ЛЭП и в дальнейшем не используется из-за проведения сложных измерительных и расчётных действий [4]. Применение БЛА позволяет использовать современные цифровые технологии для создания 3D модели ЛЭП [5] и отслеживать изменения её состояния на протяжении периода эксплуатации методом сравнительного анализа сканов периодических осмотров. По результатам осмотра программа обеспечения сравнительного анализа 3D моделей даёт возможность вынесения экспертного заключения о техническом состоянии ЛЭП и определении мероприятий по ремонту и техническому обслуживанию. Виды объективного контроля подразделяются на: фото- или видео- фиксацию, лазерное сканирование, инфракрасную диагностику, геодезическую привязку элементов ЛЭП [6]. Основными средствами объективного контроля, которыми оборудуется БЛА, являются: фото или видео регистратор, аппаратура лазерного сканирования для создания 3D модели ЛЭП, аппаратура инфракрасного контроля состояния токоведущих частей (проводов, контактных соединений), прибор спутниковой навигации [7]. Режимы проведения обследования подразделяются на вертикальное и горизонтальное сканирование ЛЭП [8, 9]. Основными задачами проведения контроля состояния ЛЭП являются:

— определение углов наклона опор от вертикального положения;

— определение степени провиса проводов и определение габарита;

— определение степени растяжения проводов при механических нагрузках (гололёд);

— определение реальной длины проводов линии электропередачи;

— определение вероятных точек «перехлёстывания» проводов при воздействии внешних сил (ветер, землетрясение и т.п.) в экстремальных ситуациях;

— определение степени механической нагрузки при гололёдных явлениях и необходимости использования антигололёдных средств;

— определение степени изменения геометрии ЛЭП.

3. Заключение

Проведя краткий анализ возможностей применения беспилотных летательных аппаратов для проведения осмотров и диагностики воздушных линий электропередачи можно сделать вывод о том, что создание 3D модели ЛЭП позволяет решать задачи постоянного мониторинга, отслеживать технические изменения, делать прогнозы дальнейшей эксплуатации.

4. Список литературы

[1] Арбузов, Р. С. Современные методы диагностики воздушных линий электропередачи / Р. С. Арбузов, А. Г. Овсянников. — Новосибирск : Наука, 2009. — 135 с.
[2] Электрические измерения. Учебн. для вузов / Под ред. Фремке А. В., Душина Е. М. — М. : Энергия, 1980. — 392 с.
[3] Правила устройства электроустановок (ПУЭ) ; 7-е издание. — Изд-во НЦ ЭНАС, 2019. — 476 с.
[4] Байков, И. Применение дистанционных методов при обследовании воздушных линий электропередачи / И. Байков, П. Голубев, Ю. Сизых // Электроэнергия. Передача и распределение. — 2016. — № 1. — С. 56—59.
[5] Communication and Networking of UAV-Based Systems: Classification and Associated Architectures / J. Imad [et. al] // Journal of Network and Computer Applications. — 2018. — Vol. 3. — P. 52—55.
[6] Kurz, J. Das virtuelle Bauwerk — Kombinierte skalenübergreifende Visualisierung von ZfPBau Ergebnissen / J. Kurz // Fachtagung Bauwerksdiagnose — Praktische Anwendungen Zerstörungsfreier Prüfungen und Zukunftsaufgabe. — 2012. — P. 45—50.
[7] Unmanned Aircraft Systems for Remote Building Inspection and Monitoring / C. Eschmann [et. al] // 6th European Workshop on Structural Health Monitoring. — 2019. — Vol. 2. — No.1. — P. 213—217.
[8] Валиев, А. В. Опыт применения БЛА «Птеро-Е» для поиска мест аварии на ЛЭП / А. В. Валиев // Кабель-news. — 2009. — № 11. — С. 20—22.
[9] Грядунов, Д. А. О выборе беспилотных авиационных систем для аэродиагностики воздушных ЛЭП / Д. А. Грядунов, Р. Р. Барков // Вести в электроэнергетике. — 2017. — № 5 (91). — С. 64—73.

THE USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES FOR INSPECTION AND DIAGNOSTICS OF OVERHEAD POWER LINES

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

Abstract — In the article, a new principle for the use of unmanned aerial vehicles for inspection and diagnostics of overhead power lines is proposed.

СЕРТИФИКАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ УСТРОЙСТВ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ 5G NR. ФИЗИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ

Новикова Т. В.[1], Симонов И. А.[2], Громоздин В. В.[3]
Научный руководитель: канд. техн. наук Громоздин В. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail:novikova@niir.ru[1], *simonov.ia@niir.ru*[2], *gromozdin@niir.ru*[3]

Аннотация — Рассмотрены основные тестовые случаи сертификационных испытаний физического уровня, обязательные для проведения с целью обеспечения совместимости с уже развернутыми сетями связи.

1. Введение

Системы сотовой связи разрабатывались и эксплуатировались, начиная с GSM (2G) и заканчивая успешно развернутыми сетями LTE. Таким образом, испытания 5G NR использует установленные процедуры тестирования, а также проверенную систему сертификации. Рабочие группы 3GPP RAN4 и RAN5 определяют требования к базовой станции и пользовательскому оборудованию, подлежащие тестированию и проверке. Соответствие нормативным требованиям должно проверяться в соответствии с требованиями местного органа власти. В отличие от этого, устройства конечных пользователей могут работать в нескольких мобильных сетях в разных странах в варианте роуминга. Глобальные форумы по сертификации, такие как, например, Global Certification Forum (GCF) выбирают несколько тестовых примеров для сотовой технологии, чтобы гарантировать минимальный уровень производительности этих устройств. Независимые испытательные лаборатории подтверждают соответствие этим требованиям [1]. В докладе рассматриваются основные тесты устройств конечного пользователя, охватывающие физический уровень.

2. Основная часть

На физическом уровне проверяется обеспечение требований к радиопередаче и приему (радиочастотных параметров), определяются параметры передатчика (максимальная выходная мощность, качество передачи, частотная ошибка) и параметры приемника (чувствительность, пропускная способность в присутствии помех или блокирующего сигнала).

Основные сервисы 5G NR, включая сервисы данных с высокой пропускной способностью, приложения для массового подключения и сверхнадежные сервисы с низкой задержкой, обеспечиваются за счет объединения технологий разделения сети в базовой сети с настраиваемым физическим уровнем эфирного интерфейса. Использование активных антенн для базовых станций привел к появлению требований к бесконтактным измерениям (по эфиру) излучаемой выходной мощности и чувствительности по полю. С учетом возможности управления лучом, проверка этих требований должна осуществляться как в направлении пика опорного луча, так и во всех крайних положениях направления луча. Таким образом, бесконтактное тестирование является одним из основных тестовых случаев по умолчанию, по крайней мере, для частот диапазона FR2. Базовые станции типа 1-O (FR1) и типа 2-O (FR2) и терминальное оборудование диапазона FR2 тестируются исключительно бесконтактным методом.

Радиочастотное тестирование включает требования к передатчику и приемнику (максимальная выходная мощность, производительность модуляции, такая как EVM (модуль вектора ошибки), чувствительность или способность поддерживать определенную пропускную способность при наличии блокирующего сигнала) описаны в [2, разделы 6 и 7, части 1, 2 и 3]. Тестирование RRM (управление радиоресурсами) обеспечивает проверку эффективного использования доступных радиоресурсов. Проверяемые требования включают, например, повторный выбор ячейки в режиме ожидания и поддержку мобильности (передача) в подключенном режиме [3]. Демодуляция пользовательского оборудования и тестирование CSI (информации о состоянии канала) охватывают производительность приемника в различных условиях замирания и способность правильно измерять и передавать CSI в сеть, что изложено в [2, часть 4].

Как правило, спецификации 3GPP требуют, чтобы все бесконтактные измерения проводились в условиях дальнего поля ((ПДП — DFF direct far field), однако допускается и метод косвенного дальнего поля (КДП — IFF indirect far field). Метод КДП позволяет уменьшить необходимый размер камеры и снижает сложность и стоимость испытательной установки. Кроме того, метод КДП позволяет улучшить контроль и параметризацию (размер, качество) тихой зоны (QZ — Quiet Zone). Для антенн MIMO должна быть обеспечена достаточная изоляция между обеими поляризациями при этом в диапазоне FR2 с учетом работы с сигналами с широкой занимаемой полосой особое внимание уделяется требованиям к калибровке потерь на тракте системы**.**

3. Заключение

Рассмотрены основные тестовые случаи сертификационных испытаний устройств беспроводной связи 5G. Выявлено, что основным методом испытаний физического уровня в диапазоне FR2 является бесконтактные измерения в экранированной камере.

4. Список литературы

[1] 5G New Dadio. Fundamentals, procedures, testing aspects / M. Kottkamp [et. al]. — Rohde & Shwarz, GmbH & Co. KG, 2019. — 233 p.
[2] ETSI TS 138.521. NR; User Equipment (UE) conformance specification; Radio transmission and reception.
[3] 3GPP TS 38.533. NR; User Equipment (UE) conformance specification; Radio Resource Management (RRM).

CERTIFICATION TESTS OF DEVICES OF WIRELESS COMMUNICATION 5G NR. PHYSICAL LAYER

Novikova T. V., Simonov I. A., Gromozdin V. V.
Scientific adviser: Gromozdin V. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The main test cases of certification tests of the physical level, mandatory for conducting in order to ensure compatibility with already deployed communication networks, are considered.

СЕРТИФИКАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ УСТРОЙСТВ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ 5G NR. СИГНАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ

Новикова Т. В.[1], Симонов И. А.[2], Громоздин В. В.[3]
Научный руководитель: канд. техн. наук Громоздин В. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: novikova@niir.ru[1], *simonov.ia@niir.ru*[2], *gromozdin@niir.ru*[3]

Аннотация — Рассмотрены основные тестовые случаи сертификационных испытаний сигнального уровня, обязательные для проведения с целью обеспечения совместимости с уже развернутыми сетями связи.

1. Введение

Услуги в рамках 5G условно разделяются на три основных типа:

— сверхширокополосная мобильная связь (eMBB);

— сверхнадежная межмашинная связь с низкими задержками (URLLC);

— массовая межмашинная связь (mMTC).

Для обеспечения указанных услуг требуется поддержка разнообразных сервисов и служб, что является одной из основных целей системы 5G.

Целью данной работы является рассмотрение основных критериев тестирования на сигнальном уровне, подлежащих проведению с точки зрения сертификационных испытаний, связывающих их с соответствующими эксплуатационными требованиями и обеспечивающих совместимость с уже развернутыми сетями связи.

2. Основная часть

В качестве основных направлений сертификационного тестирования выделяются следующие [1]:

— тестирование протокола;

— тестирование двойного подключения;

— тестирование мобильности.

Протокол второго уровня 5G NR состоит из четырех слоев. Тестирование сигнала обязательно для всех вариантов/сценариев использования, схожих с LTE. К примеру, проверка установления соединения, реконфигурации соединения, закрытия или восстановления соединения и приема сигнала вызова\пейджинга. Однако есть особенности 5G NR, которые требуют либо добавления определенных новых тестов, либо модификации похожих тестов LTE.

Особенностями для 5G NR являются: случай тестирование приема системной широковещательной информации;

— тестирование процедур сброса и возобновления неактивного состояния;

— проверка процесса планирования, особенно для дуплексной связи с временным разделением (TDD). При этом испытания должны охватывать несколько конфигураций TDD и планирование работы нескольких сервисов, основанных на различных HARQ- процессах;

— тестирование полустатических перенастроек, перенастроек времени и изменения в командах управляющей информации downlink (DCI);

тестирование скорости срабатывание UL без запроса;

— тестирование протокола для назначения дополнительных каналов;

— тестирование уровеня протокола SDAP.

Тестирование двойного подключения также является одним из основных направлений стандартизации 3GPP. В первую очередь тестированию подлежат наиболее важные варианты сетевой архитектуры, а именно вариант 3 NSA и вариант 2 SA. Требуется проверка установления соединения 5G NR на основе информации, полученной через главный узел EUTRA.

Первая комбинация будет рассматривать LTE с одной или несколькими несущими и NR, работающими в FR1 или FR2 с одной несущей. В перспективе тесты будут охватывать ситуации с несколькими операторами связи. Рассматриваются варианты тестирования для обнаружения и измерения SSB на несущих 5G NR, которые включают получение MIB, встроенного в SSB, а также получение системной информации от EUTRA.

При использовании операторами топологию с несколькими небольшими ячейками в качестве вторичных узлов в FR2 необходимо тестирование режима добавления и удаления вторичного узла, а также переключения между NR и EUTRA PDCP. В случае подключения к ядру 5GC требуется тестирование на уровне протокола SDAP вместе с новой связью NAS с AMF/UPF.

Сценарии тестирования мобильности определяются в форме тестирования мобильности луча.

Для тестирования эмуляция сети должна выполнять развертку луча, чтобы позволить пользовательскому оборудованию измерять соседние лучи и сообщать результаты протоколу более высокого уровня. Измерение подвижности луча включает в себя конфигурирование, измерение с несколькими SSB на несущей и фильтрацию луча.

Сценарии тестирования мобильности также включают повторный выбор режима ожидания, режим подключения внутри RAT и между RAT. Специальный тестовый пример должен учитывать межсистемную передачу обслуживания, при которой UE может перейти от LTE, подключенного к EPC, к 5G NR, подключенному к 5GC.

3. Заключение

Рассмотрены основные тестовые случаи сертификационных испытаний устройств беспроводной связи 5G на сигнальном уровне.

4. Список литературы

[1] 5G New Radio. Fundamentals, procedures, testing aspects / M. Kottkamp [et. al]. — Rohde & Shwarz, GmbH & Co. KG, 2019. — 233 p.

CERTIFICATION TESTS OF DEVICES OF WIRELESS COMMUNICATION 5G NR. SIGNAL LEVEL

Novikova T. V., Simonov I. A., Gromozdin V. V.
Scientific adviser: Gromozdin V. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The main test cases of signal level certification tests are considered, which are mandatory for conducting in order to ensure compatibility with already deployed communication networks.

СТЕНД ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ НАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЙ БЕРЕГОВЫХ ОБЪЕКТОВ ГМССБ И СУДС В ДИАПАЗОНЕ ОВЧ

Козуб М. С., Васильев Д. В., Громоздин В. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук Громоздин В. В.
ИЦ «Омега» — филиал ФГБУ НИИР, Россия
E-mail: kozub@niir.ru

Аннотация — Рассматривается разработанный стенд для проведения натурных испытаний при подтверждении граничной дальности ОВЧ радиосвязи морского района А1 глобальная морская система связи при бедствии и система управления движения судов.

1. Введение

При освидетельствовании береговых объектов глобальной морской системы связи при бедствии (ГМССБ), системой управления движением судов (СУДС) с целью установления/уточнения границ рабочих зон технических средств в ОВЧ диапазоне предусмотрено проведение натурных испытаний (НИ) [1]. В процессе их проведения на стороне испытательного судна (ИС) персоналу лаборатории необходимо выполнять значительное количество операций: измерять напряженность поля сигнала от береговой станции, проводить оценку качества приёма сообщений ЦИВ, вести переговоры посредством радиотелефонной связи, осуществлять передачу испытательного сигнала требуемой мощности [2], определять местоположение судна в точках проведения измерений и другие технические записи во время движения по маршруту. Целью данной работы является разработка стенда, позволяющего автоматизировать проведение НИ на стороне судна.

2. Основная часть

Разработан стенд, обеспечивающий:

— мобильность развертывания рабочего места на ИС в условиях ограниченного запаса времени и свободного пространства;

— повторяемость испытаний;

— постоянный оперативный контроль состояния приемо-передающего тракта;

— оперативные коммутации измерительного тракта и тракта проверки качества радиотелефонной связи;

— защиту радиостанции от повреждений, в случае несогласованного передающего тракта;

— защиту входа анализатора спектра от помех и перегрузок в процессе испытаний;

— безопасное хранение и эксплуатацию технических средств, входящих в состав стенда.

На рис. 1 приведена структурная схема стенда, в состав которого входят следующие устройства:

1) блок питания (12 В, 6 А) с блоком предохранителей, вольтметр и амперметр для контроля параметров бортовой сети ИС;

2) блок судовой радиостанции ОВЧ диапазона с 6 дБ аттенюатором, предназначенные для формирования испытательного сигнала требуемой мощности 6 Вт в соответствии с [2], приема и отображения сообщений ЦИВ и ведения переговоров посредством радиотелефонной связи;

3) блок коммутации и ВЧ реле — узлы необходимые для поочередного подключения приемной/передающей антенны к судовой радиостанции для приема/передачи сообщений и сигналов и измерительной антенны к анализатору спектра для измерения напряженности поля сигнала со стороны береговой станции;

4) антенный узел, состоящий из штатной судовой антенны для работы с судовой радиостанцией и измерительной антенны для работы с анализатором спектра. Антенны установлены на корпусе судна на высоте 4 м над уровнем морской поверхности в соответствии с [3];

5) измеритель КСВ — для оперативного контроля состояния антенн и антенно-фидерных трактов в процессе проведения НИ при движении ИС по маршруту;

6) ВЧ ограничитель по уровню мощности 10 дБм (RF Limiter) — для защиты анализатора спектра от перегрузок в процессе проведения испытаний;

7) корпус, выполненный в виде компактного защитно-транспортировочного бокса, предотвращающий механические повреждения измерительных средств в процессе эксплуатации и транспортировки.

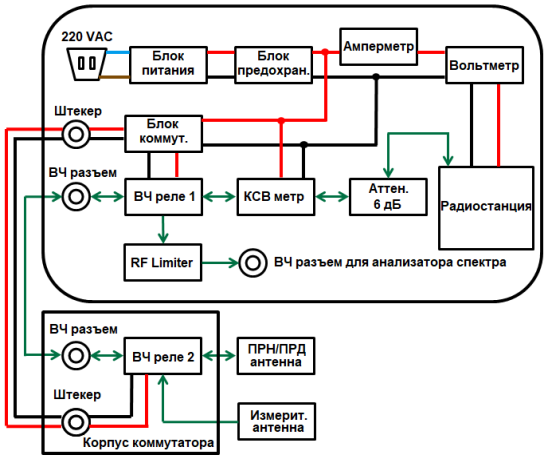


Рис. 1

3. Заключение

Разработанный стенд позволяет автоматизировать проведение НИ на стороне ИС, существенно снизить трудоемкость проведения таких испытаний и повысить повторяемость результатов.

4. Список литературы

[1] 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.
[2] Resolution IMO A.803(19).
[3] Resolution IMO A.801(19).

TEST BENCH FOR GMDSS AND VTS FULL-SCALE TESTING IN THE VHF RANGE

Kozub M. S., Vasilev D. V., Gromozdin V. V.
Scientific adviser: Gromozdin V. V.
TC Omega – branch NIIR, Russia

Abstract — The developed test bench for full-scale testing when confirming the boundary range of VHF radio communication of the A1 GMDSS marine area and VTS is considered.

ДОЗИМЕТРИЧЕСКИЙ ПРИБОР НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА *ARDUINO NANO*

Смаилов С. Ф., Бузо С. С., Поляков А. Л.
Научный руководитель: канд. техн. наук, с. н. с. Поляков А. Л.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: BelkaSqiroll@gmail.com

Аннотация — В докладе представлен вариант схемотехнического решения бытового дозиметрического прибора с максимально простым управлением и отображением данных на основе микроконтроллера Arduino Nano.

1. Введение

Атомная энергетика занимает одно из ведущих ролей в мировом энергетическом кластере. В свою очередь, развитие и всестороннее применение ядерной энергии привело к проблеме повышения радиационного фона. Поэтому с целью обеспечения безопасности стал вопрос контроля уровня радиации в местах размещения ядерных объектов, а, так же, в местах компактного проживания населения.

На сегодняшний день существует целый ряд специализированных приборов радиационного контроля, в том числе и бытового назначения. Относительно дешевые бытовые дозиметры представляют собой старые модели, которые не обеспечивают должной точности измерения. Абсолютно удовлетворяющим критерию «цена-точность-компактность» является разработанный бытовой дозиметр.

2. Основная часть

Самой важной частью дозиметра является счётчик Гейгера. Для проекта был выбран счётчик Гейгера — Мюллера СБМ-20 [1]. Датчик способен регистрировать β и γ излучение, чувствительность — от 60 имп/мкР до 75 имп/мкР, максимальная скорость счёта составляет 4000 имп/с. Счётчик питается от напряжения 400 В, планируется использовать устройство с питанием от аккумулятора или от батареи, поэтому необходимо сделать схему повышающего DC/DC преобразователя. Для разрабатываемого дозиметра было решено сделать два варианта схемы питания: на основе блокинг-генератора, и на основе микросхемы MC34063[2]. На рис. 1 изображена схема питания микросхемы MC34063.

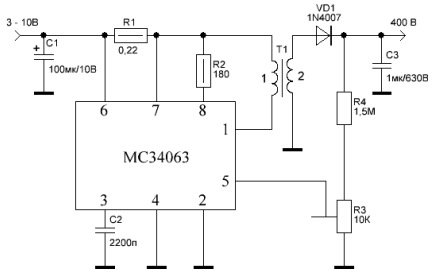


Рис. 1

Напряжение питания может быть от 3 В до 10 В. Трансформатор Т1 намотан на ферритовом кольце внешним диаметром 28 мм (можно от 20 до 30 мм), с магнитной проницаемостью не менее 2000. Сначала мотается 400 витков вторичной обмотки проводом ПЭВ 0,12, потом — 20 витков первичной обмотки проводом ПЭВ 0,43. Выходное напряжение устанавливается подстройкой резистора R1. На рис. 2 изображена схема преобразователя на блокинг-генераторе.

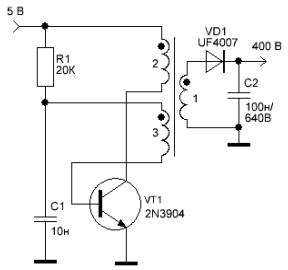


Рис. 2

Трансформатор мотается на ферритовом сердечнике с магнитной проницаемостью не ниже 2000, сначала мотается 400 витков первичной обмотки проводом ПЭВ 0,12, потом мотаются 2 и 5 витков вторичной обмотки проводом ПЭВ 0,6. Изменение напряжения достигается изменением резистора R1.

Трубка запитывается высоким напряжением через нагрузочный резистор номиналом 5 МОм. Импульсы с датчика имеют напряжение более 50 В и подается на транзисторный ключ, который уже генерирует нужные для Arduino импульсы с амплитудой 5 В. Схема показана на рис. 3.

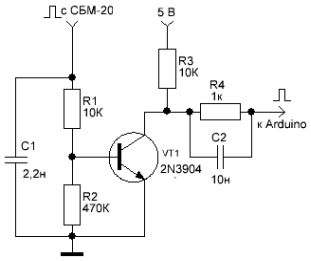


Рис. 3

3. Заключение

Предложены два варианта схемы питания датчика радиации для бытового дозиметра, представлена схема для подачи импульсов с датчика на цифровой вывод микроконтроллера Arduino. В дальнейшем нужно сделать схему с микроконтроллером и написать код работы дозиметра.

4. Список литературы

[1] MC34063a-d [Onsemi] [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.onsemi.com/pdf/datasheet/mc34063a-d.pdf.
[2] СБМ-20 Параметры и характеристики [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.istok2.com/data/2398.

DEVELOPMENT OF DOSIMETRIC DEVICE

Smailov S. F., Buzo S. S., Polyakov A. L.
Scientific adviser: Polyakov A. L.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the report, a variant of the circuit design of a household dosimetric device with the simplest possible control and data display based on the Arduino Nano microcontroller is presented.

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ПРОВОДИМОСТИ ГРАФИТОВОГО СТЕРЖНЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ РАЗЛИЧНЫХ ПРИМЕСЕЙ

Шевченко Е. Р., Егоров В. В.
Научный руководитель: Егоров В. В.
Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет), Россия
E-mail: liza_lansy@mail.ru

Аннотация — Разработан миниатюрный экспериментальный стенд и проведены эксперименты, показавшие влияние тех или иных примесей на электропроводность графитового стержня. На основании полученных зависимостей сделаны выводы о целесообразности дальнейших более широких исследований.

1. Введение

Графит, являющийся одной аллотропных модификаций углерода, представляет собой слоистую кристаллическую решетку, в которой один электрон остается негибридизированным, за счет чего он способен проводить электрический ток.

Так же по своей природе графит является апротонным растворителем и способен вбирать внутрь своей кристаллической структуры (между слоями кристаллической решетки) различные вещества. При этом степень электропроводности графита с примесями различна в ту или иную сторону.

2. Основная часть

Целью работы была проверка гипотезы о том, существует ли техническая возможность оценки концентрации определенных веществ в растворе, которым пропитывается графитовый стержень. Для этого был сконструирован прибор, формирующий зондирующий сигнал на различных частотах и измеряющий получающийся ток в графитовом стержне.

В качестве графитового стержня был использован карандашный грифель длиной 0,1 м и с поперечным сечением 3,14 квадратных миллиметра типа 9М. По химическому составу в грифелях 9М наибольшее содержание графита, а остальные примеси было принято считать достаточно химически пассивными для внесения в эксперимент значительных погрешностей.

Далее графитовый стержень пропитывался исследуемым раствором и оценивалась его электропроводность на различных частотах.

Структурная схема прибора приведена на рис. 1.

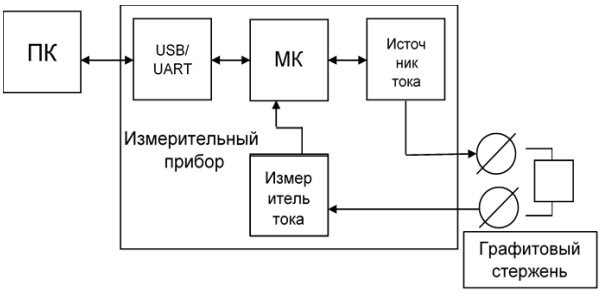


Рис. 1

В результате проведенного эксперимента были получены зависимости, характеризующие влияние примесей на проводимость графитового стержня.

В частности, для некоторых растворов глюкозы, а точнее 5, 8 и 13 мкмоль/литр, эксперимент показал увеличение электрического сопротивления графитового стержня с ростом концентрации.

Полученные зависимости представлены на рис. 2.

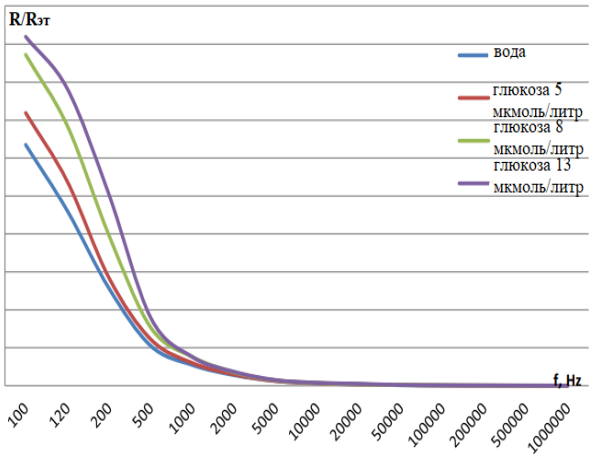


Рис. 2.

3. Заключение

Полученные экспериментальные результаты представляют интерес для дальнейших исследований в данном направлении, так как на их основе могут быть разработаны различные приборы, в том числе, медицинского назначения.

4. Список литературы

[1] Коллонг, Р. Нестехиометрия / Р. Коллонг. — М., 1974. — 203 с.
[2] Новиков, Ю. Н. Успехи химии / Ю. Н. Новиков, М. Е. Вольпин. —1971. — Т. 40. — № 9. — С. 1568—1592.
[3] Кулова, Т. Л. Отрицательные электроды литий-ионного аккумулятора, толерантные к влажности электролита / Т. Л. Кулова, А. М. Скундин // УРАН Институт физической химии и электрохимии им. А.Н.Фрумякина РАН, Москва, Россия. — 2010.

EVALUATION OF CHANGES IN THE CONDUCTIVITY OF A GRAPHITE ROD UNDER THE INFLUENCE OF VARIOUS IMPURITIES

Shevchenko E. R., Egorov V. V.
Scientific advisor: Egorov V. V.
Moscow Aviation Institute
(National Research University), Russia

Abstract — A miniature experimental stand was developed and experiments were carried out that showed the effect of certain impurities on the electrical conductivity of a graphite rod. Based on the obtained dependencies, conclusions were drawn about the expediency of further broader studies.

СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СПЕКТРА И МОЩНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СВЕТОДИОДОВ

Евдокимов П. А., Широкова Е. И.
Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Широков И. Б.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: evdokimov@ieee.org

Аннотация — В работе описан стенд для исследования спектра и мощностных характеристик светодиодов, приведена его структурная схема, основные технические характеристики и интерфейс программного обеспечения.

1. Введение

В работе [1] описан интеллектуальный светильник для теплиц с возможностью индивидуальной настройки освещения для каждого растения. При создании такого фотосветильника особого внимания заслуживает подбор светодиодов, а именно выбор благоприятного для растений спектра и показателя плотности фотосинтетического фотонного потока.

2. Основная часть

В рамках данной работы описан стенд для исследования таких параметров светодиодов, как относительное спектральное распределение оптического излучения и энергетической освещённости (ФАР облучённости) [2]. При этом параллельно измеряется температура окружающей среды для определения влияния температуры на работу исследуемого светодиода, а также измеряется проходящий через него ток, падение напряжения и расстояние от светодиода до спектрофотометра. По измеренным значениям рассчитывается плотность фотосинтетического фотонного потока и потребляемая мощность.

Структурная схема стенда приведена на рис. 1.

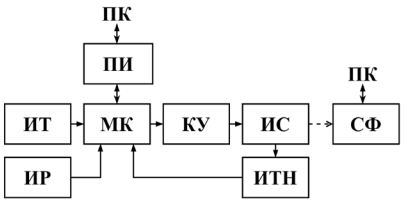


Рис. 1

В состав стенда входят: микроконтроллер ATmega328P (МК), спектрофотометр «ТКА-Спектр» (СФ), измеритель температуры (ИТ), реализованный на микросхеме DS18B20, измеритель расстояния (ИР) в виде энкодера с колесом, вмонтированным в держатель исследуемого светодиода (ИС), коммутационное устройство (КУ) для управления светодиодом при помощи ШИМ сигнала с выхода микроконтроллера, измеритель тока и напряжения (ИТН) на микросхеме INA219 и преобразователь интерфейса TTL-USB (ПИ), реализованный на микросхеме CP2102.

Основные технические характеристики: предел измерений облучённости: (10 — 600 000) мВт/м^2 в диапазоне (400 — 790) нм, предел допустимого значения относительной погрешности измерения облучённости: не более 10 %, диапазон измеряемого напряжения: (0 — 26) В с относительной погрешностью: 0,2 %, диапазон измеряемой силы тока: (0 — 3,2) А с относительной погрешностью: 0,2 %, диапазон измеряемых температур: (–55…+125)° С с погрешностью ±0,5° С в диапазоне (–10…+85)° С.

Интерфейс разработанного приложения для визуализации полученных от МК данных представлен на рис. 2.

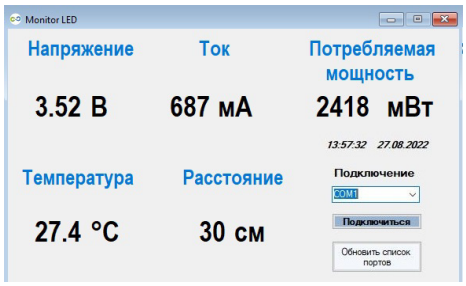


Рис. 2

На рис. 3 показан интерфейс ПО спектрофотометру.

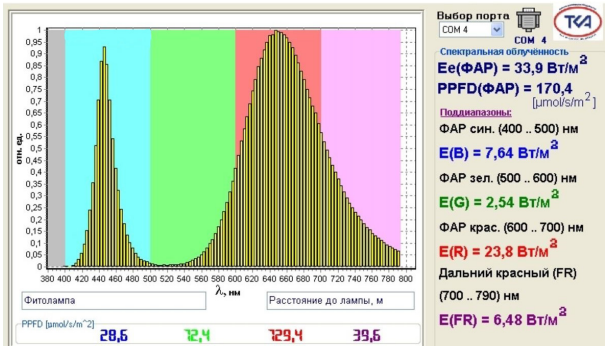


Рис. 3

3. Заключение

Предложен к рассмотрению стенд для исследования спектра и мощностных характеристик светодиодов. Результаты исследований, полученные при помощи стенда, позволят создать светодиодную матрицу с оптимальными параметрами для освещения растений.

4. Список литературы

[1] Разработка интеллектуального светильника для теплиц / П. А. Евдокимов [и др.] // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций. — 2021. — № 4. — С. 180.

[2] Спектрофотометр «ТКА-Спектр»(ФАР) [Электронный ресурс] / Научно-техническое предприятие «ТКА». — Режим доступа: https://www.tkaspb.ru/wpcontent/uploads/2021/05/ManualTKA-SpectrPAR.pdf.

STAND FOR STUDYING THE SPECTRUM AND POWER CHARACTERISTICS OF LEDS

Evdokimov P. A., Shirokova E. I.
Scientific adviser: Shirokov I. B.
Sevastopol State University, Russia

Abstract —In the paper, a stand for studying the spectrum and power characteristics of LEDs is described. Its block diagram, main technical characteristics and software interface are given.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭХО-СИГНАЛОВ ОБЪЕКТОВ РАДИОЛОКАЦИОННОГО НАБЛЮДЕНИЯ

Маленко В. А., Ганиш Ж. А., Поляков А. Л., Афонин И. Л.
Научные руководители: д-р техн. наук, проф. Афонин И. Л., канд. техн. наук, с. н. с. Поляков А. Л.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: wither_17@mail.ru

Аннотация — Формирование математической модели объекта основывается на определении зависимости обратного рассеяния объекта от поляризации падающей волны.

1. Введение

Одним из важнейших технических устройств на судне, обеспечивающих безопасность судовождения в сложных условиях обстановки (внешней среды), является судовой радиолокатор.

Современные судовые РЛС обладают значительными достоинствами в плане обнаружения и распознавания целей. Тем не менее, дистанционное наблюдение объектов в сложных метеорологических условиях сопряжено с серьезными трудностями.

Следовательно, разработка методов, позволяющих улучшить радиолокационную наблюдаемость объектов, является актуальной задачей.

2. Основная часть

Радиолокационные цели, как правило, представляют собой сложную конфигурацию отражающих элементов[3,4].

В случае нестационарного рассеяния при временной структуре падающей $E_{пад}$ (r, t) и рассеянной волн $E_{рас}$ (r, t), связь между ними обеспечивает оператор рассеяния или матрица рассеяния S ($K_{пад}$, r, ω, t).

Матрица рассеяния в полной мере описывает рассеивающие свойства объекта радиолокационного наблюдения при фиксированных условиях наблюдения, соответствующих направлению облучения $K_{пад}$, направлению наблюдения рассеянного поля r и частоты ω.

Формирование математической модели объекта заключается в определении зависимости характеристик обратного рассеяния объекта от поляризации падающей волны [1, 2].

Для связи между отраженными и излученными составляющими электромагнитной волны вводятся коэффициенты отражения $a_{m\,n}$.

При излучении волны с произвольной поляризацией, ее можно разложить на ортогональные составляющие и тогда процесс отражения запишется в виде:

$$\begin{bmatrix} E_{\text{гор}}^{\text{отр}} \\ E_{\text{верт}}^{\text{отр}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} E_{\text{гор}}^{\text{изл}} \\ E_{\text{верт}}^{\text{изл}} \end{bmatrix}.$$

Коэффициенты a_{11} и a_{22} характеризуют прямые, а a_{12} и a_{21} — перекрестные преобразования компонентов падающей волны в соответствующие компоненты отраженной волны. Модули этих компонент определяют изменение амплитуд, а аргументы — изменение фаз компонентов.

Матрица коэффициентов отражения $a_{11,}\, a_{12}$, a_{22}, a_{21} является поляризационной матрицей рассеяния объекта радиолокационного наблюдения, характеризующая его отражающие свойства и позволяющая определить параметры рассеянной в направлении РЛС электромагнитной волны.

Отражающие свойства морских объектов будем характеризовать с помощью матрицы Мюллера, которая состоит из 16-ти действительных вещественных коэффициентов:

$$\begin{bmatrix} M_{11} & M_{12} & M_{13} & M_{14} \\ M_{21} & M_{22} & M_{23} & M_{24} \\ M_{31} & M_{32} & M_{33} & M_{34} \\ M_{41} & M_{42} & M_{43} & M_{44} \end{bmatrix}.$$

Фактически коэффициенты матрицы представляют собой эффективную площадь рассеяния (ЭПР) σ при облучении объекта электромагнитной волной определенной поляризации. Тогда процесс отражения от объекта электромагнитной волны запишется в виде:

$$\begin{bmatrix} I_{\text{отр}} \\ Q_{\text{отр}} \\ U_{\text{отр}} \\ V_{\text{отр}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{13} & \sigma_{14} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \sigma_{23} & \sigma_{24} \\ \sigma_{31} & \sigma_{32} & \sigma_{33} & \sigma_{34} \\ \sigma_{41} & \sigma_{42} & \sigma_{43} & \sigma_{44} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} I_{\text{изл}} \\ Q_{\text{изл}} \\ U_{\text{изл}} \\ V_{\text{изл}} \end{bmatrix},$$

где I, Q, U, V — параметры Стокса излученной и отраженной волны; σ_{11} — σ_{44} — ЭПР при облучении объекта волной определенной поляризации.

3. Заключение

Таким образом, сформулирована математическая модель процесса отражения электромагнитной волны, излучаемой антенной судовой РЛС, от различных объектов, отличающихся своими физическими свойствами.

4. Список литературы

[1] Князь, А. И. Повышение эффективности эксплуатации судов путем совершенствования радиолокационного наблюдения объектов РЛС / А. И. Князь // «Энергетика судна: Эксплуатация и ремонт»: НТК 26—28.03.2014 г., Ч. 2. — Одесса : ОНМА, 2014. — С. 62—65.

[2] Абрамов, В. В. Электродинамическая модель помехи от гидрометеоров / В. В. Абрамов // Вопросы радиоэлектроники. — Вып. 15. — 1981. — С. 42—97.

[3] Катенин, В. А. Навигационное обеспечение судовождения / В. А. Катенин, В. И. Дмитриев. — М. : НКЦ «Академкнига», 2006. — 372 с.

[4] Морозов, А. В. РЛС в судовождении / А. В. Морозов. — Одесса, 2013. — 464 с.

THE MATHEMATICAL MODEL OF ECHO-SIGNALS OF RADAR OBSERVATION OBJECTS

Malenko V. A., Ganish J. A., Afonin I. L., Polyakov A. L.
Scientific advisor: Afonin I. L., Polyakov A. L.
Sevastopol State University, Russian Federation

Abstract — The formation of a mathematical model of an object is based on determining the dependence of the backscattering of the object on the polarization of the incident wave.

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЦЕНТНОГО СОДЕРЖАНИЯ ВОДЫ В СМЕСИ ДИЭЛЕКТРИК-ВОДА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

Широкова Е. И., Евдокимов П. А., Широков И. Б.
Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Афонин И. Л.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: shirokova@ieee.org

Аннотация — Представлена схема устройства определения процентного содержания воды в смеси диэлектрик-вода. Приведено описание работы устройства.

1. Введение

Способ определения процентного содержания воды в смеси диэлектрик-вода при использовании различных диэлектриков относится к области электрических измерений неэлектрических величин и может быть использован для контроля содержания воды в жидких смесях типа диэлектрик-вода или во влажных смесях. Способ может быть использован в составе аналитическо-измерительных комплексов непрерывного контроля параметров смеси в системах автоматического управления технологическими процессами.

2. Основная часть

Устройство для определения процентного содержания воды в смеси диэлектрик-вода при использовании различных диэлектриков содержит генератор микроволновых колебаний (ГМК), микроволновый направленный ответвитель (МНО), генератор низкочастотных колебаний(ГНК), излучающую микроволновую антенну (ИМА), микроволновый смеситель (МС), усилитель-ограничитель (УО), линейный детектор (ЛД), фазовый детектор (ФД), первый аналого-цифровой преобразователь (АЦП1), второй аналого-цифровой преобразователь (АЦП2), вычислительное устройство (ВУ), приемную микроволновую антенну (ПМА), управляемый микроволновый фазовращатель (УМФ).

Микроволновые колебания с выхода ГМК подают на вход МНО. Ослабленный сигнал подают на вход излучающей микроволновой антенны, которая первично излучает эти микроволновые колебания через слой контролируемой смеси в направлении приемной микроволновой антенны.

Далее принятые микроволновые колебания подают на сигнальный вход управляемого микроволнового фазовращателя, на управляющий вход которого подают сигнал генератора низкочастотных колебаний. В УМФ в микроволновые колебания вносится фазовый сдвиг, с периодом равным $T = 1/F$.

Трансформированный сигнал подают на второй вход МС, на первый вход которого подают ослабленные исходные микроволновые колебания. В МС осуществляют гомодинное преобразование частоты. Преобразованный сигнал ограничивают по амплитуде в усилителе-ограничителе и подают на первый вход фазового детектора, на второй вход которого подают сигнал с выхода ГНЧ.

На выходе фазового детектора получают напряжение постоянного тока, которое подают на АЦП2 и получают цифровой код, отображающий точное значение разности фаз в пределах одного фазового цикла. Этот код вводят в вычислительное устройство через его второй вход и по калибровочной кривой определяют точное значение содержания воды в нефтепродукте.

Параллельно низкочастотный сигнал с выхода МС выпрямляют ЛД и на его выходе получают напряжение постоянного тока. Это напряжение подают на вход АЦП1, где его оцифровывают и вводят также в ВУ через его первый вход. Результаты этого преобразования сравнивают в ВУ. По результатам сопоставления для данного уровня содержания воды в смеси выбирают из памяти ВУ кривую, для которой наблюдается наиболее близкое соответствие текущих показаний АЦП2 текущему уровню содержания воды в смеси диэлектрик-вода.

На рис. 1 показана схема данного устройства.

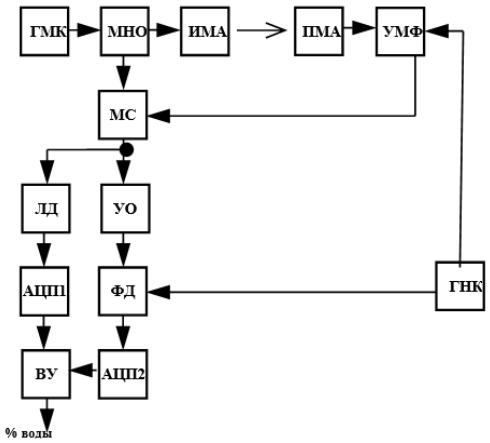


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, исследована схема устройства определения процентного содержания воды в смеси диэлектрик-вода при использовании различных диэлектриков. Проведен обзор работы устройства.

4. Список литературы

[1] Способ определения процентного содержания воды в смеси диэлектрик-вода при использовании различных диэлектриков / И. Б. Широков, И. И. Марончук. — Патент РФ № 2690952 МПК G01N 22/00, G01N 22/04 № 2018133066 от 17.09.2018.. Опубл. 07.06.2019 Бюл. № 16.

METHOD FOR DETERMINING THE PERCENTAGE OF WATER IN A DIELECTRIC-WATER MIXTURE USING VARIOUS DIELECTRICS

Shirokova E. I., Evdokimov P. A.,
Shirokov I. B.
Scientific advisor: Afonin I. L.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A diagram of a device for determining the percentage of water in a dielectric-water mixture is presented. The description of the device operation is given.

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖАНИЯ МИКРОКЛИМАТА В ПОМЕЩЕНИИ

Миць Р. С., Шевченко Н. В., Ломоносов С. Е.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: aezakmi_rpg@mail.ru

Аннотация — Предложена функциональная схема системы поддержания микроклимата в помещении.

1. Введение

В последние годы в связи с различными факторами (экология, климат, загрязнения воздуха, воды и т.п.) люди все чаще прибегают к различным методам обеспечения в помещениях комфортной среды для работы и жизни.

Поддержание комфортных параметров микроклимата в офисном помещении является одним из ключевых факторов, влияющих на здоровье работника, а также на его производительность.

2. Основная часть

Устройство содержит в себе электромагнитный клапан, интерфейс управления, вентилятор, кондиционер, увлажнитель, дисплей, интерфейс управления, датчики (температуры, влажности, давление, скорости воздуха), блока управления и блока питания.

Структурная схема предполагаемого устройства изображена на рис. 1.

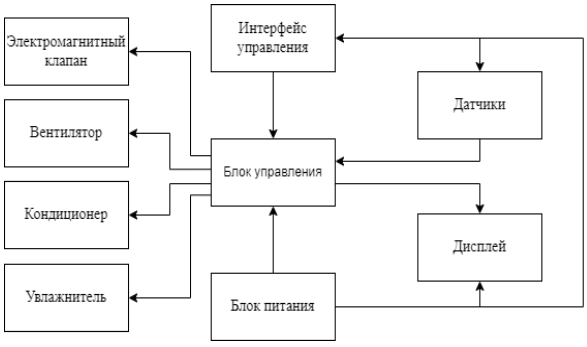


Рис.1

Электромагнитный клапан — устройство, предназначенное для управления водяным отоплением, встраивается в разрыв трубы, подающей в систему отопления горячую воду, в нормальном положении открыт, благодаря этому исключается возможность критического понижения температуры внутри помещении в зимней период.

Управляется путем подачи 220 В на его выводы. В случае подачи 220 В происходит закрытие привода и происходит отключение системы отопления, что позволяет снизить температуру до заданных параметров.

При отключении питания клапан открывается и отопление работает в обычном режиме.

Вентилятор предназначен для регулировки циркуляции воздушных масс внутри помещения. Может быть, как приточным, так и вытяжным.

Кондиционер необходим для снижения температуры воздуха внутри помещения до заданных параметров.

Увлажнитель служит для повышения уровня влаги в помещении, а также очистки воздуха. За счет наполнения воздуха водяными парами происходит повышение влажности воздуха, а наличие фильтров позволяет в значительной мере очищать проходящий через него воздух.

Дисплей необходим для наглядного отображения информации в графическом виде. Он позволят отслеживать в режиме реального времени значения параметров микроклимата, считываемых с датчиков, а также устанавливать необходимый режимы работы устройства или изменять какие-то параметры в активном режиме. Включать и отключать вентилятор, тем самым проветривая помещения или управлять отоплением.

Интерфейсом управления являются кнопки, с помощью которых происходит установка необходимых значений параметров, режима работы устройства, а также переключение между экранами программы, для мониторинга тех или иных параметров микроклимата в данный момент.

Датчики температуры, влажности, давление, скорости воздуха необходимы для считывания соответствующих показателей для дальнейшей передачи их на блок управления, где они будут обрабатываться и в зависимости от программы контроллер будет давать сигнал на активацию того или иного климатического устройства.

Блок управления представлен микроконтроллером, который обеспечивает считывание данных с датчиков, для последующей их обработки, анализирует нажатие кнопок, для управления режимами работы программы. В нем хранятся режима работы устройства, параметры микроклимата, заданные пользователем. Он посылает сигнал на включение/выключение того или иного устройства в зависимости от полученных данных. Выполняет контроль всех функций системы.

3. Заключение

Предложена структурная схема системы поддержания микроклимата в помещении. Определены и описаны блоки необходимые для реализации устройства.

4. Список литературы

[1] Совет инженера [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://sovet-ingenera.com/umniy-dom/klimat-kontrol-dlya-doma.html/ (дата обращения 16.06.2022).

DEVELOPMENT OF A BLOCK DIAGRAM OF A SYSTEM FOR MAINTAINING INDOOR MICROCLIMATE

Mits R. S. Shevchenko N. V., Lomonosov S. E.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A functional scheme of the indoor microclimate maintenance system is proposed.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАБОТЫ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖАНИЯ МИКРОКЛИМАТА В ПОМЕЩЕНИИ

Миць Р. С., Шевченко Н. В., Ломоносов С. Е.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: aezakmi_rpg@mail.ru

Аннотация — Предложен алгоритм работы системы поддержания микроклимата в помещении.

1. Введение

В последние годы в связи с различными факторами (экология, климат, загрязнения воздуха, воды и т.п.) люди все чаще прибегают к различным методам обеспечения в помещениях комфортной среды для работы и жизни.

Поддержание комфортных параметров микроклимата в офисном помещении является одним из ключевых факторов, влияющих на здоровье работника, а также на его производительность.

2. Основная часть

При первом запуске устройства автоматически применяются настройки по умолчанию. На экране отображается дежурный экран с активным режимом (по умолчанию «Auto»), а также датой и временем (по умолчанию сброшены в нули).

Блок-схема алгоритма работы устройства изображена на рис. 1.

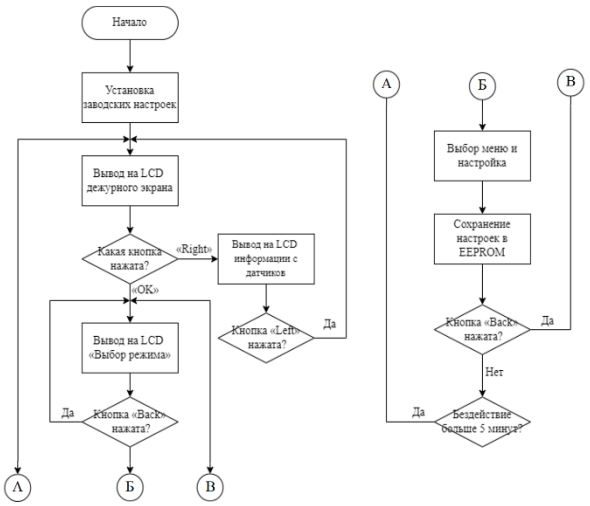


Рис. 1

Далее происходит опрос кнопки «OK» и если она нажата, то происходит переход в режим выбора меню, в данном устройстве таких меню три:

— включению/выключение автоматического режима работы системы;

— настройка ручного режима, включение/выключение отдельно отопления и вентилятора;

— настройка даты и времени.

Выбрав необходимое меню кнопкой «OK», программа открывает нам доступ к различным настройкам данного меню. После выполнения всех необходимых действий программа доходит до последнего подменю с настройками и происходит ожидание либо нажатия на кнопку «Back», для возврата на один уровень выше, либо через 5 минут выведет на LCD дежурный экран, сохранив при этом все настройки в энергонезависимую память, для того чтоб при отключении основного питания не сбрасывались настройки.

Алгоритм представленный в программе может повторяться бесконечное количество раз. При выполнении любых изменений в настройках программы новые значения сохраняются автоматически.

Включение автоматического режима позволяет программе активировать заранее подобранные параметры микроклимата при которых человек ощущает себя максимально комфортно.

После включения программа будет ожидать нажатия кнопки «Back», и при нажатии перейдет на предыдущий уровень меню. Нажатие кнопки «Right» приведет к переходу в меню «Ручной режим».

Режим установки даты и времени позволяет выставить правильные значения даты и времени. С помощью кнопок «Left» и «Right» происходит переключение между днем, месяцем, годом, а также минутами и часами.

Кнопка «OK» во всех случаях используется для увеличения выбранного параметра.

Кнопка «Back» позволяет выйти в предыдущее меню «Выбор режима» на всех параметрах, кроме «Год», в этом параметре данная кнопка позволяет уменьшить значение.

Такая особенность необходима для ситуации, когда оператор системы случайно выставит год, больше реального, а поскольку год может быть абсолютно любым, у данного значения нет верхнего предела, при котором происходит обнуление значения, как у остальных параметров.

3. Заключение

Предложен алгоритм работы системы поддержания микроклимата в помещении. Произвели описание основного алгоритма системы, а также основных режимов программы.

4. Список литературы

[1] АВОК [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=5113/ (дата обращения 16.06.2022).

DEVELOPMENT OF ALGORITHM FOR THE OPERATION OF INDOOR MICROCLIMATE MAINTENANCE SYSTEM

Mits R. S. Shevchenko N. V., Lomonosov S. E.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — An algorithm for the operation of the indoor microclimate maintenance system is proposed.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ПОМЕЩЕНИЯХ БОЛЬШОГО ОБЪЕМА

Буров Е. А., Заика Д. О., Ломоносов С. Е., Шевченко Н. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, с. н. с. Ломоносоов С. Е.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: lomnosSGY@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены существующие системы контроля температур в помещениях, определены основные недостатки. Разработана функциональная схема и сформулированы основные принципы размещения датчиков температур.

1. Введение

Электронная система контроля температуры подразумевает управление отдельными элементами, которые в свою очередь влияют на температуру там, где это необходимо. Область применения подобных систем многогранна от применения их в бытовой технике и системах «Умный дом» до применения в различных сложных технологических и производственных процессах

2. Основная часть

На первом этапе исследований авторами проведен обзор существующих систем. Определены основные недостатки, к числу которых относится отсутствие возможности контроля температур на всей площади больших помещений.

На следующем этапе разработана функциональная схема — это схема определяющая полный состав элементов и взаимосвязи между ними и, как правило, дающий полное представления о принципах работы разрабатываемого устройства [1]. Функциональная схема разрабатываемого устройства представлена на рис. 1.

Рис. 1

Для обеспечения подконтрольного времени работы исполнительного устройства (воздухоохладителя) необходимо выбрать способ управления мощной нагрузкой с помощью сигнала от МК, так как МК не может выдать на выходе напряжение более 5,5 В. Одним из способов решения поставленной задачи является применение электромагнитного реле.

В отдельном питании также нуждаются некоторые компоненты разрабатываемого устройства — это датчики температуры и дисплей. Напряжение питания датчиков температуры колеблется от 3,3 до 5,5 В. Напряжение питания дисплея составляет 5 В. Для их питания также будет использован блок питания на 5 В.

Расположение датчиков температуры имеет большое значение, так как температура в складских помещения является неоднородной и колеблется в разных участках помещения. Обычно перед установкой систем мониторинга температуры в складских помещения среднего и большого объема составляют температурную карту помещения [2].

Температурная карта помещений (рис. 2) необходима в первую очередь для обнаружения зон, в которых температура будет постоянно предрасположена к выходу за допустимые границы, и зон, где температура постоянно колеблется.

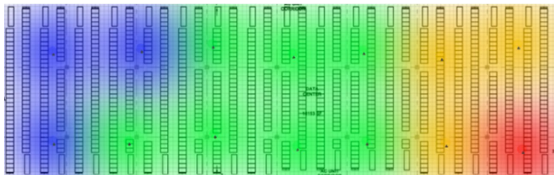


Рис. 2

После составления температурной карты помещения, исходя из выявления потенциально нежелательных зон, можно будет их контролировать и не допускать нарушения температурного режима.

3. Заключение

Таким образом, разработана структурная и функциональная схемы электронной системы контроля температуры, а также предложены принципы расположения датчиков температуры в помещениях большого объема.

4. Список литературы

[1] Горшков, Б. Л. Методы практического конструирования при нормировании сигналов с датчиков / Б. Л. Горшков, В. И. Силантьев. — СПб. : АВТЕЭКС СПб, 2000. — 63 с.
[2] Стефанов, Е. В. Вентиляция и кондиционирование воздуха / Е. В. Стефанов. — М. : АВОК СЕВЕРО-ЗАПАД, 2005. — 399 с.

DEVELOPMENT OF ELECTRONIC TEMPERATURE CONTROL SYSTEM IN LARGE-VOLUME ROOMS

Burov E. A., Zaika D. O., Lomonosov S. E., Shevchenko N. V.
Scientific adviser: Lomonosov S. E.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The existing temperature control systems are considered, the main disadvantages are identified. A functional scheme has been developed, and the basic principles of the placement of temperature sensors have been determined.

РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ И АЛГОРИТМА РАБОТЫ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ БОЛЬШИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Буров Е. А., Заика Д. О., Ломоносов С. Е., Шевченко Н. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, с. н. с. Ломоносов С. Е.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: lomnosSGY@mail.ru

Аннотация — Представлены принципиальные схемы устройства управления, системы ввода/вывода данных, модуля датчиков температур, а также обобщенный алгоритм работы системы контроля температуры больших помещений.

1. Введение

В логистических задачах, таких, как перевозка и хранение скоропортящихся продуктов, активно развиваются и набирают популярность различные системы мониторинга и контроля за температурой. Несоблюдение температурного режима при хранении продуктов питания влечет финансовые убытки, а также может нести вред здоровья дальнейшего потребителя. К сожалению, большинство существующих систем на рынке не предоставляют возможность полной автоматизации процесса контроля температуры при помощи автоматического управления охлаждающим оборудованием.

2. Основная часть

Основным элементом системы является устройство управления. На него возлагаются следующие задачи:

— обработка информации;
— прием сигналов от датчиков температуры;
— принятие решений;
— вывод и отображение информации.

В качестве устройства управления в разрабатываемом устройстве используется микроконтроллер от фирмы Microchip семейства AVR ATmega 16. Он является популярным и доступным, сравнительно дешевым, но в то же время достаточно высокопроизводительным устройством [1], обладает четырьмя полноценными портами ввода/вывода.

Программатором для используемого микроконтроллера предлагается использовать модификацию USB-ASP. Он поддерживается многими микроконтроллерами компании Microchip, в том числе и используемым.

В качестве устройства ввода (панель управления) предлагается использовать 5 кнопок.

Функционал каждой кнопки блока «панель управления» в разрабатываемом устройстве:

— 1 — «МЕНЮ» — отвечает за вход / выход из меню карусели датчиков;

— 2,3 — «ВВЕРХ», «ВНИЗ» — отвечают за управление карусели выбора датчиков и за настройку пороговых значений температуры;

— 4,5 — «ВЛЕВО», «ВПРАВО» — отвечают за переход для настройки пороговых значений температуры.

Для отслеживания температуры выбран цифровой датчик от компании DALLAS модель DS18B20. Данный датчик температуры имеет большой диапазон измеряемой температуры (–55…125) °С. Время измерения составляет (90…750) мс.

Обобщенный алгоритм работы разработанной системы представлен на рис. 1.

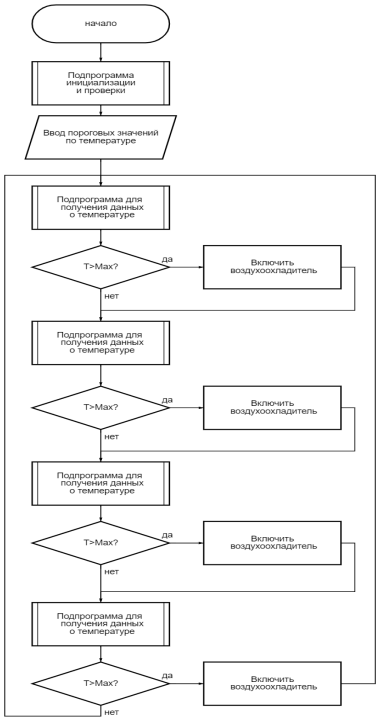


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, разработаны принципиальные схемы основных устройств системы и обобщенный алгоритм работы. Предложена оптимальная с точки зрения цены, надежности и качества элементная база для реализации системы.

4. Список литературы

[1] ATmega16/16L Datasheet [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.microchip.com/content/dam/mchp/documents/OTH/ProductDocuments/DataSheets/doc2466.pdf (дата обращения 05.04.2022).

[2] Измерение температуры. Аналоговые и цифровые датчики. Цифровой датчик DS18B20 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.rotr.info/electronics/mcu/thermal_sensor.htm (дата обращения 11.04.2022).

DEVELOPMENT OF SCHEMATIC DIAGRAM AND ALGORITHM FOR THE OPERATION OF LARGE ROOM TEMPERATURE CONTROL SYSTEM

Burov E. A., Zaika D. O., Lomonosov S. E., Shevchenko N. V.
Scientific adviser: Lomonosov S. E.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Schematic diagrams of the control device, data input/output system, temperature sensor module, as well as a generalized algorithm for the operation of the temperature control system of large rooms are presented.

ОЦЕНКА УЯЗВИМОСТИ АКТИВОВ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Ягнина О. А., Щербов И. Л.
Научный руководитель: Щербов И. Л.
Донецкий национальный технический университет, ДНР
E-mail: scherbov@yandex.com

Аннотация — Рассмотрен метод оценки уязвимости активов телекоммуникационных систем на основе рекомендации МСЭ-Т X.805. Предложен математический аппарат, который позволяет провести оценку уязвимости активов с целью принятия решения на организацию защиты.

1. Введение

Защита информации в телекоммуникационных системах (ТКС) с целью противодействия кибернетической преступности является составной частью обеспечения национальной безопасности. Решение данной задачи базируется на проведении детального анализа действующей ТКС и осуществлении оценки риска по обеспечению защиты уязвимостей активов от вероятных угроз.

Исходя из многообразия условий, которые необходимо учитывать при принятии решения на организацию защиты, на наш взгляд, целесообразно применение рекомендаций действующих международных стандартов.

2. Основная часть

В рекомендациях Международного союза электросвязи МСЭ-Т X.805 предложена архитектура защиты систем, обеспечивающих связь между конечными устройствами. Данная архитектура (рис. 1) позволяет провести детализацию составных частей ТКС с целью упрощения принятия решения, направленного на эффективное управление, контроль состояния и безопасное использование сетевой инфраструктуры, услуг и приложений [1].

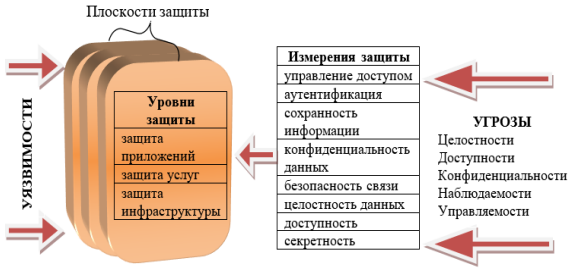


Рис. 1

Рассматриваемая архитектура систем защиты ТКС выделяет три плоскости защиты: управления, контроля, конечного пользователя. При этом в каждой плоскости, в соответствии с предназначением, выявляются активы, которые относятся к уровням: инфраструктуры, предоставляемых услуг, применяемых приложений.

Количественную оценку уязвимости конкретного актива ТКС от одной угрозы можно определить по формуле (1):

$$T_k = \frac{c_k + i_k + a_k + s_k}{4} z_k p_k , \qquad (1)$$

где c_k, i_k, a_k, s_k — коэффициенты, определяющие уровень уязвимости свойств активов (доступность, конфиденциальность, целостность и управляемость), определяются экспертами; p_k — весовой коэффициент, определяющий частоту появления конкретной угрозы из совокупности возможных угроз и вычисляется на основе анализа статистических данных или с использованием соответствующих методик; z_k — коэффициент, определяющий вероятность успешной защиты актива с помощью установленного средства защиты от угрозы p_k.

Эксперты на основании имеющихся знаний выставляют вероятностные оценки по 100-балльной шкале в соответствии с утвержденной методикой оценки [2].

Определение уязвимости актива от совокупности возможных угроз производим по формуле (2):

$$Q_l = \sum_{i=1}^{k} \frac{c_k + i_k + a_k + s_k}{4} z_k p_k . \qquad (2)$$

Определение общей оценки защиты совокупности активов — по формуле (3):

$$Q_p = \sum_{j=1}^{l} \sum_{i=1}^{k} \frac{c_k + i_k + a_k + s_k}{4} z_k p_k . \qquad (3)$$

3. Заключение

Рассмотренные в работе способы определения уязвимости активов ТКС от совокупности возможных угроз и определения общей оценки защищенности активов позволяют в количественной форме определить возможные риски для безопасности ТКС, принять решение на защиту с последующим отображением этого решения при отработке технического задания на реализацию системы защиты.

4. Список литературы

[1] МСЭ-Т X.805. Архитектура защиты для систем, обеспечивающих связь между оконечными устройствами. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?id=7024&lang=ru (дата обращения: 15.12.2020 г).

[2] Методика оценки рисков для активов информационно-телекоммуникационных систем / И. Л. Щербов // International Academy of Science and Higher Education «Development of technical sciences, building sciences and architecture in the context of the need of society alteration». — London : Published by IASHE, 2014. — P. 42—45.

VULNERABILITY ASSESSMENT OF TELECOMMUNICATION SYSTEM ASSETS

Yagnina O. A., Scherbov I. L.
Scientific adviser: Scherbov I. L.
Donetsk National Technical University, DPR

Abstract — The method of assessing the vulnerability of assets of telecommunication systems based on the Recommendation of ITU-T X.805 is considered. A mathematical method is proposed that allows assessing the vulnerability of assets in order to make a decision on the organization of protection.

РАЗРАБОТКА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ТЕСТЕРА ЛИНИИ СВЯЗИ

Катасонов Р. В., Козлов В. Н., Кузьменко В. А.
Научный руководитель: Кузьменко В. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: katasonov.roma@bk.ru, kva@student.su

Аннотация — Рассмотрены существующие универсальные тестеры линии связи. Проведен анализ функциональных особенностей универсальных тестеров линий связи. Описан механизм приема и обработки сигнала, улавливаемого тестером с места обрыва линии.

1. Введение

Целью доклада является подробный анализ и изучение существующих на сегодняшний день универсальных тестеров линий связи.

Для контроля состояния линий связи применяют кабельные тестеры, которые являются электронными устройствами. Они состоят из двух частей: генератора сигнала, то есть, передатчика, и детектора сигнала (приемника).

Кабельный тестер (трассоискатель) — устройство, предназначенное для проверки целостности и работоспособности различных коммуникаций передачи данных. Используется он в основном при монтаже и обслуживании локальных компьютерных и телефонных сетей, а также других каналов связи.

2. Основная часть

Кабельные тестеры делятся на три основных класса данных устройств. Это для базовой проверки кабеля, квалификационной и сертификационной.

Базовые тестеры состоят из двух частей, самого тестера и удаленного устройства для установки на обратном конце линии. Светодиоды для отображения информации могут находится на двух или на одной части. Принцип работы очень напоминает батарейку и лампочку: подается напряжение — лампочка горит. Соответственно вывод — мы подали напряжение на нужный проводник, и он цел.

Квалификационные кабельные тестеры в основном используются специалистами, которые сталкиваются с потерей пакетов данных и затухание сигнала в сети. Благодаря специальному встроенному в щуп генератору Тора, можно не только определять правильность подключения жил в кабеле, но и проверять их целостность, находить точку, в которой произошел обрыв (повреждение). Очень важная особенность — возможность отображать ошибку монтажа типа «расщепленная пара», которая не воспринимается простейшими тестерами за повреждение.

Сертификационные приборы по функционалу практически не отличаются от квалификационных, но распечатывают результаты своих исследований, и они принимаются на сертификации сети на категорию.

При разработке тестера линии связи (рис. 1), применен следующий комплект оборудования:

— приёмник, который обнаруживает переменное электрическое поле, возникающее по периметру проложенного кабеля;

— генератор, который выдает сигнал, проходит сквозь грунт и контактирует с кабелями и металлическими трубами;

— усилитель мощности, позволяющий увеличить амплитуду очень слабых входных сигналов;

— четырёхсегментная шкала для индикации уровня сигнала;

— пьезодинамик, воспроизводящий звуковую волну при зарядке или разрядке;

— микроконтроллер, который обеспечивает все необходимые функции приёма, обработки и управления диагностической информацией, как центральный, управляющий элемент в схеме.

Кроме разнообразных функций, микроконтроллер должен обладать достаточным количеством портов, так чтобы обеспечить работу со вспомогательными устройствами, иметь встроенный АЦП, а также *EEPROM* память, что позволит уменьшить количество элементов и стоимость разработки.

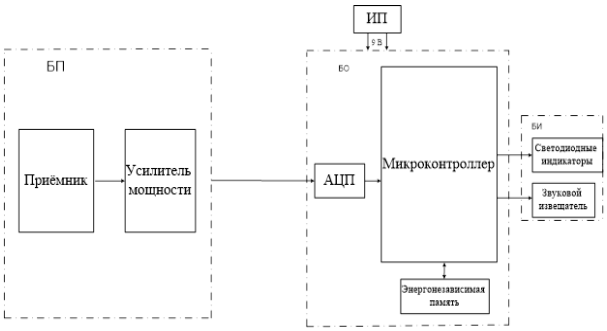


Рис.1

3. Заключение

Таким образом, решены следующие задачи:

— осуществлен обзор существующих универсальных тестеров линий связи;

— проведен анализ функциональных особенностей тестеров;

— разработана принципиальная схема многофункционального тестера линии связи.

4. Список литературы

[1] Технологии и кабельные измерения линий связи [Электронный ресурс] / Схема генератора приемника кабелеискателя. — Режим доступа: https://flukeshop.ru

[2] Схемы для радиолюбителей [Электронный ресурс] / Прибор для поиска обрывов в проводке. — Режим доступа: https://www.tool-electric.ru/2018/11/blog-post_15.html.

[3] Ревич, Ю. В. Занимательная микроэлектроника / Ю. В. Ревич. — М. : БХВ-Петербург, 2007. — 60 с.

DEVELOPMENT OF A MULTIFUNCTIONAL COMMUNICATION LINE TESTER

Katasonov R. V., Kozlov V. N., Kuzmenko V. A.
Scientific adviser: Kuzmenko V. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The existing universal communication line testers are considered. The functional features of universal communication line testers are analyzed. The mechanism of receiving and processing the signal captured by the tester from the point of line breakage is described.

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

МОДЕЛИРОВАНИЕ АСИММЕТРИЧНОГО КРИПТОАЛГОРИТМА RSA

Маргарян М. С., Бадалян Б. Ф.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Бадаля Б. Ф.
Национальный политехнический университет Армении, Армения
E-mail: agentben@rambler.ru

Аннотация — Рассмотрены вопросы надежной передачи информации по незащищенным каналам связи. Представлены принципы генерации криптографически сильных ключей шифрования/расшифрования алгоритма RSA. Приведены результаты моделирования криптоалгоритма RSA с возможностью выбора требуемой длины ключа.

1. Введение

Проблема защиты информации путем соответствующего преобразования, исключающего ее несанкционированное использование или модификацию злоумышленником, в настоящее время ощущается особенно остро, что обусловлено возрастающими информационными потоками, передаваемыми по телекоммуникационным системам.

На сегодняшний день проблема надежной защиты передаваемой по открытым каналам связи информации решается средствами симметричной или асимметричной криптографии. Разработано множество различных криптоалгоритмов, которые основаны на том или ином способе преобразования открытого текста в зависимости от секретного ключа шифрования.

2. Основная часть

В основе реализации симметричных криптосистем лежит идея сохранения в тайне ключа шифрования, одинакового для отправителя и получателя информации. Данные криптосистемы обладают высокой производительностью, однако их практическому применению мешает отсутствие недостаточно надежного механизма распределения секретных ключей [1].

Суть асимметричных криптосистем состоит в генерации каждым участником информационного обмена связанных между собой по определенному правилу пары ключей, один из которых используется для шифрования или проверки электронной подписи, другой — для расшифрования информации или формирования электронной подписи.

RSA — это асимметричный криптоалгоритм шифрования и электронной цифровой подписи, криптостойкость которой основывается на вычислительной сложности проблемы факторизации больших целых чисел.

Преобразование открытого текста M в криптограмму C осуществляется по формуле [2]:

$$C = M^e mod\ N,$$

где e — откртый ключ; $N = P \cdot Q$ — значение модуля; P и Q — два различных простых числа.

Принятая криптограмма расшифровывается с использованием секретного ключа получателя по формуле:

$$M = C^d mod\ N,$$

где d — значение секретного ключа.

На криптостойкость алгоритма RSA негативно влияют такие факторы, как использование одинаковых модулей N и ключей e, малые значения экспонент e и d, а также близкие значения чисел P и Q.

Для решения задачи факторизации больших целых чисел применяются такие современные алгоритмы, как метод непрерывных дробей, методы квадратичного решета и квадратичного решета в числовом поле, из-за которых криптоалгоритмы *RSA* с длинами ключей меньше 1024 бит уже не удовлетворяют требованиям информационных систем. Более предпочтительны ключи длиной 2048 бит и более, что позволяет предотвратить потерю 30 битов безопасности в год.

На рис. 1 показаны окна разработанной программы в режиме шифрования/расшифровки информационных сообщений.

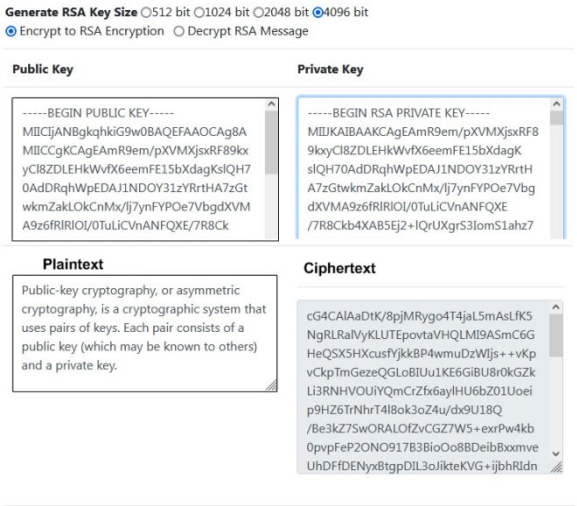


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, разработанное программное средство, в зависимости от требуемого уровня безопасности, осуществляет эффективную реализацию алгоритма *RSA*.

4. Список литературы

[1] Васильева, И. Н. Криптографические методы защиты информации: учебник и практикум для академического бакалавриата / И. Н. Васильева. — М. : Юрайт, 2017. — 349 с.
[2] Смарт, Н. Криптография / Н. Смарт. — М. : Техносфера, 2005. — 528 с.

SIMULATION OF ASYMMETRIC RSA CRYPTOGRAPHIC ALGORITHM

Margaryan M. S., Badalyan B. F.
Scientific adviser: Badalyan B. F.
National Polytechnic University of Armenia, Armenia

Abstract — The issues of reliable transmission of information over unprotected communication channels are considered. The principles of generating cryptographically strong encryption/decryption keys of the RSA algorithm are presented. The results of modeling the RSA crypto algorithm with the possibility of choosing the required key length are presented.

ИНТЕРПОЛИРОВАНИЕ ЦВЕТА В МНОГОСЛОЙНЫХ МАТРИЧНЫХ СЕНСОРАХ

Жбанова В. Л.
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, Россия
E-mail: vera-zhbanova@yandex.ru

Аннотация — В работе представлена методика интерполирования цвета пикселей матричного фотоприемника многослойной структуры, в одном сенсоре которого регистрируется сразу два основных цвета. Применение подобных систем позволяет значительно сократить время и объемы памяти при проведении интерполяции цветов цифрового изображения.

1. Введение

Интерполяция цвета — нахождение неизвестных для конкретного пикселя основных цветов. Простейшие алгоритмы интерполяции, называемые линейными, осуществляют интерполяцию с нахождением среднего значения основного цвета соседних пикселей (рис. 1, а). К этому классу относятся метод ближайшего соседа, билинейная и бикубическая интерполяции и др. Более сложные методы интерполяции анализируют изображение и адаптируют веса интерполяции для уменьшения размытия границ. Сложные методы требуют больших объемов памяти и времени обработки снимка. Поэтому для снижения этих показателей предлагается применять усовершенствованные многослойные сенсоры.

2. Основная часть

Представленный шаблон является гибридом пространственных систем цветоделения RGBG и многослойных систем цветоделения на основе кремния (рис. 1, б) [1]. Разработанный шаблон представлен двухслойными ячейками с комбинацией слоев: синий B и красный R, зеленый G и инфракрасный IR. Таким образом, 50 % чувствительной области принадлежит каждому основному цвету видимого и инфракрасного диапазона. Такая расстановка в равных долях позволяет получать информацию по каждому представленному спектру.

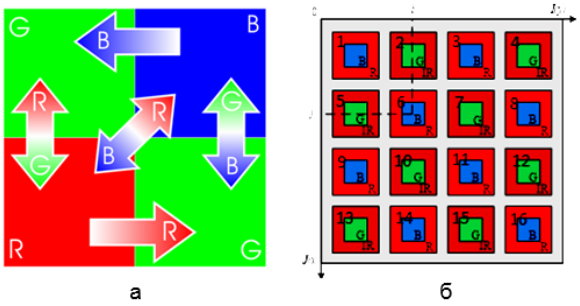


Рис. 1

На примере представленной структуры с ячейками регистрации видимого и ближнего ИК диапазонов применили изучаемые методы интерполяции: линейный, адаптивный и метод Кимеля. В зависимости от количества используемых переменных в уравнении, используя линейную интерполяцию, получаем более точные значения при использовании четырех известных значений, чем при использовании двух известных соседних ячеек.

Рассмотрим адаптивный метод, по примеру из источника [2], для предложенного шаблона. При интерполяции зеленого цвета по диагонали, предварительно необходимо найти B и R для ячеек 1, 3, 9, 11, что усложняет нахождения зеленого цвета. В методе интерполяции через зеленый цвет есть один недостаток, необходимо для 2, 4, 10, 12 ячейки интерполировать B и R. Поэтому для 7 ячейки лучше воспользоваться адаптивным методом.

В стандартном адаптивном методе используют 4 соседние ячейки для нахождения необходимого цвета. При нахождении значения G используется 4 соседние ячейки, что делает уравнение более сложным в расчете. Для этой же ячейки B и R найти можно только с использованием двух дополнительных ячеек. Это упрощает уравнения в 2 раза, а значит и скорость обработки изображения тоже увеличивается в 2 раза. При этом погрешность нахождения B и R через две дополнительные ячейки остается примерно такой, как и при нахождении G через 4 ячейки.

Проведено сравнение результатов исследования трех методов для разработанного шаблона и шаблона Байера. Были получены результаты, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Метод	Упрощение в раз
Линейная интерполяция	1,4
Адаптивный метод	2
Метод Кимеля	1,23

3. Заключение

Результаты исследования показывают сокращение количества формул при нахождении основных цветов для разработанного шаблона двухслойного сенсора в 2 раза при адаптивном методе. Подобный показатель является перспективным при разработке гибридных методов интерполирования, которые и далее позволят сократить алгоритмы вычисления.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 21-79-00012, https://rscf.ru/project/21-79-00012/

4. Список литературы

[1] Zhbanova, V. L. Multispectral matrix silicon photodetectors with the IR range registration / V. L. Zhbanova, Yu. B. Parvulyusov, V. A. Solomatin //Journal of Physics: Conf. Series. — 2020. — Vol. 1679. — №022039. — doi:10.1088/1742-6596/1679/2/022039.

[2] Gashnikov, M. V. Adaptive interpolation based on optimization of a decision rule in a multidimensional feature space / M. V. Gashnikov // Computer optics. — 2020. — T. 44, — No. 1. — p. 101—108.

COLOR INTERPOLATION IN MULTILAYER MATRIX SENSORS

Zhbanova V. L.
The Branch of National Research University "Moscow Power Engineering Institute" in Smolensk, Russia

Abstract — In the paper, a technique for interpolating the color of the pixels of a matrix photodetector of a multilayer structure, in one sensor of which two primary colors are recorded at once, is presented. The use of such systems can significantly reduce the time and amount of memory when interpolating the colors of a digital image.

МЕТОДЫ СИНТЕЗА МОДЕЛЕЙ ТРЕХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ ПО ИХ ИЗОБРАЖЕНИЯМ

Руденко М. П.
Донецкий национальный технический университет, ДНР
E-mail: m.p.rudenko@mail.ru

Аннотация — Предложен программный комплекс на основе алгоритма синтеза моделей трехмерных объектов по их изображению с использованием метода перспективных масштабов. Приведена проверка точности разработанного комплекса.

1. Введение

В настоящее время процесс восстановления трехмерной модели по изображениям является актуальной задачей компьютерного зрения. Он включает в себя два этапа: 1) распознавание объекта по изображению; 2) создание трехмерной модели. Активное использование трехмерной реконструкции с использованием иконографического материала в таких областях как архитектурное проектирование и реконструкция, археология, виртуальные музеи и т.д., подтверждает необходимость поисков более эффективных методов синтеза моделей трехмерных объектов по их изображениям, которые позволят сократить временные затраты при моделировании качественной модели.

2. Основная часть

Анализ существующих методов синтеза моделей трехмерных объектов по их изображениям показал, что они не в полной мере отвечают основным требованиям реконструкции, таким как качество получаемой модели, скорость генерации, возможность работы с ограниченным иконографическим материалом, возможность построения сложной по форме модели [1]. В результате был разработан программный комплекс на основе алгоритма с использованием метода перспективных масштабов, отличающегося высокой точностью построений при ограниченном количестве изображений, возможностью реконструкции кривых линий и поверхностей, а также умеренными потребностями в вычислительных ресурсах.

Проведено испытание программного комплекса для моделирования эталонного объекта, а также сделано сравнение с моделью, сгенерированной в фотограмметрическом редакторе Autodesk ReCap Photo.

Сравнение результатов моделирования показано на рис. 1 — 2.

Рис. 1

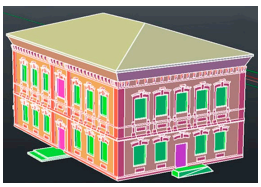


Рис. 2

Результаты эксперимента указаны в таблице 1.

Таблица 1

Основные характеристики	Autodesk ReCap Photo	Разработанный программный комплекс
Кол-во фотографий для первоначальной реконструкции	От 20 по периметру здания	1 или 2
Время фотографирования (час)	От 20 минут	—
Время генерации модели (час)	От 1 часа	От 1 до 3 мин на 1 блок (7), 1 мин на копирование 1 эл-та с вставкой (106)
Дальнейшая доработка модели (час)	Требуется (AutoCAD или 3DSMax), до 24 часов	В AutoCAD не требуется
Общее время	26 часов	2 — 4 часа

3. Заключение

Таким образом, выявлены следующие преимущества разработанного программного комплекса: полное управление процессом генерации экспертом; полученная модель не требует дальнейшего редактирования контуров; время генерации в ряде случаев может быть сокращено до 5 раз; возможность генерации с использованием одного изображения; соответствие натурным измерениям эталонного объекта.

Результаты применения разработанного программного комплекса приведены при виртуальной реконструкции частично или полностью утраченных памятников архитектуры г. Донецка по сохранившимся фотоизображениям времен Старой Юзовки [2].

4. Список литературы

[1] Руденко, М. П. Способы виртуальной реконструкции памятников архитектуры / М. П. Руденко // Системный анализ и информационные технологии в науках о природе и обществе, Донецк, ДонНТУ, 2015. — №1(8). — 2(9). — С. 110—117.

[2] Руденко, М.П. Виртуальная реконструкция утраченных памятников архитектуры с применением алгоритма синтеза моделей трехмерных объектов по их изображениям / М.П. Руденко // Искусственный интеллект: теоретические аспекты, практическое применение: материалы Донецкого международного научного круглого стола. ГУ ИПИИ. — Донецк, 2020. — С. 170—175.

METHODS FOR SYNTHESIS OF THE THREE-DIMENSIONAL OBJECTS FROM THEIR IMAGES MODELS

Rudenko M. P.
Donetsk Technical National University, DPR

Abstract — A software package based on the algorithm of synthesis of the three-dimensional objects based on their image models using the perspective scales method. Verification of the developed complex accuracy is given.

УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫЕ СРЕДСТВА (ТРЕНАЖЕРЫ) В ВОЕННО-МОРСКОМ ВУЗЕ

Палаев С. В.[1], Палаев И. С.[2], Лукичев В. А.[2]
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Палаев С. В.
[1]Севастопольский государственный университет, Россия
[2]Черноморское высшее военно-морское училище имени П. С. Нахимова, Россия
E-mail: spalaiev@yahoo.com

Аннотация — Рассмотрены вопросы внедрения в обучение специалистов военно-морских образовательных учреждений учебно-тренировочных средств (тренажеров).

1. Введение

Главной целью подготовки военно-морских офицеров-специалистов является выработка профессиональной компетентности на уровне, обеспечивающем уверенное выполнение ими должностных и специальных обязанностей с учётом условий, складывающихся в ходе повседневной деятельности флота и боевой обстановки. Будущий офицер должен быть психологически готов к выполнению функциональных обязанностей морской службы, к быстрому решению задач, связанных с ситуациями, возникающими в процессе служебной деятельности [1].

2. Основная часть

Подготовка курсантов к выполнению функциональных обязанностей должна предусматривать превращение всех экстремальных факторов морской службы в ожидаемые, знакомые, привычные [1].

Принятие на вооружение Военно-Морского Флота (ВМФ) кораблей новых классов и проектов, оснащенных новыми образцами вооружения и техники, предъявляет повышенные требования к экипажам. При этом остро стоит вопрос поддержания профессиональных навыков личного состава корабельных боевых расчетов по управлению маневрами корабля и применению оружия. Развитие компьютерной техники, обладающей неисчерпаемыми вычислительными ресурсами и возможностями графического представления информации, имеющей огромный модернизационный потенциал, определило необходимость и возможности создания учебно-тренировочных средств (тренажеров) подготовки специалистов для Военно-Морского Флота [2].

Так комплексный тренажер «Мостик 2000» установлен в Черноморском высшем военно-морском училище имени П.С. Нахимова в г. Севастополе в марте 2021 года (рис. 1).

Рис. 1

Комплексный тренажер «Мостик 2000» в высокой степени адаптирован к реальным условиям плавания, позволяет отрабатывать несколько операций, интегрировать в образовательный процесс разные типы обстановки. Тренажер позволяет максимально смоделировать приближенные к реальным условия, такие как глубины и течение, навигационные опасности, освещенность, погодные условия, интенсивность судоходства в районе плавания, береговую черту. Все это дает курсанту возможность досконально усвоить специфику плавания на различных типах кораблей в конкретном районе плавания, зоне ответственности конкретной военно-морской базы, районе пункта базирования (рис. 2) [1].

Рис. 2

3. Заключение

Обобщая и оценивая полученные результаты, можно сделать следующие выводы:

— тренажеры находят всё более широкое применение в профессиональном образовании;

— преимуществом подготовки специалистов на тренажерах в отличие от подготовки на реальных объектах, связанно с сокращение экономических и временных затрат на подготовки специалистов, экономия ресурсов штатных объектов, а также снижение риска негативных последствий, связанных с неправильными действиями. Но главное при использовании тренажеров появляется возможность многократно моделировать без риска различные критические и аварийные ситуации, которые воспроизвести на реальном объекте невозможно.

4. Список литературы

[1] Родионов, С. Использование тренажера «Мостик» для обучения курсантов / С. Родионов, С. Балыко // Морской сборник. — 2020. — № 11. — С. 69—73.

[2] Пурденко, А. Учебно-тренировочные средства (тренажеры) для подготовки курсантов / А. Пурденко [и др.] // Морской сборник. — 2021. — № 8. — С. 69—76.

TRAINING FACILITIES (SIMULATORS) AT THE HIGHER NAVAL SCHOOLS (INSTITUTES)

Palaev S. V.[1], Palaev I. S.[2], Lukichev V. A.[2]
[1]Sevastopol State University, Russia
[2]Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov; Russia

Abstract — The issues of introduction of training equipment (simulators) into the training of specialists of naval educational institutions are considered.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ВАХТЕННЫХ ОФИЦЕРОВ

Палаев С. В.[1], Палаев И. С.[2]
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Палаев С. В.
[1]Севастопольский государственный университет, Россия
[2]Черноморское высшее военно-морское училище имени П.С. Нахимова, Россия
E-mail: spalaiev@yahoo.com

Аннотация — Разработан электронный тренажера для подготовки вахтенных офицеров. Тренажер может быть использован в учебном процессе при проведении занятий в военно-морских училищах (институтах).

1. Введение

Для предотвращения столкновений кораблей и судов в открытом море необходимо предпринимать конкретные действия, направленные на снижение рисков столкновений. Одним из таких действий является грамотная работа вахтенного офицера и вахтенного офицера боевого информационного поста (БИП) (боевого информационного центра (БИЦ)) корабля.

Главным инструментом выступает манёвренный планшет, который предназначен для графического отображения и анализа обстановки [1].

При этом, достоинством работы на манёвренном планшете являются наглядность и возможность точно определить дистанцию кратчайшего сближения и время, когда цель будет на дистанции кратчайшего сближения, и как результат — опасную цель.

Недостатком работы на маневренном планшете трудоёмкость графических построений, что, в конечном итоге, занимает определённое количество времени.

2. Основная часть

Для устранения представленных выше недостатков и преобразования их в достоинства необходимо в полной мере использовать тренажёрную подготовку, в том числе применять программы на персональном компьютере.

И как результат был разработан электронный тренажёр для решения типовых задач тактического маневрирования [2].

На рис. 1 представлен внешний вид разработанного тренажёра, который имеет довольно удобную и легкую в использовании форму, и не требует специальной подготовки пользователя.

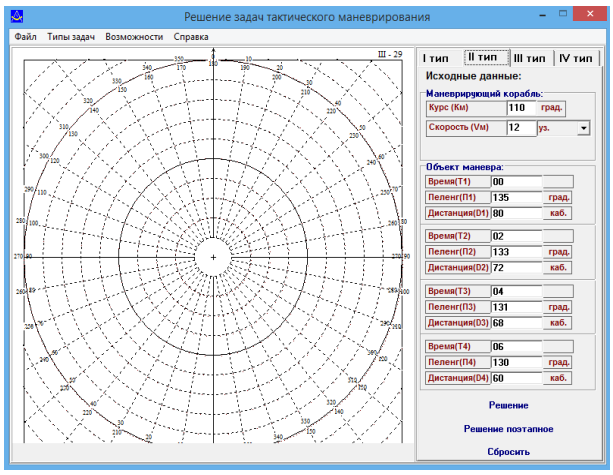


Рис. 1

Общий вид интерфейса тренажёра состоит из двух частей:

— манёвренного планшета, на котором происходит графическое вычисление задач;

— панели ввода данных, выбора типа вычислительной задачи, где пользователь вводит данные о нашем корабле (курс, скорость) и объекте манёвра (время, пеленга и дистанции).

Программа способна решать основные четыре типа задач тактического маневрирования:

— I тип: через какое время и на какой дистанции объект манёвра будет на заданном курсовом угле;

— II тип: определение элементов движения цели (курс и скорость цели);

— III тип: занятие и сохранение позиции;

— IV тип: расхождение с опасной целью.

3. Заключение

Рассмотрено решение задач тактического маневрирования на манёвренном планшете.

Выявлены основные достоинства и недостатки работы на манёвренном планшете.

Разработан электронный тренажёр для решения задач тактического маневрирования, который имеет возможность обучать, тренировать навыки вахтенных офицеров в решении задач, получая ответы, как в виде конечного результата, так и поэтапно.

Изучение таких классических дисциплин, как «Физика», «Математика», «Информационно-управляющие технологии», а также «Кораблевождение» по-прежнему остаётся актуальным и востребованным.

4. Список литературы

[1] Ковалев, А. Я. Основы тактического маневрирования кораблей / А. Я. Ковалев. — Севастополь : ЧВВМУ им. П.С. Нахимова, 1986. — 62 с.

[2] Санников, Е. В. Курс практического программирования в Delphi. Объектно-ориентированное программирование / Е. В. Санников. — М. : Солон-Пресс, 2013. — 188 с.

DEVELOPMENT OF AN ELECTRONIC SIMULATOR FOR TRAINING WATCH OFFICERS

Palaev S. V.[1], Palaev I. S.[2]
[1]Sevastopol State University, Russia
[2]Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov; Russia

Abstract — The electronic simulator has been developed for the training of watch officers. The simulator can be used in educational process, during the classes in higher naval schools (institutes).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

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

Аннотация — Рассмотрены возможности использования информационных технологий для поддержки дистанционного обучения. Обсуждается функционал сформированной системы.

1. Введение

Проводя обучение, студенту необходимо очень тщательно выбирать информацию и всегда пользоваться ресурсами, достоверность информации в которых не вызывает сомнений [1]. Для того чтобы решить данные проблемы, представляющие на данный момент особую актуальность, и для того чтобы рассмотреть возможности с проведением вебинаров, было проведено исследование, которое описано в данной работе. Цель работы связана с разработкой системы дистанционного обучения с применением системы "вебинар".

2. Основная часть

Очень значимым элементом, который имеет любая система, которая напрямую контактирует с пользователями, выступает интерфейс. Само создание проекта по графическому интерфейсу сайта, является организацией всех нужных компонентов, находящихся на странице, и созданием их внешнего отображения [2]. Был создан сайт системы дистанционного обучения с проведением вебинаров.

Чтобы хранить информацию в системы дистанционного обучения с проведением вебинаров, применяется база данных MySQL. Необходимо создание структуры базы данных, перед началом процесса программирования.

База данных названа «Smart» и включает в себя двенадцать таблиц: Данные о пользователе, Описание факультетов (департаментов), Сообщения пользователей, Новости проекта, Информация и настройки курса, Сопоставление курсов и групп пользователей, Информация по курсам и по их свойствам, Информация по лекциям и по их свойствам, Номера страниц лекций. Вопросы тестов, Итоги прохождения пользователем тестирования.

В основном модуле системы дистанционного обучения с проведением вебинаров собраны Интернет — приложения, которые поддерживают основной функционал системы. Модуль состоит из:

— графического интерфейса;
— авторизации пользователя;
— получения данных о пользователях;
— настройки пользователей;
— выхода из системы.

Для обеспечения возможности впоследствии модернизировать систему, использовался объектно-ориентированный подход, по которому программировались модели.

Все типы пользователей обладают правом передачи и получения сообщений. Это осуществляется выбором пункта "Сообщения", находящегося в главном меню. Число сообщений, которые пока не прочитал пользователь, указывается там же где и располагается ссылка, ведущая к странице, где находятся сообщения.

Эта страница представляет все данные, касающиеся сообщений пользователя - ФИО того, кто их отправил и сам текст. Кроме того, сообщениями можно управлять. Для ответа на принятое сообщение, необходим выбор соответствующей ссылки. Сделав это, пользователя переносят к странице того, кто послал сообщение.

Эта страница - "профиль пользователя". На ней находятся все данные о том, кто отправил сообщение, здесь же можно написать ответ на него. Хоть пользовательский профиль и схож с личной страницей, его формирование происходит по другой методике.

Вместе с разработкой курсов, преподаватель обязан их администрировать. Когда в СДО с проведением вебинаров появляется новый курс, администратором осуществляется его представление студентам для того чтобы они его изучили. Администратором курсов назначают выбранного преподавателя. Им может быть также и тот, кто разработал курс или любой из преподавателей. Когда назначается курс, то устанавливается срок, за который его необходимо пройти и после также пройти тесты по нему.

3. Заключение

Сформированная система дистанционного обучения с проведением вебинаров, представляет собой только стартовый этап реализации инновационных технологий в обучающие процессы. Когда будут проводиться последующие работы в этом направлении, то нужно принимать во внимание определенные требования конкретного ВУЗа. Например, довольно перспективным направлением можно считать реализацию технологии обучения, с использованием видео, что является последующим шагом развития системы дистанционного обучения.

4. Список литературы

[1] Преображенский, Ю. П. Медиакомпетентность современного педагога / Ю. П. Преображенский, Н. С. Преображенская, И. Я. Львович // Среднее профессиональное образование. — 2013. — № 12. — С. 43—45.
[2] Преображенский, Ю. П. Некоторые аспекты информатизации образовательных учреждений и развития медиакомпетентности преподавателей и руководителей / Ю. П. Преображенский, Н. С. Преображенская, И. Я. Львович // Вестник Воронежского государственного технического университета. — 2013. — Т. 9. — № 5-2. — С. 134—136.

THE USE OF INFORMATION TECHNOLOGY FOR SUPPORT DISTANCE LEARNING

Kurkina L. A., Preobrazhenskiy A. P.
Scientific adviser: Preobrazhenskiy A. P.
Voronezh Institute of High Technologies, Russia

Abstract — The possibilities of using information technologies to support distance learning are considered. The functionality of the formed system is discussed.

РАЗРАБОТКА ПОДХОДА К ДИСТАНЦИОННОМУ УПРАВЛЕНИЮ ОБЪЕКТАМИ

Грюкалов В. П., Преображенский А. П.
Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Преображенский А. П.
Воронежский институт высоких технологий, Россия
E-mail: komkovvivt@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрены возможности дистанционного управления объектами при управлении транспортными средствами. Сформированы основные компоненты системы, позволяющей определять оптимальные маршруты.

1. Введение

В настоящее время активным образом проводится развитие работ, связанных с повышением эффективности управления движением транспорта, уровня безопасности перевозок пассажиров на основе интеллектуальных технологий. Однако создание подобных систем требует решения ряда сложных научных проблем, среди которых можно выделить разработку алгоритмического обеспечения информационно-измерительных и управляющих систем, создание встраиваемых интеллектуальных средств для формирования оптимальных маршрутов и руководства водителем на маршруте [1]. Цель работы состоит в разработке предложений для интеллектуальных транспортных систем.

2. Основная часть

В алгоритмическое, а также метрологическое обеспечение комплекса управления для интеллектуальной транспортной системы, входят методические указания. Они дают возможность осуществить оптимизацию его параметров экономического, технического, а также эксплуатационного плана.

Очень важным, для увеличения безопасного передвижения на дорогах, является избрание путей передвижения транспортных средств (ТС), которое основано на дополненной карте цифрового типа, заполняемая информацией в динамическом режиме [2]. Здесь нами предложено решение, предполагаемое проведение маршрутизации, основываясь на критерии оценивающим эффективность, векторного типа. С его помощью оценивается в каком состоянии находятся дороги, каковы ситуация по авариям и условиям передвижения ТС по всей сети. Наилучший маршрут выбирается на основе компромиссного решения между его дальностью и безопасностью

Практическое значение данного комплекса состоит от того насколько точно и надежно будет найдено положение ТС при его перемещении. Были рассмотрены методические решения, позволяющие оптимизировать параметры ИИС по метрологии, при определении местонахождения ТС. Необходимо решить 2 основных задачи:

— выбрать, а также обосновать специальный показатель, дающий возможность произвести оценку того, насколько адекватными являются альтернативы по проекту;

— из существующих альтернативных вариантов необходимо выбрать наилучший. Соответственно, главной задачей формирования аппаратной части интеллектуальной системы, и комплекса управления, является выбор оборудования, позволяющего практически осуществить все функции, которые должны исполняться комплексом и которое будет наиболее эффективным по векторному критерию. По первому условию в рамках поставленной оптимизационной задачи, находятся границы относительно которых она решается. По второму условию определяется специфичность выбранного варианта, который обязан соответствовать ТТХ создаваемого оборудования. Такими ТТХ являются:

— величина общего объема изделия;

— его вес;

— стоимость;

— оценивание того, насколько эффективно функционирует объект.

Последний показатель считается формализованным в самой меньшей степени. Он определяется экспертами и представляет собой возможность оборудования реализовывать установленный функционал. При построении маршрута учитывалось 2 метода — использовать безусловный, а также условный критерии предпочтения. Если использовать первую методику, то мы можем гарантированно решить эту задачу, однако здесь нельзя найти один, наиболее лучший вариант. Если применить вторую методику, то можно существенно уменьшить число наилучших решений, поскольку здесь одни показатели по предпочтению учитываются выше других.

3. Заключение

Обоснован метод контроля безопасности маршрутов движения транспортных средств на основе расширенной цифровой карты с дополнительными динамически настраиваемыми слоями данных, позволяющими включать в число оценочных функций следующие показатели: качество состояния автомобильных дорог, аварийность на участках дорог и условия дорожного движения. Предложен принцип векторной оптимизации маршрута движения ТС с использованием метода последовательных уступок в сочетании с алгоритмами Дейкстры и Йена поиска путей в графе.

4. Список литературы

[1] Львович, Я. Е. Оптимизация структуры и функционирования комплексного транспортного предприятия / Я. Е. Львович, А. П. Преображенский, Ю. П. Преображенский // International Journal of Advanced Studies. — 2021. — Т. 11. — № 3. — С. 89—98.

[2] Львович, Я. Е. Об оптимизации системы перевозок на основе мониторинговой информации / Я. Е. Львович, А. П. Преображенский, Ю. П. Преображенский // International Journal of Advanced Studies. — 2020. — Т. 10. — № 2. — С. 38—47.

DEVELOPMENT OF AN APPROACH FOR REMOTE CONTROL OF OBJECTS

Gryukalov V. P., Preobrazhenskiy A. P.
Scientific adviser: Preobrazhenskiy A. P.
Voronezh Institute of High Technologies, Russia

Abstract — The possibilities of remote control of objects when driving vehicles are considered. The main components of the system, that make it possible to determine the optimal routes, have been formed.

ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ В ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Каширская Ю. А., Преображенский А. П.
Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Преображенский А. П.
Воронежский институт высоких технологий, Россия
E-mail: komkovvivt@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрены возможности обработки графической информации в информационно-телекоммуникационных системах. Показаны возможности улучшения различных изображений.

1. Введение

В настоящее время по сетевым структурам происходит передача большого числа различных изображений. Необходимо использовать соответствующие методы их обработки и распознавания. Цель работы состоит в разработке подхода, позволяющего проводить обработку изображений в информационно-телекоммуникационных структурах.

2. Основная часть

В качестве языка для разработки был выбран Python3, как наиболее подходящий для компактных проектов. Для реализации метода, использующего глубокое машинное обучение, использовалась библиотека TensorFlow. Соответственно менеджер сред разработки Anaconda и SDK Jupiter Notebook были выбраны как наиболее удобные для разработки на этом языке программирования. Для сетевых взаимодействий предполагается развёртывание Docker.

При помощи скрипта создаётся docker image. Это позволяет обеспечить наследование образов, а, следовательно, и простоту развертывания на любых серверах. Также поддерживается обработка ошибок. Зачастую в образах используется ОС Linux. После создания образа при помощи консольных команд на сервере разворачивается контейнер, и уже в нём запускается алгоритм нейросети.

Сверточная нейронная сеть (CNN) обучается на 1,3 Млн изображений из обучающего набора ImageNet, проверяется на первых 10 тыс. изображений в наборе проверки ImageNet и тестируется на отдельных 10 тыс. изображений в контрольном наборе. Она показывает количественные результаты в таблице 1 по трем показателям. Чтобы специально протестировать влияние различных функций потерь, CNN обучается и сравнивается с различными loss-функциями. Также сеть сравнивается с другими CNN, обученными в ImageNet, и некоторыми другими использованными подходами.

Для многих приложений, таких как графические, конечным критерием колоризации является то, насколько убедительно цвета выглядят для наблюдателя-человека [1]. Чтобы проверить это, был провели реальный и поддельный эксперимент с принудительным выбором двух альтернатив. Участникам эксперимента была показана серия пар изображений.

Каждая пара состояла из цветной фотографии рядом с перекрашенной версией, созданной либо алгоритмом, либо стандартным методом. Участников попросили нажать на фотографию, которая, по их мнению, содержала поддельные цвета, сгенерированные компьютерной программой.

Отдельные изображения с разрешением 256×256 показывались в течение одной секунды каждое, и после каждой пары участникам давалось неограниченное время для ответа.

Каждая экспериментальная сессия состояла из 10 практических испытаний (исключенных из последующего анализа), за которыми следовали 40 тестовых пар.

В ходе практических испытаний участникам была предоставлена обратная связь относительно того, был ли их ответ правильным или нет. В течение 40 тестовых пар не было получено никакой обратной связи.

На каждом сеансе одновременно тестировался только один алгоритм, и участникам разрешалось завершить не более одного сеанса. В общей сложности 40 участников оценивали каждый алгоритм.

Чтобы проверить, что участники были компетентны в этом задании, в 10 % испытаний настоящее изображение сравнивалось со случайным подходом из описанных выше. Участники успешно идентифицировали эти случайные раскрашивания как поддельные в 87 % случаев, что указывает на то, что они поняли задачу и были внимательны.

Поскольку модель обучалась с использованием “поддельных” изображений в оттенках серого, полученных путем удаления каналов ab из цветных фотографий, также был проверен метод на реальных черно-белых фотографиях. Было показано, что модель по-прежнему способна создавать хорошие цвета.

3. Заключение

Хотя раскрашивание изображений является сложной задачей компьютерной графики, это также пример сложной проблемы прогнозирования пикселей в компьютерном зрении. В работе было показано, что раскрашивание с помощью глубокого CNN и хорошо подобранной целевой функции [2] может приблизиться к получению результатов, неотличимых от реальных цветных фотографий.

4. Список литературы

[1] Головинов, С. О. Цифровая обработка сигналов / С. О. Головинов, С. Г. Мироненко, Е. В. Щепилов, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. — 2009. — № 4. — С. 64—65.

[2] Суворов, А. П. Особенности развития современных телекоммуникационных сетей / А. П. Суворов, А. С. Лесников // Вестник Воронежского института высоких технологий. — 2020. — № 1 (32). — С. 46—48.

IMAGE PROCESSING IN INFORMATION AND TELECOMMUNICATION SYSTEMS

Kashirskaya Yu. A., Preobrazhenskiy A. P.
Scientific adviser: Preobrazhenskiy A. P.
Voronezh Institute of High Technologies, Russia

Abstract — The possibilities of processing graphic information in information and telecommunication systems are considered. The possibilities of improving various images are shown.

ИЗУЧЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПАКЕТОВ ПРОГРАММ ДЛЯ БАЗОВОЙ ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Вильсон Н. Г.
Черноморское высшее военно-морское училище им. П. С. Нахимова, Россия
E-mail: nina0506@mail.ru

Аннотация — Развитие информационных технологий связано с интенсивным совершенствованием программных средств. Многие системы многократно упрощают вычисления сложных задач. Умение владеть такими программными средствами повышает работоспособность и сокращает время на поиск решения.

1. Введение

Курсанты в начале обучения знакомятся с численными методами решения задач разного уровня и из разных сфер функционирования человечества, и должны иметь представление о современных программах, которые помогают при вычислениях и предполагают под собой простоту в обращении и понимании.

Многие специалисты используют компьютерное моделирование для вычисления сложных задач, которые требуют точности, минимальной ошибки и решаются за приемлемое время.

2. Основная часть

Программные продукты, исходя из этих принципов, можно разделить на два вида: специальные и универсальные программы. Обучающиеся в высших учебных заведениях должны иметь представление как о специальных программах, так и о универсальных. Они понятны в использовании, дают минимальную ошибку и занимают доли секунды при вычислениях.

Сегодня наиболее известны математические пакеты как MathCAD, MatLab, Maple, Mathematica. Специальные системы — программы, которые используются в зависимости от профессиональной деятельности человека. В таких прикладных пакетах могут строиться схемы, таблицы, чертежи, электрические цепи и т.д.

Универсальные же системы представляют собой калькулятор, который может выполнять сложные математические действия и сразу выводить ответ на экран.

Для курсантов первого курса, при начальном освоении математических пакетов, проще использовать MathCAD. Им может пользоваться и программист, и обычный пользователь. Эта программа имеют простую структуру и понятный интерфейс.

К примеру, после базовой подготовки курсантов по дисциплинам математика и физика, обучающиеся могут применить полученные знания на практических занятиях по информатике, решая сложные задания.

Пусть дана задача решить дифференциальное уравнение 2-го порядка. В математике подобные задачи решаются методами Бернулли и Лагранжа.

В системе MathCAD есть для этого специальная встроенная функция — Odesolve(). С ее помощью можно построить графическое решение задачи, а дальше методом подстановки X вычисляется значение Y.

На рис. 1 проиллюстрировано решение дифференциального уравнения.

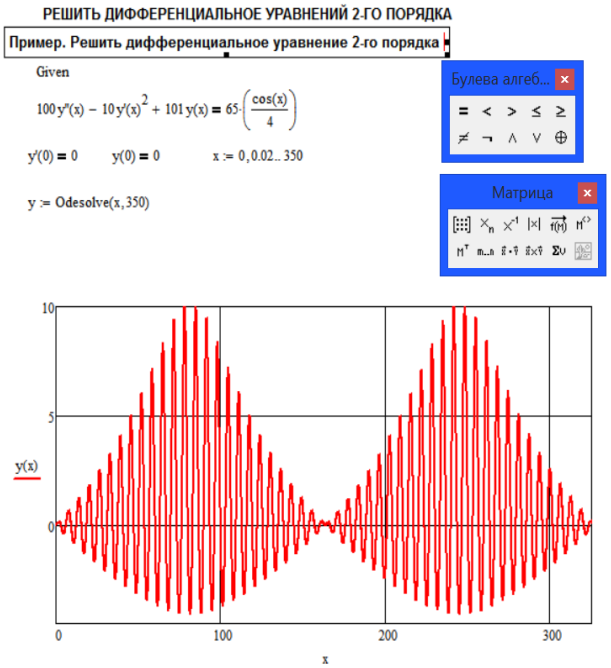


Рис. 1

В системе MathCAD есть много возможностей для решения задач разного профиля и уровня, например, панель математический анализ, программирование, символьные вычисления и т.д.

3. Заключение

В статье рассказывается про возможности математического пакета MathCAD. Приведен пример решения сложной математической задачи с использованием системы MathCAD.

4. Список литературы

[1] Новиковский, Е. А. Работа в системе MathCad. Учебное пособие. — Барнаул : Типография АлтГТУ, 2013. — 114 с.

STUDY OF MATHEMATICAL SOFTWARE PACKAGES FOR BASIC TRAINING OF CADETS OF MILITARY SPECIALTIES

Wilson N. G
Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov, Russia

Abstract — The development of information technologies is associated with the intensive improvement of software tools. Many systems greatly simplify calculations for complex tasks. The ability to own such software increases efficiency and reduces the time to find a solution.

РЕШЕНИЕ ПРОФИЛЬНЫХ ЗАДАЧ НА БАЗЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПАКЕТА ПРОГРАММ

Вильсон Н. Г.
Черноморское высшее военно-морское училище им. П. С. Нахимова, Россия
E-mail: nina0506@mail.ru

Аннотация — Поиск новых подходов к решению задач военно-прикладного характера актуальны и по сей день. Такие задачи требует и соответствующей подготовки, и достаточно большего количества времени на выполнение, для этих целей было разработано компьютерное моделирование.

1. Введение

Начиная с 90-х годов прошлого века широкую известность и заслуженную популярность приобрели так называемые системы компьютерной математики, или математические пакеты.

Сейчас эти системы получили широкое распространение не только в научных исследованиях, но и при решении широкого круга специализированных задач.

2. Основная часть

Решение задач с использованием компьютерного моделирования наиболее актуальное сейчас. Расширить полученные знания на естественно-научных дисциплинах можно с использованием средств MathCAD.

К примеру, задачу из курса физики узконаправленного характера — расчет параметров траектории полета неуправляемого объекта, без учета сопротивления воздушной среды, предлагается выполнить в системе MathCAD.

Даны условие задачи, что метательная машина производит пуск. Задан вектор начальной скорости объекта — модуль $V0$(м/с), и угол между этим вектором и горизонтом α (рад).

Принято допущение, что сопротивление воздушной среды можно не учитывать.

В результате работы необходимо:

— рассчитать полную горизонтальную дальность полета объекта;

— рассчитать максимальную высоту траектории полета объекта;

— рассчитать время полета объекта от точки выстрела до точки его падения;

— построить траекторию полета объекта.

Расчеты параметров траектории полета неуправляемого объекта происходят по формулам, которые курсанты изучают на дисциплинах «Математика» и «Физика».

Используя программу MathCAD, обучающиеся могут провести проверку своих вычислений, сделанных вручную и выполнить анализ данных по рассчитанным координатам.

Строиться график траектории по рассчитаны координатам из формул 1 и 2.

$$X(t) = V_0 \cdot t \cdot \sin\alpha, \quad (1)$$

$$Y(t) = V_0 \cdot t \cdot \sin\alpha - \frac{g \cdot t^2}{2}. \quad (2)$$

На рис. 1 показаны результаты вычислений, после применения формул для вычисления дальности полета, длительности и высоты полета.

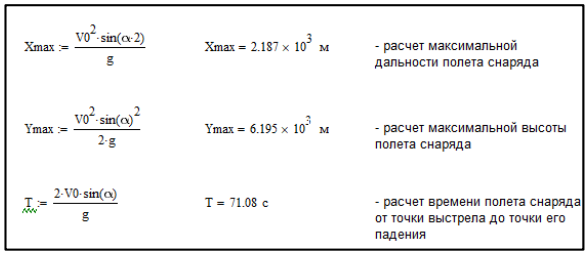


Рис. 1

Задав интервалы времени, через которые будет происходить поиск координат, строим график (рис. 2).

X(t) =	Y(t) =
0	0
310.744	3.021·10^3
621.488	5.041·10^3
932.232	6.061·10^3
1.243·10^3	6.08·10^3
1.554·10^3	5.098·10^3
1.864·10^3	3.115·10^3
2.175·10^3	131.615

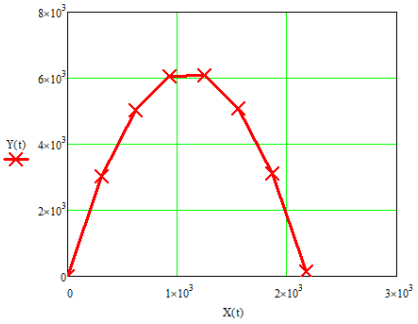


Рис. 2

3. Заключение

Использование компьютерного моделирования важны в наше время, особенно при решении задач профессиональной направленности. На ряду с освоением дисциплин таких как математика, физика можно проводить и изучение математических пакетов программ на дисциплине информатика.

4. Список литературы

[1] Новиковский, Е. А. Работа в системе MathCad. Учебное пособие. — Барнаул : Типография АлтГТУ, 2013. — 114 с.

SOLUTION OF PROFILE PROBLEMS ON THE BASIS OF MATHEMATICAL PROGRAM PACKAGE

Wilson N. G.
Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov, Russia

Abstract — The search for new approaches to solving problems of a military-applied nature is relevant to this day. Such tasks require both appropriate preparation and a sufficient amount of time to complete, computer modeling has been developed for these purposes.

СИСТЕМА МАШИННОГО ЗРЕНИЯ КОНТРОЛЬНО-ПРОПУСКНОГО ПУНКТА

Верещагин Т. А., Жильцов О. Г., Ходаковский А. А.
Научный руководитель: д-р техн. наук, доц. Широков И. Б.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: timurav869@gmail.com

Аннотация — Статья посвящена актуальной проблеме обеспечения безопасности учреждений с большим скоплением людей. Важной составляющей безопасности любого учреждения является контрольно-пропускной пункт, поэтому была разработана система, призванная улучшить качество его работы при помощи машинного зрения.

1. Введение

В современном мире происходят цифровизация и автоматизация. Данные веяния не могли пройти мимо производств общественных учреждений и других мест большого скопления людей. В таких местах важным является контроль количества человек, находящихся в данный момент в здании или на местности. Это необходимо не только в качестве контроля за посещением рабочих мест и контроля личности, но и для пожарной безопасности во время чрезвычайной ситуации.

У каждого человека есть уникальные черты лица, которые можно запомнить для решения этой задачи мы предлагаем использование камер, подключенных к системам с использованием машинного обучения и зрения.

2. Основная часть

В данный момент для решения этой проблемы часто используются системы на основе карт пропуска (RFID) [1]. Несмотря на это, недостатком системы является необходимость постоянного присутствия специально назначенного человека, следящего за использованием людьми пропускных карт.

Система, предложенная в данной статье, лишена данного недостатка, так как человек не может пройти не замеченным камерами, установленными на контрольно-пропускном пункте. При этом оно просто в установке и не требует дополнительных затрат на закупку ключ-карт. Благодаря современному развитию выросли не только скорость интернета, что позволит обрабатывать данные на сторонних серверах, но и созданы компактные вычислительные машины вычислительные мощности, которых достаточно для решения задач, что хоть и незначительно повышает стоимость, но увеличивает его отказоустойчивость из его необходимости всё время быть подключенным к сети интернет.

Рис. 1

Одной из таких вычислительных машин является мини компьютеры компании Raspberry Pi Foundation серии Raspberry Pi.

В небольшом размере и малом потреблении они предоставляют достаточную производительность для обработки видеопотока в реальном времени с использование инструментов машинного обучения. Также они обладают беспроводными интерфейсами Wi-Fi, Bluetooth, что позволит передавать данные в контролирующие сервера учреждения.

Данное решение является легко встраиваемым в существующие системы контроля учреждений так как в абсолютном большинстве уже установлено достаточное количество камер наблюдения, которые позволят не только определять входящих и уходящих людей, но и передавать руководству местонахождение неопознанных лиц, что позволяет увеличить безопасность учреждения и более точно следить за количеством людей, находящихся в учреждении.

Как набор инструментов для использования в методе описанном в данной статье предлагается использовать систему открытых библиотек OpenCV [2]. Использование данных библиотек позволит не только упростить и ускорить написание программного обеспечения, но и в большинстве случаев существенно улучшить работу многих алгоритмов благодаря работе над ней многих крупных мировых компаний.

3. Заключение

Использование современных методов обработки изображения позволит увеличить степень автоматизации одновременно с улучшением качества и количества получаемой информации о количестве и личностях людей в учреждении, что позволит увеличить безопасность в чрезвычайных ситуациях таких как пожар, а также собрать статистическую. информацию о посещении рабочих или учебных процессов, а также повысить эффективность и доходность многих протекающих процессов.

4. Список литературы

[1] Opencv [Электронный ресурс]ю — Режим доступа: https://github.com/opencv/opencv
[2] Михайлов, Л. А. Обеспечение безопасности образовательного учреждения / Л. А. Михайлов, Е. Л. Шевченко. — М. : Изд-во Academia, 2010. — 176 с.

CHECKPOINT MACHINE VISION SYSTEM

Zhiltsov O. G., Vereshagin T. A., Khodakovskiy A. A.
Scientific adviser: Shirokov I. B.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The article is devoted to the urgent problem of ensuring the safety of institutions with a large crowd of people. An important component of the security of any institution is a checkpoint, therefore, a system has been developed designed to improve the quality of its work with the help of machine vision.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ МОРСКОЙ СРЕДЫ МЕТОДАМИ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

Маврин А. С., Маврин С. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Маврин С. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: mavriny@mail.ru

Аннотация — В статье приводится исследование неоднородностей морской среды с использованием распознавания образов при помощи нейронных сетей.

1. Введение

В связи с многообразием определений неоднородности, в данной работе будет исследоваться одно – обнаружение и классификация объектов на подводных снимках, а именно данная работа будет сосредоточена на одном из важнейших подводных организмов – планктоне.

2. Основная часть

Обнаружение и распознавание планктона — это сложная область исследований, охватывающая несколько дисциплин, таких как обработка изображений, распознавание образов и компьютерное зрение.

В отличие от известных методов классификации планктона [1, 2, 3, 4] предлагается классификация планктона с помощью нейросети и методов извлечения признаков фильтра Габора. В данном методе применяется нейронная сеть с прямой связью и нейросеть MLP (многослойный персептрон). Система на основе этих методов разработана в среде программирования MatLab.

Алгоритм выделения признаков для предлагаемого метода состоит из двух основных этапов:

— локализация характерных точек;

— вычисление вектора признаков.

В программе помимо стандартных функций пакета MatLab и его библиотек, используются нестандартные функции, представленные свободными пользователями [5] и функции, генерируемые MatLab.apps:

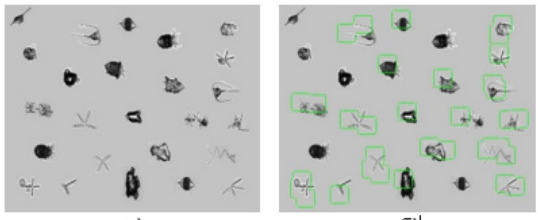
— fmincg из онлайн-курса Coursera “Машинное обучение”, предназначенную для минимизации непрерывной дифференциальной многомерной функции;

— gray2rgb от Джени Райан для преобразования из изображения в оттенках серого в цветное;

— filterRegions — созданное с помощью Image Region Analyzer app;

— createMask — созданное с помощью Image Segmentation App.

В нашей системе набор объектов, используемых для извлечения признаков фильтром Габора представляет собой набор изображения размером 81x54 пикселей, разбитых на 2 группы, в каждой из которых содержатся образы нескольких разных видов планктона. Размер изображений 81x54 пикселя был выбран после нескольких экспериментальных запусков готовой программы, показавших, что с увеличением размера образов наша реализация извлечения признаков Габора эффективней определяет признаки и что приводит к более точной классификации планктона. Однако, при слишком большом размере, начинает происходить резкое увеличение времени работы. Исходное сканируемое изображение представлено на рис. 1, а и на рис. 1, б представлен результат сканирования.



а) б)

Рис. 1

На рис. 1, б программа выделила только планктон, относящийся к видам «Amphidinium», «Bead», «Ceratium», «diatom flagellate», «Tintinnid».

В ходе работы был программно реализован алгоритм обнаружения и классификации планктона на изображении с помощью извлечения признаков фильтром Габора и нейронной сети MLP. Также реализованная программа была протестирована при разных условиях. Она показала достаточно хорошие результаты.

3. Заключение

Сферы применения разработанной программы могут быть различны. Изначально предполагается использование в сфере изучения планктона, а также в сфере изучения неоднородности морской среды по распределению видов планктона. При изменении обучающего набора изображений может использоваться и в других способах изучения неоднородности морской среды, требующих решения задачи поиска и классификации объектов.

4. Список литературы

[1] Zheng, H. Automatic plankton image classification combining multiple view features via multiple kernel learning / H. Zheng // BMC Bioinformatics. — 2017. — Vol. 18. — №. 16. — P. 570.

[2] Hu, Q. Automatic plankton image recognition with co-occurrence matrices and support vector machine / Q. Hu and C. Davis // Marine Ecology Progress. — 2005. — Vol. 295. — No 1. — P. 21—31.

[3] Sosik, H. M. Automated taxonomic classification of phytoplankton sampled with imaging-in-flow cytometry / H. M. Sosik and R. J. Olson // Limnology and Oceanography: Methods. — 2007. — Vol. 5. — № 2. — P. 204—216.

[4] Matas, J.C.O Robust wide baseline stereo from maximally stable extremal regions / J.C.O Matas, M. Urban, T. Pajdla // Image & Vision Computing. — 2004. — Vol. 22. — № 10. — P. 761—767.

INVESTIGATION OF HETEROGENEITIES OF THE MARINE ENVIRONMENT BY COMPUTER VISION METHODS

Mavrin A. S., Mavrin S. A.
Scientific adviser: Mavrin S. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the article, a study of heterogeneities in the marine environment using pattern recognition using neural networks is presented.

МИГРАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ДАННЫХ ИЗ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Кравец Р. А., Шнейдеров Е. Н.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Шнейдеров Е. Н.
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь
E-mail: ramankravets@mail.ru

Аннотация — Разработана система миграции образовательных данных из системы электронного обучения БГУИР, описаны возможные проблемы при реализации подобной системы и способы их решения.

1. Введение

Миграция образовательных данных из системы электронного обучения в хранилище данных с сопутствующей их трансформацией и очисткой позволяет производить анализ полученных данных: строить на их основе поведенческие модели различных совокупностей пользователей (групп студентов, преподавателей и т.п.).

В докладе описана разработка системы миграции образовательных данных для системы электронного обучения БГУИР, описаны возможные проблемы при реализации подобной системы и способы их решения.

2. Основная часть

Система миграции данных была разработана при помощи ETL-инструмента Apache NiFi. Проекты в Apache NiFi представляют собой набор «процессоров», занимающихся преобразованием и маршрутизацией данных, связанных друг с другом при помощи потоков данных [1].

Процесс миграции данных можно разделить на несколько этапов:

— загрузка данных о последних действиях в системе электронного обучения за заданный промежуток времени;

— валидация и очистка данных;

— получение дополнительных данных из системы электронного обучения (о пользователях, курсах, элементах и т.п.);

— трансформация данных в соответствии с тем, как они должны быть представлены в конечной базе данных;

— запись данных в хранилище;

— проверка целостности записанных данных, исправление обнаруженных ошибок.

Процесс загрузки данных о последних действиях в системе осуществляется из таблицы с логами системы. При этом при фильтрации данных следует использовать не временную метку (дату и время) прошлого запроса к базе данных СЭО, а уникальный идентификатор (первичный ключ) последней обработанной на прошлой итерации записи в логах. Подобная реализация позволяет избежать возможной потери данных, а также сильно увеличить скорость выполнения запросов к базе данных.

При валидации и очистке данных следует учитывать то, что некоторые данные могут быть неполными (удалённый пользователь, курс и т.п.).

Получение дополнительных данных и трансформация осуществляются с учётом структуры конечной базы данных. Её структура разрабатывается с учётом специфики последующего использования собранных данных. От этого зависит то, какие поля и таблицы необходимо включать в базу данных, а хранение каких будет избыточным и ненужным.

При реализации системы миграции данных необходимо также учитывать возможность различных сбоев в работе как самой системы, так и компонентов, с которыми она взаимодействует: базы данных системы электронного обучения и хранилища данных.

Для предотвращения потери данных в вышеописанных случаях, в конце выполнения каждой из итераций необходимо проводить проверку целостности данных, записанных в хранилище. При обнаружении каких-либо несостыковок следует проверить работоспособность всех компонентов, с которыми взаимодействует система, а также повторно запустить весь процесс, перезаписывая в хранилище данные, записанные во время проблемной итерации.

На рис. 1 представлена структура разработанной в Apache NiFi системы.

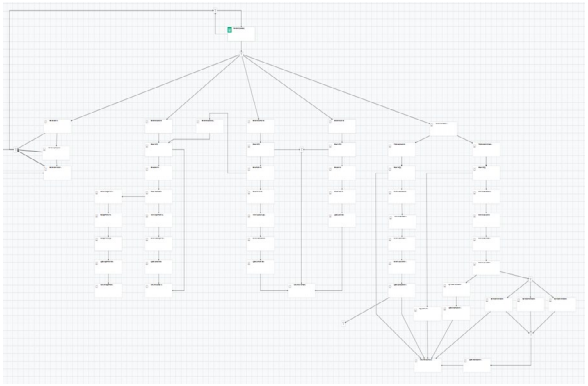


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, была разработана система миграции образовательных данных из системы электронного обучения БГУИР.

В процессе разработки выявлены трудности и проблемы, которые могут возникнуть при разработке подобной системы, описаны способы их решения.

4. Список литературы

[1] Apache NiFi Documentation [Электронный ресурс] / The Apache Software Foundation. — Режим доступа: https://nifi.apache.org/docs.html.

MIGRATION OF EDUCATIONAL DATA FROM THE E-LEARNING SYSTEM

Kravets R. A., Shneiderov E. N.
Scientific adviser: Shneiderov E. N.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus

Abstract — A system of migration of educational data from the BSUIR e-learning system has been developed, possible problems in the implementation of such a system and ways to solve them were described.

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ФИЗИЧЕСКОГО И МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ ЦИФРОВЫХ ЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ ИХ ИЗУЧЕНИИ В ВУЗЕ

Алексеев Д. В., Байздренко А. А., Шереметьев К. С.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Байздренко А. А.
Черноморское высшее военно-морское училище имени П. С. Нахимова, Россия
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: baizdrenko@mail.ru

Аннотация — рассмотрен вариант реализации многофункционального стенда для проведения практических занятий и исследовательских работ при изучении курсов по локационным системам с цифровой обработкой информации. Рассмотрено взаимодействие программно-аппаратных средств комплекса в реализованных режимах работы.

1. Введение

В современной высшей школе постоянно повышаются требования к обучаемым в области практических знаний и умений, что особенно актуально для технических ВУЗов. Разнообразие локационных систем, широкое внедрение цифровых методов обработки информации в них, делает актуальным создание многофункциональных стендов для изучения таких систем [2].

2. Основная часть

При практическом освоении современных локационных систем необходимо обеспечить глубокое понимание обучаемыми процессов функционирования как аппаратных средств исследуемой системы, так и её программного обеспечения. Созданный стенд позволяет на начальном этапе изучения системы ознакомится со схемными решениями стенда, которые в целом повторяют структуры реальных РЛС соответствующих типов. На рис. 1 представлена структурная схема многофункционального стенда. Управление стендом осуществляется от персональной ЭВМ. Она управляет микроконтроллерами электронной части стенда. Физическое моделирование локационной системы реализовано с использованием ультразвуковых волн [1].

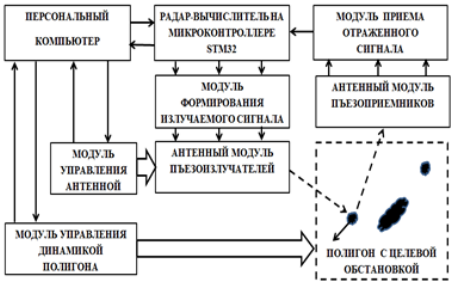


Рис. 1

Полигон с неподвижными и подвижными объектами позволяет моделировать разнообразные мишени с возможностью программной задачи им динамики перемещения.

Комплекс программного обеспечения построен с использованием модульного принципа. На рис. 2 показана его структура с уже рабочими программами для моделирования. Всё программное обеспечение разбито на два модуля: на одном из них обучаемые на языках высокого уровня C++ или Pascal исследуют имитационные математические модели соответствующих локационных систем. При этом имеется возможность вносить изменения в алгоритмы обработки информации. Модуль программ физического моделирования позволяет использовать уже отработанные программы математических моделей и легко их переносить для физического моделирования. Такой подход значительно сокращается время на отработку физических моделей. При физическом моделировании используются микроконтроллеры на платформе STM32 с высокой производительностью, что позволяет осуществлять программное формирование посылок в диапазоне ультразвука, производить оцифровку отраженных сигналов и передавать массивы в ЭВМ для дальнейшей обработки.

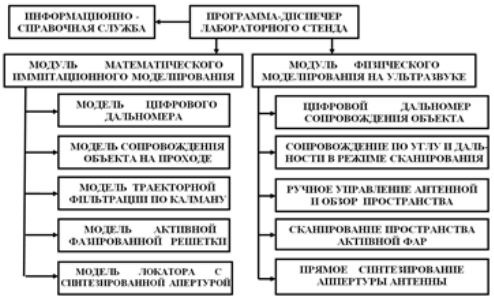


Рис. 2.

3. Заключение

Созданный стенд позволяет его использовать на практических занятиях и в ходе курсового проектирования. Дальнейшим направлением развития стенда является расширения его функциональных возможностей и наработка новых моделей локаторов.

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] Радиолокация для всех / В.С. Верба [и др.]. — М. : ТЕХНОСФЕРА, 2020. — 504 с.

LABORATORY STAND FOR PHYSICAL AND MATHEMATICAL MODELING OF SOFTWARE AND HARDWARE OF DIGITAL LOCATION SYSTEMS DURING THEIR STUDY AT UNIVERSITY

Alekseev D. V., Baizdrenko A. A., Sheremetyev K. S.
Scientific adviser: Baizdrenko A. A.
Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov, Russia
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A way of implementation of the multi-functional stand for practical training and research work in the study of courses on location systems with digital information processing is considered. The interaction of software and hardware of the complex in the implemented operating modes is considered

ОСОБЕННОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ КВАДРАТУРНОГО ГЕТЕРОДИНА С ФАПЧ В ЦИФРОВОМ ДОМЕНЕ

Лукьянчиков А. В., Шелпаков М. В., Клюкина А. М.
Научный руководитель: канд. техн. наук Лукьянчиков А. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: brain75@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены особенности разработки программной реализации квадратурного генератора с цифровой ФАПЧ.

1. Введение

Большая часть современного телекоммуникационного оборудования использует технологию SDR (Software Defined Radio — программно определяемая радиосистема). При построении SDR приемника цифровой системы связи основную сложность представляет синхронизация с сигналом от передатчика. Поэтому данный доклад посвящен разработке квадратурного гетеродина с ФАПЧ по входному сигналу.

2. Основная часть

Использовать ФАПЧ в цифровом домене может понадобится для приема цифровых видов модуляции, например, BPSK, QPSK и т.д. Принимаемый сигнала приходит в цифровой домен как правило от двух синхронных АЦП [1], в квадратурном виде на низкой промежуточной частоте (чтобы уменьшить негативный эффект от разделительных конденсаторов в схеме), например, 1 кГц.

Задача программного обеспечения цифрового приемника сместить принятый сигнал в нулевую частоту и применить фазовый детектор, при этом созвездие будет остановлено. В этом случае (когда созвездие зафиксировано) детектор получается крайне простой — в виде одного оператора if для BPSK или двух операторов if для QPSK. Смещение в нулевую частоту осуществляется с помощью квадратурного смесителя и квадратурного гетеродина.

Но тут возникает проблема, хотя мы аппаратной частью смещаем принимаемый сигнал на известную частоту (1 кГц), на практике эта частота не совсем точно равна ожидаемой. Это связанно с тем, что задающие генераторы передатчика и приемника не синхронны. А это в свою очередь приведет к вращению созвездия в цифровом домене с разностной частотой (100 Гц) между ожидаемой (1 кГц) и реальной (допустим, 900 Гц). Детектирование в этом случае будет сопряжено с перманентными ошибками.

Чтобы этого избежать, квадратурный гетеродин [2] в цифровом домене синхронизируют с принимаемым сигналом (предварительно избавившись от модуляции в принимаемом сигнале). Синхронизация осуществляется с помощью петли ФАПЧ.

Работа петли ФАПЧ хорошо известна для действительных сигналов, однако для квадратурных сигналов есть ость особенности ее реализации.

Особенность разработанной ФАПЧ работа с комплексным генератором управляемым кодом. Структурная схема петли реализованной в проекте изображена на рис. 1. Здесь RecOSC — генератор с неизвестной частотой, на которую настраивается NCO.

Главное отличие от ФАПЧ для действительного сигнала — это фазовый детектор. Он реализован с помощью трех математических операций;

— комплексное сопряжение;

— перемножение;

— взятие мнимой части.

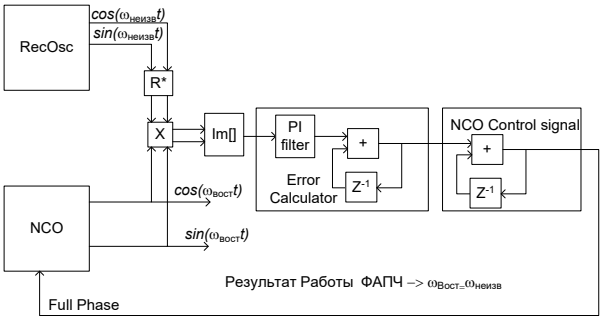


Рис. 1

На первый взгляд эти операции не имеют особого смысла. Однако если вспомнить замечательное свойство комплексного числа: произведения комплесного числа на свою сопряженную копию — дает действительный результат, т.е. мнимая часть такого произведения равна нулю.

Таким образом, наш фазовый детектор даст нулевую квадратурную составляющую только в том случае если на его входе будут два комплексно сопряженных сигнала, а это значит, что частоты этих сигналов будут равны.

Таким образом, наш фазовый детектор даст на выходе ноль только в том случае, когда частоты входных квадратурных сигналов равны — далее этот сигнал фильтруется и подается на управляющий вход гетеродина.

3. Заключение

Таким образом разработан квадратурный генератор с ФАПЧ в цифровом домене. для приема цифровых видов связи в общем случае с неизвестной несущей.

4. Список литературы

[1] 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.

[2] Волуйко, Д. А. Разработка квадртурного гетеродина для SDR приемника на основе двух синтезаторов AD9850 / А. В. Лукьянчиков, Д. А. Волуйко //Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций "РТ-2017". — С. 42.

A FEATURE OF IMPLEMENTATION OF A QUADRATURE NUMERICAL CONTROL OSCILATOR WITH PLL

Lukyanchikov A. V., Shelpakov M. V., Klyukina A. M.
Scientific adviser: Lukyanchikov A. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The features of the development of the software implementation of the quadrature generator with digital PLL are considered.

СОЦИОКИБЕРФИЗИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ И БЛОКИРОВАНИЯ ДЕСТРУКТИВНОГО ИНТЕРНЕТ-КОНТЕНТА

Мамченко М. В., Мещеряков Р. В., Галин Р. Р., Зорин В. А., Камешева С. Б.
Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова Р А Н, Россия
E-mail: rinat.r.galin@yandex.ru

Аннотация — Активное развитие социокиберфизических систем, в том числе сети Интернет, оказало значительное влияние на эволюцию способов общения и поведения человека, создав новую кибернетическую реальность с виртуальными каналами взаимодействия, а также выражения собственного мнения с использованием ресурсов сети

1. Введение

Исследования показывают, что подавляющее большинство пользователей сети Интернет тем или иным образом подвергались деструктивному воздействию, направленному на изменение мировоззрения, убеждений, мыслительного процесса и эмоционального состояния [1, 2].

В работе предлагается концепция комплексной социокиберфизической системы (СКФС), предназначенной для мониторинга разнородного контента и противодействия проявлению агрессии, давления и других форм деструктивного воздействия на индивидуальное и групповое сознание пользователей.

2. Основная часть

Архитектура предлагаемой СКФС, предназначенной для мониторинга, выявления и возможного блокирования негативного контента в сети Интернет предполагает наличие пяти основных компонентов:

— модуль многопоточного анализа контента Интернет-ресурсов [3];

— модуль интеллектуального анализа контента социальных сетей и мессенджеров [4];

— базу данных (БД) оценок деструктивных свойств элементов контента [1];

— модуль анализа контента;

— модуль принятия решения.

Реализация предлагаемой СКФС предполагает наличие двух схем построения: независимой (модули анализа контента встроены в соответствующие модули анализа контента Интернет-ресурсов и социальных сетей (мессенджеров) или федеративной (с отдельным модулем анализа контента). В первом варианте реализации оперативность выявления негативного контента повышается, но снижается скорость «обхода» исследуемых Интернет-ресурсов.

Во втором варианте скорость «обхода» повышается, а быстрота выявления материалов деструктивной направленности снижается, при этом модули анализа контента Интернет-ресурсов и социальных сетей (мессенджеров) упрощаются до уровня функционала контент-парсеров, передающих данные в модуль анализа.

Сама система может анализировать уже опубликованные/переданные сообщения, либо функционировать в качестве интеллектуального модуля анализа передаваемых/публикуемых сообщений. Пока СКФС не убедится, что в сообщении отсутствует негативный контент, оно не будет передано/опубликовано.

Обобщенная архитектура предлагаемой СКФС, предназначенной для мониторинга и выявлению разнородного негативного контента в сети Интернет, в независимой реализации представлена на рис. 1.

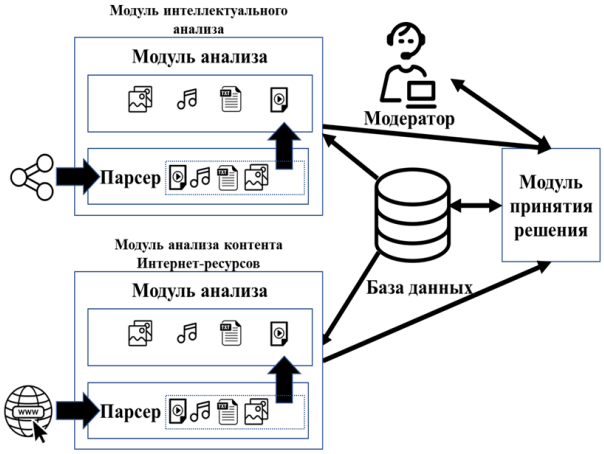


Рис. 1

3. Заключение

Одним из основных негативных факторов воздействия на пользователей в сети Интернет и других СКФС является деструктивный контент.

Основное внимание в предлагаемой системе уделяется не только выявлению, но и недопущению распространения, опубликования и (или) передачи негативного контента среди пользователей.

4. Список литературы

[1] Исхакова, А. О. Проблема формализации деструктивного влияния виртуальной среды пользователя в задаче детектирования вредоносного контента / А. О. Исхакова, А. Ю. Исхаков, Р. В. Мещеряков // Модели мышления и интеграция информационно-управляющих систем (ММИИУС-2018). — 2018. — С. 46—50.

[2] Исхакова, А. О. Моделирование социокиберфизической системы определения негативного воздействия на пользователя виртуальной среды / А. О. Исхакова // Матер. XII мультиконф. по проблемам управления (МКПУ-2019). — 2019. — С. 77—79.

[3] Iskhakova, A. Processing of Big Data Streams in Intelligent Electronic Data Analysis Systems / A. Iskhakova // Advances in Intelligent Systems Research. — 2019. — Vol. 169. — P. 14—19.

[4] Кулагина, И. В. Моделирование практик агрессии в социо-киберфизической среде / И. В. Кулагина, А. О. Исхакова, Р. Р. Галин // Вестник Томского гос. ун-та. Философия. Социология. Политология. — 2019. — №. 52. — С. 147—161.

SOCIO-CYBERPHYSICAL SYSTEM FOR DETECTING AND BLOCKING DESTRUCTIVE INTERNET CONTENT

Mamchenko M. V., Meshcheryakov R. V., Galin R. R.
Zorin V. A., Kamesheva S. B.
V. A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of RAS, Russia

Abstract — The active development of socio-cyberphysical systems (SCPS), including the Internet, had a significant impact on the evolution of human communication and behavior, creating a new cybernetic reality with virtual channels of interaction and expression.

ЭМУЛЯЦИЯ СИГНАЛОВ АВАРИЙНЫХ БУЕВ «КОСПАС-САРСАТ» ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ SDR ПЛАТФОРМЫ

Лукьянчиков А. В., Кирюшин В. А., Бузо С. С.
Научный руководитель: канд. техн. наук, Лукьянчиков А. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: pavelskivka@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрены особенности формирования сигнала аварийных буев второго поколения на низкой промежуточной частоте.

1. Введение

Международная спутниковая система «КОСПАС-SARSAT» — одна из основных частей ГМССБ и предназначена для обнаружения и определения местоположения судов, самолётов и других объектов, потерпевших аварию. Обнаружение местоположения судов, терпящих бедствие осуществляется путем приема спутником сигнала аварийного буя. Аварийные бую могут быть первого или второго поколения. Последняя версия спецификация на буи второго поколения вышла в июле 2021 года.

Радиобуи второго поколения будут способствовать улучшению эксплуатационных параметров системы, удовлетворяя новым, более жестким требованиям по вероятности обнаружения радиобуя, точности определения его местоположения и емкости системы.

Для регулярной проверки буев второго поколения, требуется использовать специальный тестер, который определяет параметры излученного радиосигнала и позволяет определить исправен буй или нет.

В настоящее время наблюдается дефицит тестеров для буев второго поколения отечественного производства, поэтому требуется их разработка. Для разработки необходим источник тестируемого сигнала буя второго поколения. Решению этой задачи посвящена данная работа.

2. Основная часть

Сформировать сигнал аварийного буя второго поколения можно с использованием технологии программно определяемого радио. Структурная схема такого устройства изображена на рис. 1.

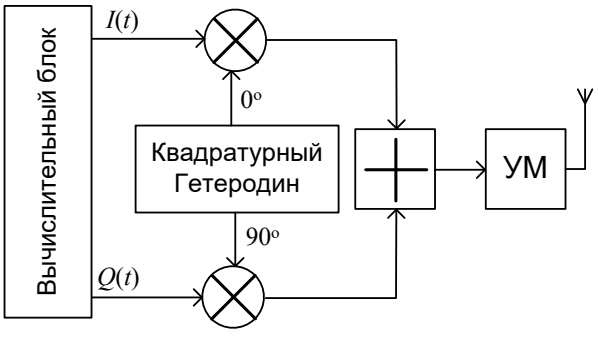


Рис. 1

Заданный вид модуляции формируется в вычислительном блоке на низкой ПЧ. Затем с помощью ЦАП переводится в аналоговый сигнал и подается на аппаратную SDR платформу [2], который переносит его на частоту 406 МГц. После этого сигнал усиливается и излучается с помощью антенны.

Структурная схема программной части вычислительного блока изображена на рис. 2.

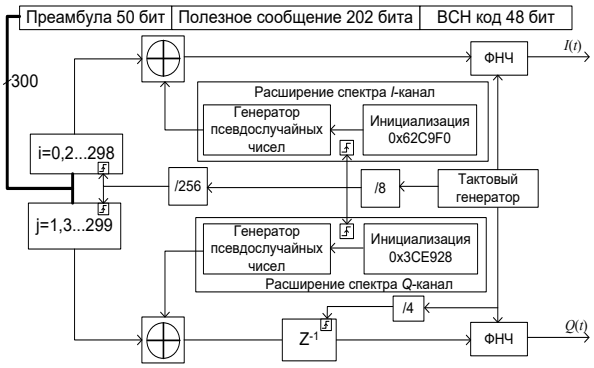


Рис. 2

В буях второго поколения используется модуляция offset QPSK. Такой сигнал формируется, как обычный сигнал QPSK, но перед фильтрацией квадратурная ветвь задерживается на половину бита, за счет этого сужается спектр излучаемого сигнала и как следствие повышается его энергетика, а, следовательно, надежность.

Определим частоту семплирования для вычислительного блока. Из [1] следует, случайные биты передаются со скоростью 38400 бит в секунду в каждом квадратурном канале, тогда чтобы на каждый бит приходилось 8 отсчетов частота дискретизации должна быть 307200 выборок в секунду.

3. Заключение

Таким образом, предложен алгоритм формирования сигнала аварийного буя второго поколения. Выбрана частота дискретизации 307200 вычислительного блока, которая позволяет полностью сформировать сигнал с заданной спектральной маской.

4. Список литературы

[1] Specification for Second-Generation Cospas-Sarsat 406-Mhz Distress Beacons // C/S T.018 Issue 1 – Revision 8 June 2021.

[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". — 2020. — С. 49.

EMULATION OF SIGNALS OF SECOND GENERATION COSPAS-SARSAT EMERGENCY BUOYS FOR SDR PLATFORM

Lukyanchikov A. V., Kiryushin V. A., Buzo S. S.
Scientific adviser: Lukyanchikov A. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The features of the formation of the signal of emergency buoys of the second generation at a low intermediate frequency are considered.

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ВЛИЯНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Маленко В. А., Овчаров П. П., Редькина Е. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Редькина Е. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: elenaredkina@gmail.com

Аннотация — Рассмотрена возможностью автоматизированного визуального отслеживания параметров испытуемых образцов растений, помещаемых в магнитное поле низкой частоты, с применением цифровой обработки фотографий с применением нейросети.

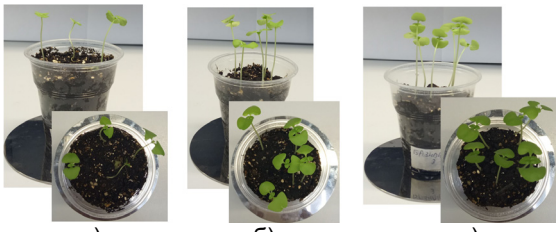
1. Введение

В задачах построения автоматизированных теплиц, а также для исследования влияния различных внешних воздействий на рост (органогенез и другие морфологические показатели) растения важно обеспечить непрерывный анализ данных. Таким образом, задача цифровой автоматизированной обработки изображений образцов с должной периодичностью, в том числе с применением новых математических моделей, является актуальной задачей.

2. Основная часть

Нейросеть — математическая модель, применяемая в виде программы на ПК, либо встроенная в программу аппаратно-программного комплекса. Нейросеть строится на принципах функционирования биологических нейросетей. В настоящее время, нейросети активно используют в практических целях цифровой обработки, поскольку позволяет адаптивно настраивать математическую модель за счет ее свойств обучения. Нейросети применяют для прогнозирования, распознавания образов, машинного перевода, распознавания аудио и в других подобных задачах.

В данной работе планируется применить нейросеть для анализа фотографий, сделанных в процессе роста растений, для их дальнейшей обработки и анализа. Как, например, показано на рис. 1 образцы на 17-й день развития ростков образцов, помещаемых в разных условиях воздействия магнитного поля низкой частоты (32 Гц): в условия магнитного поля земли (а); в условиях дополнительного воздействия магнитного поля низкой частоты с силовыми линиями, параллельными росту растения (б); в условия дополнительного воздействия магнитного поля низкой частоты с силовыми линиями, перпендикулярными росту растения (в).



а) б) в)

Рис. 1

Возможный алгоритм распознавания изображений (также известный как классификатор изображений) принимает оцифрованное изображение (или фрагмент изображения) в качестве входных данных и возвращает данные, содержащиеся в изображении.

То есть, алгоритм возвращает так называемую метку класса (например, «стебль», «листья», «подставка», «фон» и т.д.). В качестве работы класификатора предлагается использовать алгоритм обучения, который называется Support Vector Machines (SVM) или метод опорных векторов.

Для распознавания подобным методом изображений, его необходимо обучить различиям между разными классами. Для нашей задачи необходимо анализировать кадры, на которых будет находиться корневая система растений, листья, стебли, которые могут находиться на различном фоне (земля, поставка, фон сзади). Для этого необходимо обучить алгоритм распознавать множество изображений, содержащих корни/листья/стебли тех или иных растений и множество изображений фонов, на которых не будет корневой системы. Подобный алгоритм может понимать только те объекты/классы, которые он знает. Для разработки алгоритма можно использовать детекторы объектов, разработанные на базе классификаторов. Для этого осуществляют предварительную обработку изображения для нормализации эффектов контрастности и яркости, например, путем вычитания среднего значения интенсивности изображения и деления на его стандартное отклонение.

В случае цифрового анализа растений, важен также его цвет, поэтому необходимо производить преобразование цветового пространства (например, цветовое пространство RGB в LAB).

3. Заключение

Таким образом представлены основной функционал нейросетевого алгоритма для цифровой обработки изображений растений.

4. Список литературы

[1] Урусбиева, М. Х. Влияние магнитного поля на ростовые процессы мягкой пшеницы в начальный период онтогенеза [Электронный ресурс] / М. Х. Урусбиева [и др.] // Современные проблемы науки и образования. — 2016. — № 3. — Режим доступа: https://science-education.ru/ru/article/view?id=24843 (дата обращения: 02.06.2022).

[2] Support Vector Machines [Электронный ресурс] / scikit learn. — Режим доступа: https://scikit-learn.org/stable/modules/svm.html (дата обращения 13.09.2022).

DIGITAL PROCESSING OF IMAGE IN CASE OF STUDY THE IMPACT OF LOW FREQUENCY MAGNETIC FIELD

Malenko V. A., Ovcharov P. P., Redkina E. A.
Scientific adviser: Redkina E. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The way of automatic visual study of parameters of control plants, which are put under influence of magnetic field with low frequency, is considered. The study will be done with usage of digital processing and neural networks.

СОЗДАНИЕ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ СТЕНДОВ

Ульченко А. В.[1], Игнашева Е. П.[2]
Научный руководитель: Игнашева Е. П.
[1]Севастопольский государственный университет, Россия
[2]Черноморское высшее военно-морское училище имени П. С. Нахимова, Россия
E-mail: ignash@list.ru

Аннотация — В статье описана технология создания средств контроля знаний при разработке интерактивных стендов с использованием каналов аудиоинформации, приведена структура программного обеспечения для разработки их управляющей программы и звуковых файлов.

1. Введение

Технология применения интерактивного обучения может включать в себя не только процесс приобретения знаний по предложенной тематике, но и контроль усвоения обучающимися предложенного материала. Перечисленные подходы к доведению информации предполагают наличие программно-аппаратных средств и операторов управляющих этими средствами.

2. Основная часть

Мультимедийные технологии — это одно из перспективных направлений информатизации учебного процесса. В совершенствовании программного и методического обеспечения, развитии средств контроля за усвоением получаемой информации видится перспектива успешного применения современных информационных технологий в образовании.

Интерактивные стенды с применением каналов аудиоинформации имеют режимы работы:

— воспроизведение обучающей информации;

— проверки знаний обучаемых;

— самостоятельная генерация тестовых заданий.

На рис. 1 представлена упрощенная структура типовой аудиосистемы, интегрированной в интерактивный стенд. Весь перечисленный комплекс программного обеспечения разворачивается на стандартном персональном компьютере с широко распространенной операционной системой Windows.

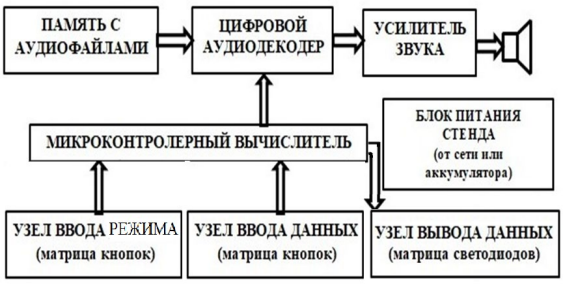


Рис. 1

Рассмотрим процесс функционирования стенда.

В зависимости от выбранного режима работы происходит процесс либо обучения, либо контроля знаний.

В режиме воспроизведения обучающей информации при нажатии кнопок на матрице узла ввода данных, запросный код нажатой кнопки вводится в микроконтроллерный вычислитель. На основании этого кода и заложенного алгоритма функционирования вычислитель включает один из светодиодов матрицы и вызывает на озвучивание через цифровой декодер аудиофайл из памяти аудиофайлов, который соответствует пришедшему запросному коду. Цифровой аудио декодер распаковывает файл (применяется сжатый формат записи звука «mp3» - для увеличения объемов хранимой аудиоинформации) который усиливается и подается на динамик для воспроизведения. Данный процесс может повторяться многократно для полного выяснения и понимания интересующих вопросов, рассмотренных на стенде.

В режиме проверки знаний обучаемых программный код управления генерирует случайный вариант вопроса. При правильном или неправильном выборе ответа загорается соответствующая принятым стандартам светодиодная индикация.

Режим проверки знаний может работать и в другом варианте: интерактивный стенд в случайном порядке подсвечивает светодиодами узлы изображении объекта, а задача обучаемого найти кнопку (сенсор) соответствую подсвеченному элементу. Вычислитель ведет подсчет верных и не верных ответов и после заданного числа вопросов выставляет оценку за контроль знаний.

На основании сценария функционирования стенда осуществляется разработка алгоритмической схемы программы управления, пишется исходный управляющий код, жестко связывающий входные запросы конкретного стенда с соответствующими им аудиофайлами, светодиодами и временными интервалами при воспроизведении.

При разработке управляющей программы интерактивного устройства для микроконтроллера используется специальная среда разработки ArduinoIDE.

3. Заключение

Таким образом, широкое развитие аудиовизуальных средств позволяет вывести на новый уровень качество образовательного процесса, значительно повысить эффективность наглядности в обучении.

4. Список литературы

[1] Воронин, Ю. А. Технические и аудиовизуальные средства обучения: учеб. пособ. / Ю. А. Воронин. — Воронеж : Воронежский гос. пед. ун-т, 2001. — 125 с.

[2] Выготский, Л. С. Педагогическая психология / Л. С. Выготский; под ред. В. В. Давыдова. — М. : АСТ : Астрель, 2008. — 670 с.

CREATION OF KNOWLEDGE CONTROL TOOLS IN THE DEVELOPMENT OF INTERACTIVE STANDS

Ulchenko A. V., Ignasheva E. P.
Scientific adviser: Ignasheva E. P.
Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov, Russia

Abstract — In the article, the technology for creating the knowledge control tools in the development of interactive stands, using audio information channels, is described. The structure of the software for developing their control program and sound files is shown.

МОДИФИЦИРОВАННОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Шундрин М. И., Дидус В. Т., Начаров Д. В., Поляков А. Л.
Научный руководитель: канд. техн. наук Начаров Д. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: maksimshundrin@inbox.ru

Аннотация — Приведён алгоритм модифицированного преобразования перспективы изображения.

1. Введение

Аффинные преобразования и преобразования перспективы изображений в наши дни получили широкое распространение в компьютерной графике и обработке изображений. Аффинные преобразования и преобразования перспективы изменяют геометрическую структуру изображения, при этом сохраняя параллельность линий, коллинеарность и соотношение расстояний. Чаще всего алгоритмы с использованием геометрических преобразований включают этап поиска объекта интереса на отдельном изображении, обладающего нужной формой, определённым размером площади или количеством углов. Для выполнения аффинного преобразования необходимо задать два набора координат трех точек, соответствующих исходному и преобразованному положению плоскости. Для выполнения перспективного преобразования используются наборы из четырех точек. Однако, зачастую для выполнения геометрического преобразования изображения объекта сложной формы, находящегося в пространстве в разных плоскостях, необходимо иметь возможность преобразования областей интереса, имеющих большее количество вершин.

В работе предложен алгоритм модифицированного преобразования перспективы изображений, применимый для создания подобия скан-копии документов по их фотографиям.

2. Основная часть

Преобразование перспективы выполняется с помощью следующего выражения:

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u' \\ v' \\ q \end{bmatrix},$$

где x', y' — абсцисса и ордината преобразованного изображения, u', v' — абсцисса и ордината исходного изображения, $a,\ b,\ d,\ e$ — управляют масштабированием, обрезкой и поворотом изображения, $g,\ h$ — управляют перемещением изображения, $c,\ f$ — управляют перспективным преобразованием изображения.

Целевой результат преобразования перспективы документа на изображении показан на рис. 1.

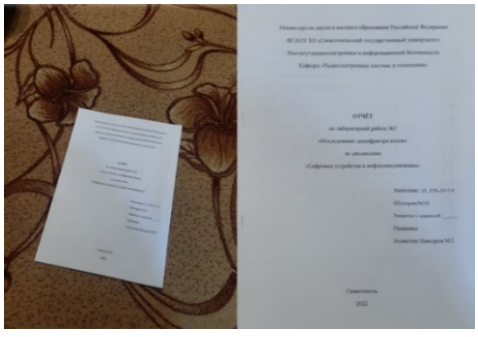


Рис. 1

Для коррекции неровности бумаги документа, предлагается при выполнении перспективного преобразования использовать не 4, а 8 и более наборов координат точек, задающих контур документа.

Модифицированное преобразование перспективы выполняется в два этапа. Исходными данными для первого преобразования перспективы является изображение, содержащее контур документа с четырьмя углами, имеющий наибольшую площадь.

Произвольные координаты контура переводятся в соответствующие координаты прямоугольника заданного размера. После этого на полученном изображении находятся координаты четырех самых глубоких неровностей контура с каждой стороны листа, используемые далее для второго преобразования перспективы.

Блок-схема предложенного алгоритма показана на рис. 2. Программная реализация выполнена с помощью среды разработки *Microsoft Visual Studio C++* и библиотекой компьютерного зрения *OpenCV v*.4.6.0.

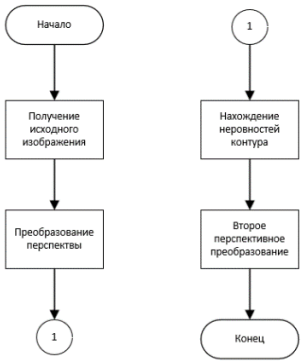


Рис. 2

3. Заключение

Предложен алгоритм модифицированного преобразования перспективы изображения, предполагающий применение двухэтапного преобразования с использованием восьми наборов координат контура документа. Приведена блок-схема алгоритма.

В дальнейших исследованиях планируется применять данный алгоритм для создания мобильного приложения, минимально уступающего обычным настольным сканерам по качеству скан-копий.

4. Список литературы

[1] Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. — М. : Техносфера, 2012. — 1104 с.

MODIFIED TRANSFORMATION OF PERSPECTIVE IMAGE

Shundrin M. I., Didus V. T., Nacharov D. V., Polyakov A. L.
Scientific adviser: Nacharov D. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The modified image perspective transformation algorithm is considered.

АЛГОРИТМ ДЕТЕКЦИИ КОНТУРОВ ДОКУМЕНТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ

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 — Приведён алгоритм выделения контуров документов на изображениях.

1. Введение

В настоящее время алгоритмы выделения контуров используются во многих алгоритмах обработки изображений и компьютерного зрения. Поиск контуров основывается на одном из базовых свойств сигнала яркости – разрывности. Наиболее распространённым способом поиска разрывов является расчет производных или градиента яркости изображений, который может выполняться средствами пространственной фильтрации [1].

В работе предложен алгоритм детекции контуров, применимый при решении задачи создания подобия скан-копии документов по их фотографиям.

2. Основная часть

Для выделения области интереса, соответствующей документу, используются такие признаки, как количество углов и площадь геометрической фигуры.

Блок-схема алгоритма поиска контуров документа показана на рис. 1.

Рис. 1

С целью уменьшения количества краёв к яркостному изображению применяется размытие по Гауссу.

Далее применяется детектор краёв Кэнни [1], результатом которого является бинарное изображение с краями, соответствующее резким перепадам яркости. Детектор Кэнни предполагает проведение этапов расчета градиентов, выделения максимумов градиента, двойной пороговой фильтрации и анализ связности краев.

На этапе расчета градиентов осуществляется дифференцирование яркости изображения с использованием нескольких пространственных фильтров для расчета градиентов в горизонтальном, вертикальном и диагональных направлениях.

На этапе выделения максимумов градиента производится поиск локальных максимумов, соответствующих краям объектов на изображении (рис. 2).

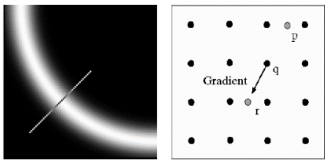


Рис. 2

На этапе двойной пороговой фильтрации осуществляется подавление относительно малых значений градиентов, обусловленных шумом и малыми перепадами яркости объектов. На этом этапе с помощью двух пороговых значений градиентов производится отбор «сильных» и «слабых» краев.

Последним этапом детектора Кэнни является анализ связности краев, предполагающих удаление «слабых» краев, несвязанных с точками «сильных» краев. Полученное в результате бинарное изображение подвергается контурному анализу, предполагающему поиск всех замкнутых контуров, расчет их площадей и выделение контура с наибольшей площадью, который соответствует контурам документа.

Для визуальной оценки правильности найденного контура далее производится заполнение внутренней части контура исходными значениям яркости пикселей. Результат поиска контуров документа в соответствии с предложенным алгоритмом показан на рис. 3.

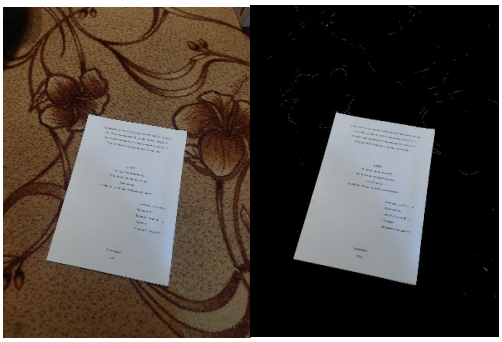


Рис. 3

3. Заключение

Предложен алгоритм детекции контуров документов на изображениях, применимый для решении задачи создания подобия скан-копии документов по их фотографиям.

4. Список литературы

[1] Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. — М. : Техносфера, 2012. — 1104 с.

IMAGE DOCUMENTS IMAGE CONTOURS DETECTION ALGORITHM

Shundrin M. I., Nacharov D. V., Didus V. T.
Scientific adviser: Nacharov D. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Documents image contours detection algorithm is presented.

СИСТЕМА СВЯЗИ FSO: РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ СИЛЬНОЙ ТУРБУЛЕНТНОСТИ И ОШИБКИ НАВЕДЕНИЯ

Али М. Ф., Курбонов К. С.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия
E-mail: ali89@tpu.ru, ksk32@tpu.ru

Аннотация — В работе рассматривается результат применения методов FSO-связи, Малага и Гамма-Гамма распределения, модуляции интенсивности или прямого обнаружения при работе систем связи в сложных условиях.

1. Введение

В рамках настоящей работы предлагается решение для множества внутренних и внешних приложений 5G и 5G beyond (5GB) на наземной основе при использовании методов гетеродина и модуляции интенсивности, либо прямого обнаружения (IM/DD). В частности, авторы предлагают аналитическое выражение в замкнутой форме для производительности системы при отказе оптической линии связи с высокой пропускной способностью в сложных условиях канала. В канале FSO узким местом является сильная турбулентность и явление рассогласования приемопередатчиков [1].

В связи с этим функция плотности вероятности (PDF), а также функция кумулятивной плотности (CDF) аналитически выводятся в терминах обобщенной функции Meijer-G [2]. Однако, чтобы справиться с проблемой линии прямой видимости (LOS), коллектив использовал экспоненциальное распределение замираний для получения метрики сквозной производительности (E2E) предлагаемой модели системы [3].

Вся система рассматривается как сценарий связи «точка-точка», который может быть расширен до нескольких точек/каналов для дальних целей оптической сигнализации.

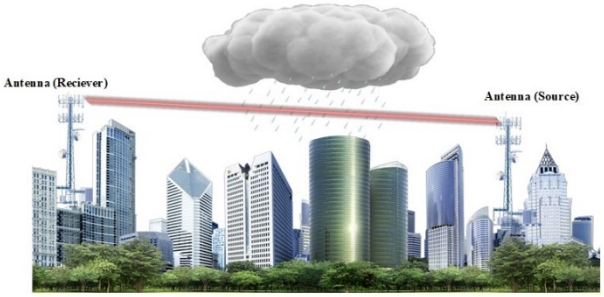


Рис. 1

2. Основная часть

Эволюция беспроводных сетей поколения 5G и 5G beyond (5GB) с поддержкой FSO-каналов, становится более востребованной для наземных приложений. Преимуществом таких каналов является простота развертывания, большая зона покрытия и экономическая эффективность, и безлицензионный спектр электромагнитных волн. Кроме того, FSO стал потенциальным носителем беспроводной связи с высокой пропускной способностью, например, 1,2 Тбит/с [4].

Тем не менее, ухудшение качества канала снижает интенсивность оптического луча, что влияет на его производительность. Турбулентность канала и ошибки наведения являются наиболее значимыми факторами, влияющими на эффективность оптического луча. Турбулентность возникает из-за условий канала, таких как ветровые нагрузки, туман, дождь, снегопад, солнечный свет и т.д. В то время, как ошибка наведения вызвана препятствиями между приемопередатчиками [5].

Для преодоления проблем ухудшения канала, предлагаются выражения в закрытой форме для оптической сигнализации.

3. Заключение

Постоянное развитие FSO требует высокой скорости передачи данных и пропускной способности в направлении сетевой системы 5GB в различных наземных приложениях.

В данном исследовании было получено аналитическое выражение производительности отказа предложенной модели системы, примыкающей к условиям канала с сильной турбулентностью, а также ошибки наведения между приемопередатчиками. Выражения PDF и CDF используются для получения характеристик отказа, следуя распределению Малага, которое является обновленным распределением замираний для моделирования ухудшений канала.

Включение в данное исследование многоцепочечных каналов и гибридной кооперативной связи входит в дальнейшие планы коллектива.

4. Список литературы

[1] Dual-hop mixed fso-vlc underwater wireless communication link / M. F. Ali [et. al] // IEEE Transactions on Network and Service Management. — 2022.
[2] Lai, Xu. Average capacity analysis of the underwater optical plane wave over anisotropic moderate-to-strong oceanic turbulence channels with the malaga fading model / Xu and J. Lai // Optics Express. — 2020. — Vol. 28. — No.16. — P. 24 056—24 068.
[3] Das, B. Bag Free space optical links over malaga turbulence channels with transmit and receive diversity / B. Bag Das, C. Bose, A. Chandra // Optics Communications. —2020. — Vol. 456. — P. 124591.
[4] Hogan, H. Data demands: drive free-space optics / H. Hogan // Photonics Spectra. — 2013. — Vol. 47. — No. 2. — P. 38—41.
[5] Farid, A. Outage capacity optimization for free-space optical links with pointing errors / A. Farid and S. Hranilovic // Journal of Lightwave technology. — 2007. — Vol. 25. — No. 7. — P. 1702—1710.

PERFORMANCE OF FSO COMMUNICATION SYSTEM IN STRONG TURBULENCE WITH POINTING ERROR CONDITIONS

Ali Mohammad Furqan, Qurbonov Komron S
Tomsk Polytechnic University, Russia

Abstract — In the paper, the results of applying FSO-communication, Gamma-Gamma and Malaga distribution, intensity modulation/direct detection (IM/DD) methods, when organizing communication systems in complex environments, are discussed.

ОАО «УРАНИС-Радиосистемы»

299053, г. Севастополь,
ул. Вакуленчука, 33 «Г»
Тел. +7 8692 590101

ОАО «УРАНИС-Радиосистемы» — мировой лидер в разработке и производстве компонентов КВ и УКВ комплексов радиосвязи, а также оборудования морской радиоэлектроники:

— усилителей мощности от 20 Вт до 5 кВт;

— антенных согласующих устройств с подводимой мощностью от 20 Вт до 5 кВт и соответствующих антенн;

— цифровых программно-перестраиваемых фильтров (преселекторов, препостселекторов) на диапазон частот от 1,5 до 520 МГц;

— мощных литий-ионных аккумуляторных блоков с различными контроллерами (в том числе программируемыми контроллерами собственной разработки);

— спутниковых аварийных буев системы Коспас-Сарсат, уникального прибора контроля параметров спутниковых буев.

Секция 7

ЦИФРОВАЯ И АНАЛОГОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

РАСЧЕТ КПД УСИЛИТЕЛЬНОГО КАСКАДА, РАБОТАЮЩЕГО В РЕЖИМЕ Н

Мельников А. В., Муратов А. Э., Капнопуло Д. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Мельников А. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: mel.anat@mail.ru

Аннотация — Проведён анализ усилительного каскада, работающего в режиме *B* с изменяемым напряжением цепей питания. Найдено выражение для расчёта КПД каскада при двухступенчатом изменении напряжения цепей питания. Установлено, что для реальной звуковой фонограммы использование двухступенчатого напряжения питания позволяет повысить КПД каскада примерно в два раза.

1. Введение

Напряжение питания усилителей низкой частоты (УНЧ) для уменьшения искажений выбирается с учетом максимальных (пиковых) выходных напряжений фонограммы. Однако в реальной фонограмме пиковые выходные напряжения достигаются редко.

Работа усилителя с выходными напряжениями значительно меньше напряжения источника питания приводит к снижению КПД при средних и малых уровнях звуковой фонограммы. Поэтому для повышения КПД в УНЧ используют изменяемое напряжение цепей питания [1, 2]. Такой режим работы каскада называют режимом *H*. Однако в литературе отсутствует анализ и расчёты КПД каскада, работающего в режиме *H*.

В докладе проведён анализ зависимости КПД каскада, работающего в режиме *H*, и получены зависимости КПД от выходного напряжения.

2. Основная часть

Структурная схема каскада усиления мощности с изменяемым напряжением цепей питания изображена на рис. 1.

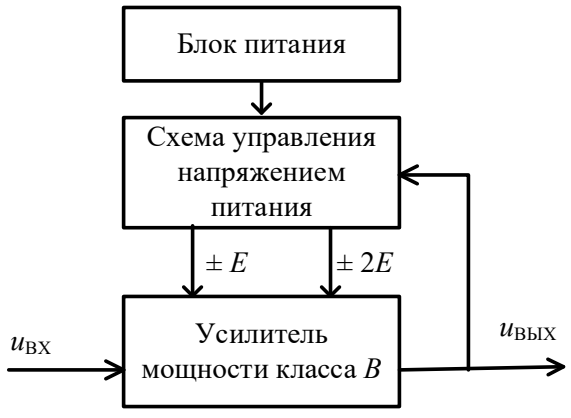


Рис. 1

Известно, что мощность P_0, отбираемая от источника питания каскадом, работающим в режиме *B*, может быть определена из выражения

$$P_0 = \frac{2}{\pi} I_m E, \qquad (1)$$

где I_m — амплитуда тока в нагрузке; E — напряжение источника питания.

Мощность $P_н$, отдаваемая усилительным каскадом в нагрузку, определяется из выражения

$$P_н = \frac{1}{2} U_m I_m, \qquad (2)$$

где U_m — амплитуда напряжения на выходе усилительного каскада.

С учетом выражений (1) и (2), получаем формулу для расчета КПД каскада в зависимости от выходного напряжения и напряжения питания

$$\mu = \frac{\pi}{4} \frac{U_m}{E} 100\ \%. \qquad (3)$$

Зависимость КПД каскада от выходного напряжения изображена на рис. 2.

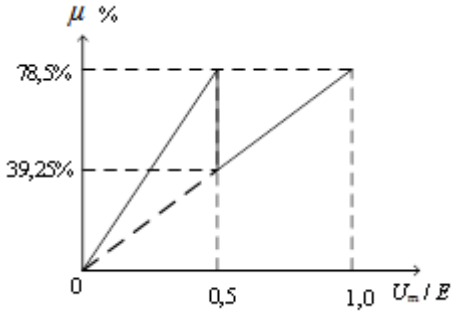


Рис. 2

3. Заключение

Получены выражения и приведены графики зависимости КПД каскада, работающего с двухступенчатым напряжением цепей питания, от напряжения на выходе. Расчеты показали, что с учетом статистических характеристик реальных звуковых фонограмм, использование двухступенчатого напряжения питания позволяет повысить КПД каскада примерно в два раза.

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.

CALCULATION OF THE EFFICIENCY OF THE AMPLIFIER STAGE OPERATING IN H MODE

Melnikov A. V., Muratov A. E., Kapnopulo D. V.
Scientific adviser: Melnikov A. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The analysis of the amplifying cascade operating in mode *B* with variable voltage of the supply circuits is carried out. An expression is found for calculating the efficiency of the cascade with two power supply voltages. It is found that for a real sound phonogram, the use of a two supply voltage allows to increase the efficiency of the cascade by about two times.

ВНЕШНЯЯ ЗВУКОВАЯ КАРТА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ СИСТЕМЫ ЭРА-ГЛОНАСС

Мельников А. В., Колтунов А. С., Капнопуло Д. В., Муратов А. Э.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Мельников А. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: mel.anat@mail.ru

Аннотация — Приведены результаты разработки внешней звуковой карты, предназначенной для использования в составе измерительной установки проведения испытаний акустического канала абонентского терминала, установленного внутри салона транспортного средства, системы ЭРА-ГЛОНАСС.

1. Введение

Система ЭРА-ГЛОНАСС разработана для того, чтобы экстренные службы получили возможность максимально быстро реагировать на автомобильные аварии и другие происшествия. Информирование экстренных служб о происшествии осуществляет абонентский терминал, установленный в салоне автомобиля. Терминал соединен с датчиками аварии, которые фиксируют боковые столкновения, задние и передние удары, а также перевороты транспортных средств. При срабатывании аварийных датчиков или при нажатии «тревожной кнопки» осуществляется вызов экстренных служб с использованием системы мобильной связи. Цифровой аварийный сигнал, который поступает от технического средства, содержит информацию о местонахождении, определённую с помощью спутниковой системы ГЛОНАСС, время срабатывания датчиков, идентификационный номер автомобиля. После получения цифрового аварийного сообщения оператор экстренной службы ЭРА-ГЛОНАСС связывается с аварийным средством в голосовом режиме. Проведение испытаний автомобильного переговорного устройства на соответствие нормативным документам обычно проводится в лабораторных условиях на специальных стендах.

Данная работа посвящена разработке внешней звуковой карты лабораторного стенда, предназначенного для диагностики акустического канала автомобильных устройств системы ЭРА-ГЛОНАСС.

2. Основная часть

Структурная схема устройства для диагностики автомобильных устройств системы ЭРА-ГЛОНАСС изображена на рис. 1.

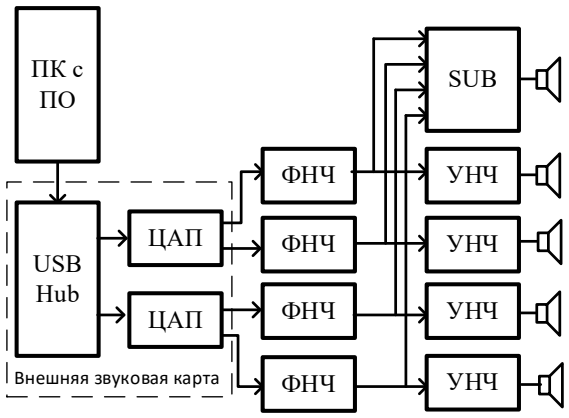


Рис. 1

Разработанное устройство содержит: персональный компьютер с программным обеспечением (ПК с ПО), в памяти которого размещается база данных предварительно записанных акустических шумов, создаваемых в кабине транспортного средства при его движении по дорогам разного типа, USB разветвитель (USB Hub), два двухканальных цифроаналоговых преобразователя (ЦАП), выполненных на микросхеме PCM2705 с встроенным USB-интерфейсом, имеющей динамический диапазон 98 дБ, четыре фильтра низкой частоты (ФНЧ), четыре широкополосных канала (УНЧ) и один сабвуфер (SUB).

Акустическая система должна создавать уровень шума в салоне транспортного средства не менее 90 дБА.

Для обеспечения этого требования для различных типов транспортных средств была выбрана акустическая система Edifier 760D, имеющая широкополосные каналы мощностью по 60 Вт и один сабвуфер мощностью 240 Вт.

В докладе пояснён принцип работы разработанной внешней звуковой карты.

3. Заключение

Таким образом, разработана внешняя звуковая карта, которая может быть использована для имитации в лабораторных условиях внешних акустических шумов в салоне транспортного средства при испытаниях на соответствие нормативным документам автомобильных устройств системы ЭРА-ГЛОНАСС.

4. Список литературы

[1] ГОСТ Р 55531-2013 Глобальная навигационная спутниковая система. Система экстренного реагирования при авариях. Методы испытаний автомобильной системы вызова экстренных оперативных служб на соответствие требованиям к качеству громкоговорящей связи в кабине транспортного средства.

[2] Громоздин В. В. Имитатор внешнего акустического шума / В. В. Громоздин, И. А. Каньшин, Т. В. Панина // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций «РТ-2018» : матер. 14-й междунар. Молодежной науч.-техн. Конф., Севастополь : Изд-во СевГУ, 2018. — С. 149.

EXTERNAL SOUND CARD FOR DIAGNOSTICS OF AUTOMOTIVE DEVICES OF THE ERA-GLONASS SYSTEM

Melnikov A. V., Koltunov A. S., Kapnopulo D. V., Muratov A. E.
Scientific adviser: Melnikov A. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of the development of an external sound card intended for use as part of a measuring installation for testing the acoustic channel of the ERA-GLONASS system inside the cabin of a transport vehicle are presented.

ГЕНЕРАТОР-МУЛЬТИПЛЕКСОР СИГНАЛОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ БИОИМПЕДАНСА МЫШЦ

Сазонов О. И., Егоров В. В.
Научный руководитель: Егоров В. В.
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Россия
E-mail: skb-4@bk.ru

Аннотация — Рассмотрена методика регистрации биоимпедансного сигнала и возможный способ его применения. Сформулированы необходимые характеристики прибора.

1. Введение

Разработанное устройство позволяет формировать и коммутировать зондирующие и измеренные биоимпедансные сигналы в различных задачах. Подобная система может осуществлять последовательный опрос датчиков, тем самым позволяя использовать для регистрации сигнала одноканальное устройство, что снижает его сложность, стоимость и габариты. Особенностью устройства является то, что каналы, в данный момент не задействованные для выдачи и считывания сигнала, переходят в полностью гальванически развязанное от системы состояние, тем самым, не влияя на сигналы активного канала. Прибор предполагается применить для осуществления коммутации сформированного зондирующего сигнала между комбинациями электродов, закрепленных на теле человека в области предплечья, с целью проведения сканирования состояния мышц и определения их импеданса.

2. Основная часть

Для исследования биоимпеданса требуется зондирующий сигнал амплитудой больше 6 В и частотой выше 75 кГц. Структура такого сигнала в идеальном случае представляет собой набор из четырех ступеней напряжения (рис. 1). Далее данные ступени напряжения поступают на усилитель и через коммутатор подаются на необходимый датчик.

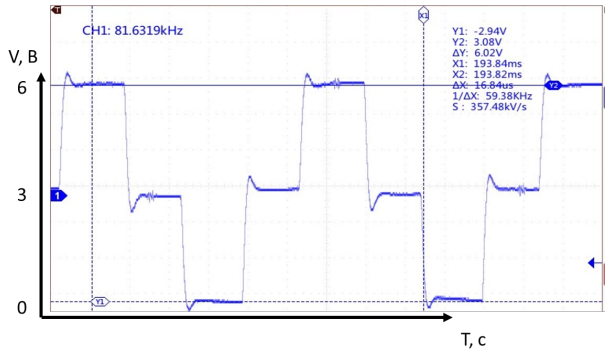


Рис. 1

Для определения требований к сигналу использовались параметры датчиков и тока из [1,2]. На базе студенческого конструкторского бюро №4 МАИ сконструирован прототип генератора-мультиплексора, формирующего сигналы для зондирования мышц при условии гальванического отключения неиспользуемых датчиков в процессе измерения. Решение поставленной задачи достигается тем, что в многоканальном генераторе-мультиплексоре используется специальная схема коммутации, основанная на наборе электромагнитных реле, в которой при коммутации незадействованные каналы подключаются через реле в физический обрыв линии, тем самым обеспечивая полное исключение взаимного влияния электродов друг на друга.

Техническим результатом является обеспечение возможности измерения активной составляющей импеданса предплечья. Дополнительным техническим результатом является уменьшение погрешностей измерения благодаря переключению между датчиками.

На основании данных представлений была разработана структурная схема, представленная на рис. 2. На рисунке: ЦАП — цифро-аналоговый преобразователь, ОУ — операционный усилитель, МК — управляющий микроконтроллер.

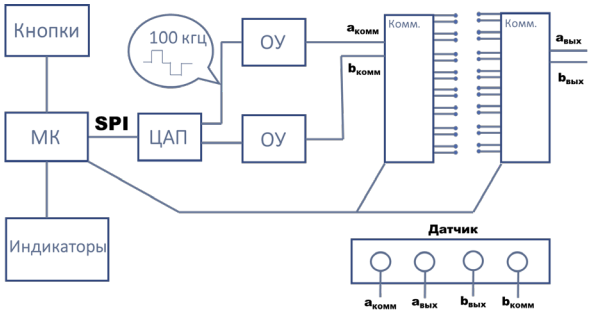


Рис. 2

На базе приведенной структурной схемы была спроектирована принципиальная схема и создан прототип устройства, осуществляющего генерацию сигнала и коммутацию между электродами.

3. Заключение

Таким образом, в результате исследований разработана структурная и принципиальная схемы конструкции и проведено макетирование.

4. Список литературы

[1] Сафин, Д. Современные системы управления протезами / Д. Сафин, И. Пильщиков, М. Ураксеев // Электроника: Наука, Технология, Бизнес(2009). — 2009. — С. 60—68.

[2] Сафонова, И. А. Моделирование, анализ и исследдование информатичности сигналов импедансной реографии [Электронный ресурс] / И. А. Сафонова, Л. П. Кудашов // МГТУ им. Н.Э. Баума-на. — Режим доступа: http://refpin.ru/ref_jgepolmeratyqas.html.

SYNTHESIS OF THE SIGNAL COLLECTION MODULE FOR MEASURING THE BIOIMPEDANCE OF MUSCLES IN THE FOREAR ARM

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

Abstract — A technique for recording a bioimpedance signal and a possible method for its application are considered. The necessary characteristics of the device are formulated.

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КАНАЛ ПЕРЕДАЧИ ЗВУКОВЫХ ДАННЫХ

Золотенкова М. К., Егоров В. В.
Научный руководитель: Егоров В. В.
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Россия
E-mail: avelene77@mail.ru

Аннотация — Предлагается система, внедрение которой в городскую среду позволит упростить слабовидящим людям городскую навигацию. В рамках работы были изготовлены прототипы приборов и проведены эксперименты, показавшие высокий потенциал системы.

1. Введение

В рамках развития проектов городской доступной среды существует актуальная необходимость внедрения в городскую инфраструктуру систем, облегчающих навигацию для слабовидящих людей. Одним из удобных каналов восприятия в данном случае является слуховой, что реализуется на практике, в частности, в применении оборудованного светофора, объявляющего голосовыми сообщениями переход какой из улиц разрешен и издающего импульсные звуковые сигналы во время зелёного сигнала светофора. Однако часто в городском шуме различить данные звуки становится проблематично, а повышение их громкости сказывается на комфорте обычных людей. Предлагается перенести данную информацию в область частот, неслышимых человеческим ухом, а слабовидящих людей оснастить простыми доступными приборами, позволяющими переводить ультразвуковой диапазон в слышимый.

2. Основная часть

Общая структура предлагаемой системы приведена на рис. 1. Она состоит из устройства формирования ультразвуковых сообщений (УФС), которое устанавливаются на городских объектах, и устройства преобразования сообщений (УПС), которые носят с собой слабовидящие люди.

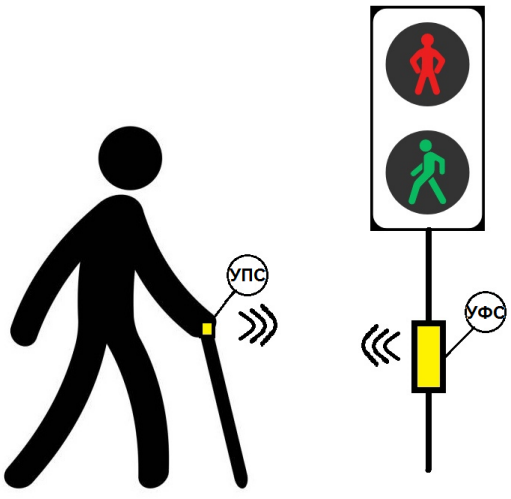


Рис. 1

УФС могут быть подключены к городской сети электропитания, поэтому строгого ограничения по мощности излучателя не имеют. УПС должны быть малогабаритными устройствами и иметь низкое энергопотребление, так как предполагаются носимыми автономными устройствами. Структурные схемы УФС и УПС приведены на рис. 2, а и рис. 2, б соответственно.

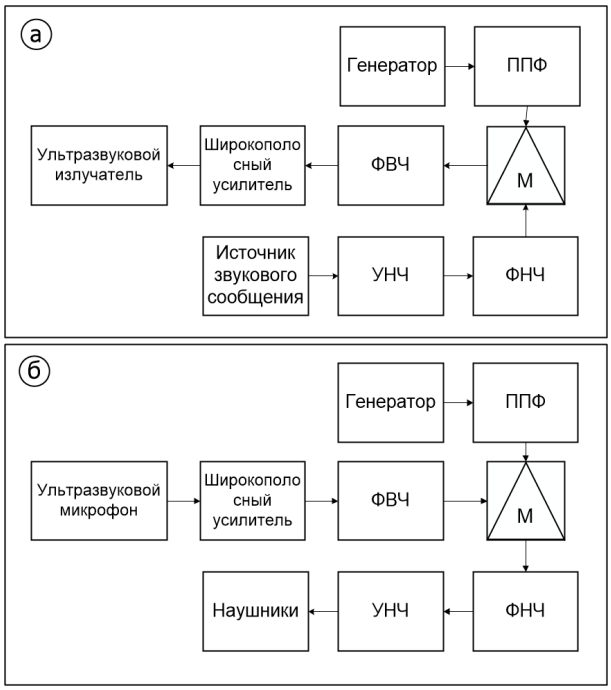


Рис. 2

Прототипы УФС и УПС были сконструированы на базе СКБ-4 МАИ, а также были проведены эксперименты по применению данных устройств в реальных условиях города.

3. Заключение

Проведенные эксперименты показали, что данная система при определенных доработках может быть внедрена в городскую среду. В ближайшее время планируется проведение более широких экспериментов с привлечением слабовидящих людей.

4. Список литературы

[1] 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. — DOI: 10.18721/JCSTCS.12302

[2] Radiochipi [Электронный ресурс] / Устройство для прослушивания ультразвука. — Режим доступа: https://www.radiochipi.ru/ustroystvo-dlya-proslushivaniya-ultrazvuka.

ULTRASONIC AUDIO DATA TRANSMISSION CHANNEL

Zolotenkova M. K., Egorov V. V.
Scientific adviser: Egorov V. V.
Moscow Aviation Institute (national research university), Russia

Abstract — A system is proposed, the introduction of which into the urban environment will simplify urban navigation for visually impaired people. As a part of the work, prototypes of devices were made and experiments were conducted that showed the high potential of the system.

МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ЗОНД ДЛЯ МОРСКОЙ ВОДЫ

Агеев Д. С., Соколенко В. Е., Дурманов М. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук Дурманов М.А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: super.danil232@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрена разработка мультипараметрического зонда для измерения параметров морской воды на базе микроконтроллера ATMega328p.

1. Введение

На данный момент отслеживание параметров морской воды в прибрежных зонах является важной задачей. Данная задача является актуальной, так как в этих зонах имеется вероятность загрязнения воды, вследствие чего возможно нарушение сложившейся экосистемы.

На основе анализа устройств зондирования морской воды были выделены пять основных параметров морской воды:

— кислотность (pH);

— соленость;

— температура;

— мутность;

— окислительно-восстановительный процесс (ОВП).

На основании измеренных данных можно делать вывод о возможном загрязнении прибрежной зоны.

2. Основная часть

В соответствии с выделенным списком параметров морской воды была разработана структурная схема устройства (рис. 1).

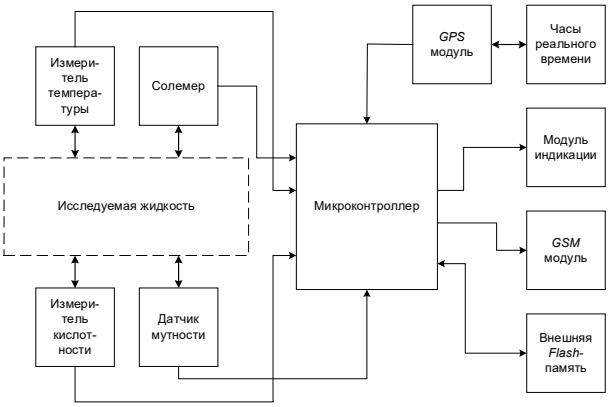


Рис. 1

Разработанная структурная схема включает в себя следующие блоки:

— микроконтроллер, предназначенный для обработки сигналов с датчиков;

— 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 многофункциональное устройство Wio Tracker, которое объединяет в себе модули GPS, GSM и Bluetooth 3.0.

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 схема устройства, состоящая из ряда датчиков для измерения основных параметров морской воды. Разработанное устройство в своей основе имеет бюджетную компонентную базу и удовлетворительную точность измерений.

4. Список литературы

[1] Устройство для экологического мониторинга морской воды / Янковский С.И. [и др.] // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций: сб. науч. тр. / под ред. Ю. Б. Гимпилевича. — Москва - Севастополь: Изд-ва : РНТОРЭС им. А.С. Попова, СевГУ, 2021. — № 4. — С. 146.

MULTIPARAMETRIC SEAWATER PROBE

Ageev D. S., Sokolenko V. E., Durmanov M. A.
Scientific adviser: Durmanov M. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The development of a multi-parameter probe for measuring sea water parameters based on the ATMega328p microcontroller is considered.

СИСТЕМА КЛИМАТ-КОНТРОЛЯ ДЛЯ АКВАРИУМА

Фролова М. А., Янковский С. И., Дурманов М. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук Дурманов М. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: mari.frolova3@gmail.com

Аннотация — Рассмотрена интеллектуальная система управления для аквариума. Разработана структурная схема предложенной системы. Выбраны устройства для основных узлов схемы.

1. Введение

В эпоху технического прогресса люди все больший интерес проявляют к экосистемам, которые возможно воссоздать искусственно. К таким системам в первую очередь относятся аквариумы — модели морских и пресных водоемов. Совокупность больших морских и пресных аквариумов представляют собой сложные инженерные объекты, для которых необходимо внедрение систем автоматического регулирования и оповещения о нештатных ситуациях [1].

Таким образом, существует необходимость оптимизировать процессы управления и обслуживания аквариумом в единой целостной системе. На основании сформулированной задачи предложена интеллектуальная система управления аквариумом.

2. Основная часть

На рис. 1 показана схема разрабатываемой системы. Д — блок датчиков, включающий измеритель солености, датчик уровня жидкости, измеритель температуры, датчик мутности, измеритель кислотности жидкости, датчик освещенности. ИУ — блок исполняющих устройств включающий нагреватель, охладитель, аэратор, лампы освещения, дозирующую помпу, компрессор. МК — микроконтроллер, предназначенный для обработки данных с датчиков и управления исполняющими устройствами. ВК — видеокамера, предназначенная для наблюдения за аквариумом в реальном времени.

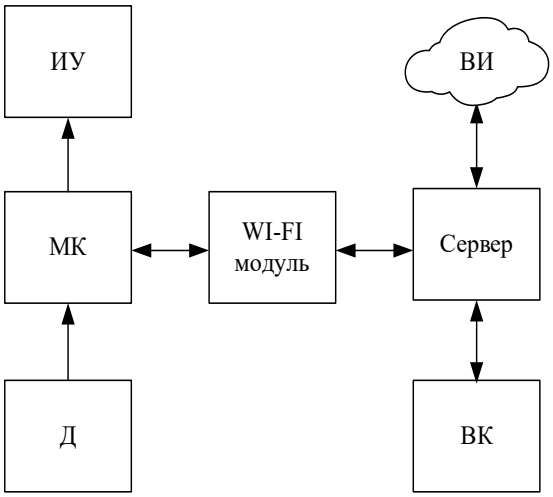


Рис. 1

WI-FI модуль — предназначен для беспроводной передачи данных с микроконтроллера на сервер. Сервер — устройство, предназначенное для обработки и удаленного хранения данных. ВИ — веб-интерфейс предназначен для удаленного мониторинга параметров аквариума и ручного управления исполнительными устройствами.

В разрабатываемой системе в качестве измерителя соленности предлагается использовать индуктивный датчик электропроводности воды, разработка которого представлена в [2].

В качестве датчика измерителя температуры был взят DS18B20 цифровой термодатчик водонепроницаемый.

Датчик мутности представляет собой оптопару из инфракрасного диода в качестве источника света и фоторезистора в качестве детектора света.

Измеритель кислотности построен на электроде ЭСК 10608/7.

В качестве измерителя уровня жидкости используется ультразвуковой датчик расстояния HC-SR04.

Датчик освещенности представляет собой фоторезистор.

WI-FI модуль — ESP-01 на микросхеме ESP8266.

В качестве сервера используется персональный компьютер следующей конфигурации: процессор AMD Ryzen 5 2600, материнская плата на чипсете B450, объем оперативное запоминающее устройство не менее 32ГБ, постоянное запоминающее устройство RAID 0.

Видеокамера — Hikvision DS-2CD2432F-IW.

Модель микроконтроллера — Atmega328p.

3. Заключение

Таким образом, предложена интеллектуальная система управления, обеспечивающая автономный контроль и обслуживание аквариумов. Система включает в себя набор датчиков для измерения параметров воды, набора исполнительных устройств, микроконтроллера, сервера, видео камер. Взаимодействие оператора и системы предлагается с помощью веб-интерфейса. Система предполагает использование модульной архитектуры для расширения функционала и обновления компонентной базы.

4. Список литературы

[1] Львович, М. И. Вода и жизнь / М. И. Львович. — М. : Издательство Мысль, 1986. — 254 с.
[2] Янковский, С. И. Индуктивный датчик солености поверхностных вод // С. И. Янковский, М. А. Дурманов. — Матер. семинара «Актуальные проблемы контроля окружающей среды» — Севастополь, 2020. — 71 с.

CLIMATE CONTROL DEVICE FOR AQUARIUM

Frolova M. A., Yankovskiy S. I., Durmanov M. A.
Scientific adviser: Durmanov M. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The development of an intelligent aquarium control system is considered. A block diagram of the proposed system has been developed. The devices for the main nodes of the circuit are selected.

ФОРМИРОВАТЕЛЬ КВАДРАТУРНЫХ СИГНАЛОВ НА СИММЕТРИЧНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ D-ТРИГГЕРАХ

Манько А. С., Зеленкевич Д. Ю., Смаилов С. Ф., Ветров И. Л.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Ветров И. Л.
НИЛ «Разработка интегральных схем», Россия
E-mail: sahamanko@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен вариант исполнения формирователя квадратурных сигналов с использованием симметричных дифференциальных D-триггеров, основанных на квадратурном делителе частоты с коэффициентом деления 4. Приведены результаты моделирования и проведён сравнительный анализ с вариантом формирователя квадратурных сигналов на классических *D*-триггерах. Схема формирователя квадратурных сигналов выполнена по КМОП-технологии 0,18 мкм.

1. Введение

В современных системах связи, использующих квадратурные виды модуляции сигналов (*QPSK*, *QAM*), необходимы генераторы, обеспечивающие формирование квадратурных компонент несущей. В литературе известен подход, подразумевающий выделение *I*- и *Q*- составляющих путём применения квадратурного делителя частоты (КДЧ) с коэффициентом деления 4 [1]. В докладе представлена схема формирователя квадратурных сигналов (ФКС) на основе КДЧ с симметричными дифференциальными *D*-триггерами (СДТ), обеспечивающая повышенные характеристики в отношении стабильности коэффициента заполнения, быстродействия и устойчивости фазового сдвига. Приведены результаты моделирования и сравнения с ФКС на классических *D*-триггерах.

2. Основная часть

В общем случае КДЧ с $K_{дел}$ = 4 реализуются на основе трёх делителей частоты (ДЧ) с $K_{дел}$ = 2, как показано на рис. 1. Одиночные ДЧ представляют собой двухступенчатые *D*-триггеры, работающие по структуре «ведущий-ведомый» с заведением обратной связи с инвертирующего выхода ведомого на вход ведущего.

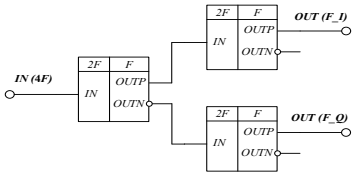


Рис. 1

Для достижения повышенного быстродействия ДЧ возможен вариант использования вместо классических *D*-триггеров (рис. 2а) СДТ [2] (рис. 2б). Они отличаются введением двух пар дифференциальных входов, заводящих входной сигнал на затворы КМОП ключей. Первая пара входов выполнена на *p*-канальных МОП, а симметричная ей вторая — на *n*-канальных МОП.

В докладе представляется схема ДЧ, в которой выходной дифференциальный сигнал *OUTP*/*OUTN* ведущего СДТ подаётся на входы ведомого *INP*/*INN* соответственно, а обратная связь с выхода *OUTP*/*OUTN* ведомого триггера подаётся на противоположные ему входы *INP*/*INN* ведущего.

Сравнительный анализ характеристик ФКС на основе представленных ДЧ на частоте 500 МГц, нагруженных на логические инверторы, приведён в таблице 1. Учтены изменения температуры в пределах –10…80 °*C* и напряжения питания в диапазоне 3…3,6 В. Верхняя частота f_{max} выбрана исходя из технического задания, по которому нестабильность коэффициента заполнения Δ*d* при экстремальных условиях (э.у.) не превышает ±0,1 %.

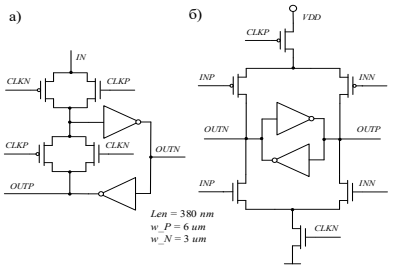


Рис. 2

Таблица 1

	ФКС классич.	ФКС предлаг.
Кол-во транз.	50	62
f_{max}, МГц	180	500
Δ*d*, %	+0,235 (н.у.) +0,490 (э.у.)	+0,038 (н.у.) +0,055 (э.у.)
Δφ, °	–0,33 (н.у.) +0,50 (э.у.)	+0,22 (н.у.) +0,49 (э.у.)
$I_{потр}$, мкА (500 МГц)	523 (н.у.) 626 (э.у.)	512 (н.у.) 538 (э.у.)

3. Заключение

Таким образом, разработан высокоточный и высокостабильный ФКС на КДЧ по 0,18 мкм КМОП-технологии. Показаны преимущества применения симметричных дифференциальных *D*-триггеров и проанализирована схема на их основе.

4. Список литературы

[1] Bajestan, M. M. A low phase-noise wide tuning-range quadrature oscillator using a transformer-based dual-resonance ring / M. M. Bajestan // IEEE Trans. Microw. Theory Techn, 2015. — Т. 63. — С. 1142.

[2] Макаров, А. Б. КМОП-делитель частоты на 2 с высокой стабильностью скважности выходного импульса / А. Б. Макаров // Проблемы разработки перспективных микро- и наноэлектронных систем (МЭС), 2012. — №1. — С. 328—331.

QUADRATURE SIGNAL SHAPER USING SYMMETRICAL DIFFERENTIAL D-FLIP-FLOPS

Manko A. S., Zelenkevich D. Y., Smailov S. F.,
Vetrov I. L.
Scientific adviser: Vetrov I. L.
SSL «Design of Integral Chips», Russia

Abstract — Design style of quadrature signals shaper based on quadrature frequency divider with ratio 4, using symmetrical differential D-flip-flops, is discussed. Modeling results are shown; a comparison with conditioner using classic D-flip-flops is provided. Circuit of the shaper is designed using CMOS-technology 0.18 um.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ВРЕДНЫХ ГАЗОВ В АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

Бык А. В., Тыщук Ю. Н.
Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: byk_andrew@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена система контроля вредных газов в автомобильном транспорте которая производит анализ воздуха и обнаруживает вредные вещества в автомобильном хозяйстве. Приведены схемы для обнаружения вредных веществ, и устройства, передающие данные с датчиков на ПК.

1. Введение

В нынешнее время загрязнение воздуха является одной из основных проблем. Одно из основных причин загрязнения воздуха является автомобильный транспорт. Автомобильный транспорт выпускает выхлопные газы, которые содержат большое количество различных вредных веществ. Большинство вредных веществ являются опасными для здоровья человека. Вредные вещества особенно скапливаются в парковках, особенно в подземных, а также в мастерских. В докладе рассмотрен метод контроля вредных веществ автомобильного транспорта.

2. Основная часть

В докладе приведена структурная схема предложенной системы контроля на рис. 1 и функциональная схема на рис. 2. Структурная схема состоит из блоков контроля и управления, питания, сбора данных, датчиков, элементов управления, модуля связи, ПК, сигнализатора и выносного блока.

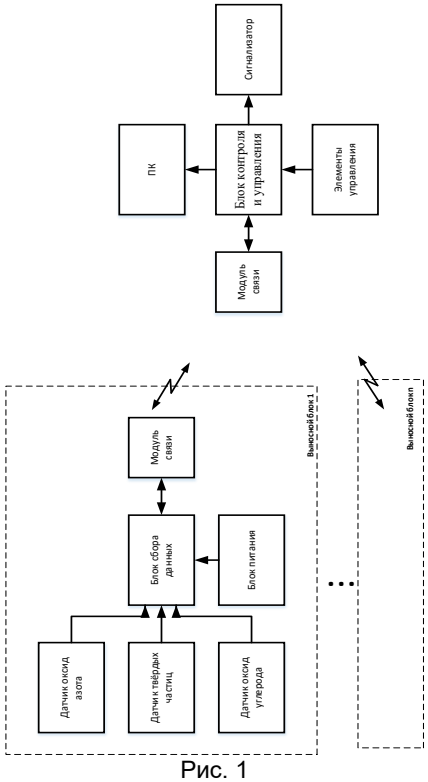


Рис. 1

Обмен осуществляется по протоколу *RS*485, обеспечивающему передачу данных с каждого датчика на устройство. Также происходит обмен модуля *Wi-Fi* по беспроводной сети с передачей звуковых и световых индикаторов, сигнализирующих об опасности, по протоколу *UART*. Микроконтроллер осуществляет обмен с модулем *ENCJ*28*J*60 посредством *SPI*-интерфейса.

Микроконтроллер *STM*32 обеспечивает основное управление системой контроля. Клавиатура используется для управления и настройки микроконтроллера. Также в системе предусмотрен внешний источник преобразователь напряжения для питания схемы.

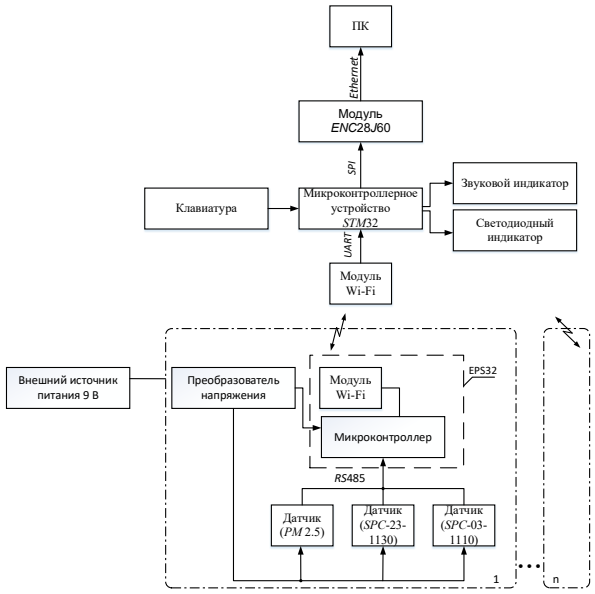


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, разработана система, позволяющая контролировать вредные газы в автомобильном транспорте.

4. Список литературы

[1] Тамадаев, В. Г. Использование природного газа — решение экологических проблем отечественного автотранспорта / В.Г. Тамадаев, Л.М. Негинский, Е.В. Харченко. – 2011.

[2] Анализаторы качества воздуха [Электронный ресурс] / Энергометрика. — Режим доступа: *https://www.energometrika.ru/datchik-kachestva-vozduha-co2-co*

[3] Микроконтроллер *EPS*32 - Микроконтроллер *EPS*32 [Электронный ресурс] / АрдуиноМастер — Режим доступа: *https://arduinomaster.ru/platy-arduino/esp32-arduino-raspinovka-arduino-ide/#i*

HAZARDOUS GAS CONTROL SYSTEM IN AUTOMOBILE TRANSPORT

Byk A. V., Tyschuk Y. N.
Scientific adviser: Tyschuk Y. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The system for monitoring harmful gases in road transport is considered, which analyzes the air and detects harmful substances in the automotive industry. Sensors for the detection of harmful substances, and devices that transmit data from sensors to a PC are provided.

Секция 8

КОМПОНЕНТНАЯ БАЗА РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ФЕРМИ НА РАСЧЕТ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕРТИКАЛЬНЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР, СОДЕРЖАЩИХ 2D-МАТЕРИАЛЫ

Коломейцева Н. В., Щербакова И. Ю., Поляков И. С., Абрамов И. И.
Научный руководитель: д-р физ.-мат. наук, проф. Абрамов И. И.
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь
E-mail: nanodev@bsuir.edu.by

Аннотация — В докладе рассмотрено моделирование вольт-амперных характеристик вертикальных гетероструктур, содержащих 2D-материалы с использованием предложенной комбинированной модели. Проведено исследование влияния уровня Ферми на электрические характеристики приборной двухбарьерной структуры на основе h-BN/графен.

1. Введение

К 2D-материалам относятся материалы, состоящие из одного или нескольких слоев, например, графен, h-BN, MoS_2, $MoSe_2$, $MoTe_2$, WS_2 и др. Гексагональный нитрид бора может использоваться в качестве диэлектрика и материала подложки для электронных устройств на основе графена [1]. Исследование транспорта в гетероструктурах, состоящих из нескольких слоев h-BN, расположенных между слоями графена является актуальной задачей.

2. Основная часть

Комбинированная модель [2-4], основанная на самосогласованном решении уравнений Шредингера и Пуассона, была модифицирована для моделирования вертикальных гетероструктур, содержащих 2D-материалы. Модифицированы алгоритм и реализующее модель программное обеспечение с учетом особенностей вертикальных гетероструктур.

Возможности модели продемонстрированы на примере моделирования двухбарьерной гетероструктуры h-BN/графен с барьерами шириной 1,0 нм и расположенной между ними квантовой ямой шириной 2,7 нм. Другие параметры даны в [4].

На рис. 1 показаны вольт-амперные характеристики исследуемой структуры при различных значениях уровня Ферми.

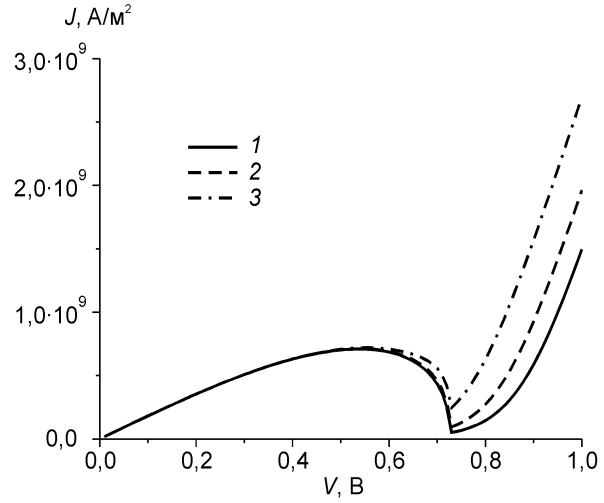


Рис. 1

Кривая 1 соответствует значению уровня Ферми E_F = 1,4 эВ, кривая 2 – E_F = 1,42 эВ, кривая 3 – E_F = 1,45 эВ.

При увеличении уровня Ферми пиковые токи увеличиваются, пиковые напряжения смещаются в область более высоких значений, а область отрицательной дифференциальной проводимости становится менее выраженной вплоть до ее полного исчезновения при дальнейшем увеличении E_F. Т.е. носители заряда обладают достаточной энергией для преодоления потенциальных барьеров.

3. Заключение

В работе предложена модифицированная модель, предназначенная для моделирования вертикальных гетероструктур, содержащих 2D-материалы. С ее помощью проведено исследование влияния уровня Ферми на электрические характеристики гетероструктуры h-BN/графен с вертикальным транспортом.

4. Список литературы

[1] Negative differential resistance in boron nitride graphene heterostructures: physical mechanisms and size scaling analysis / Y. Zhao [et. al] // Scientific reports. — 2015. — Vol 5. — P. 10712. — DOI: 10.1038/srep10712.

[2] Абрамов, И. И. Основы моделирования элементов микро- и наноэлектроники / И. И. Абрамов. — LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken, Germany, 2016. — 444 с.

[3] Simulation of graphene field-effect transistors and resonant tunneling diodes based on carbon nanomaterials / I. I. Abramov [et. al] // Proc. of SPIE. — 2019. — Vol 10224. — P. 102220F-1-11.

[4] Simulation of various nanoelectronic devices based on 2D materials // I. I. Abramov [et. al] // Proc. of SPIE. — 2022. — Vol. 12157. — P. 121570U-1-9.

FERMI LEVEL INFLUENCE ON IV-CHARACTERISTICS OF VERTICAL HETEROSTRUCTURE BASED ON 2D-MATERIALS

Kalameitsava N. V., Shcherbakova I. Y., Polyakov I. S., Abramov I. I.
Scientific adviser: Abramov I. I.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus

Abstract — In the paper, calculation of IV-characteristics of heterostructures based on 2D-materials with the use of proposed combine model was presented. Fermi level influence on IV-characteristics of investigated double-barrier structure h-BN/graphene was considered.

РАСЧЕТ ВЫХОДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ НА ОСНОВЕ ДВУХСЛОЙНОГО ГРАФЕНА

Коломейцева Н. В., Щербакова И. Ю., Ермак В. О., Абрамов И. И.
Научный руководитель: д-р физ.-мат. наук, проф. Абрамов И. И.
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь
E-mail: nanodev@bsuir.edu.by

Аннотация — В докладе представлены расчеты выходных характеристик двухзатворного полевого транзистора на двухслойном графене с помощью предложенной квантовой диффузионно-дрейфовой модели.

1. Введение

Высокие подвижность носителей заряда, проводимость и свойство амбиполярности графена делают его перспективным материалом для применения в электронике. В докладе описана предложенная квантовая диффузионно-дрейфовая модель полевого графенового транзистора (ПГТ).

2. Основная часть

Модель ПГТ на двухслойном графене класса комбинированных [1] основана на уравнениях квантовой диффузионно-дрейфовой модели и имеет существенное отличие от модели ПГТ на однослойном графене [2]. Расчет выходных характеристик осуществляется на основе найденного на первом этапе электростатического потенциала в канале транзистора, зависящего от квантовой емкости. Значение квантовой емкости в свою очередь зависит от запрещенной зоны, открываемой в двухслойном графене при приложении напряжения к затворам прибора. Описание модели приведено в [3].

Исследуемым прибором являлся двухзатворный ПГТ на основе двухслойного графена [4]. Основными параметрами для расчетов являлись длина канала 4 мкм, ширина канала 4 мкм, эффективная масса носителей заряда в графене $0{,}0311m_0$, толщина верхнего подзатворного диэлектрика Al_2O_3 8 нм и его диэлектрическая проницаемость $9{,}1\varepsilon_0$, толщина нижнего подзатворного диэлектрика SiO_2 90 нм и его диэлектрическая проницаемость $3{,}9\varepsilon_0$, подвижность электронов 0,026 м^2/В·с, подвижность дырок 0,0397 м^2/В·с.

На рис. 1 показаны результаты расчетов выходных характеристик исследуемого прибора,

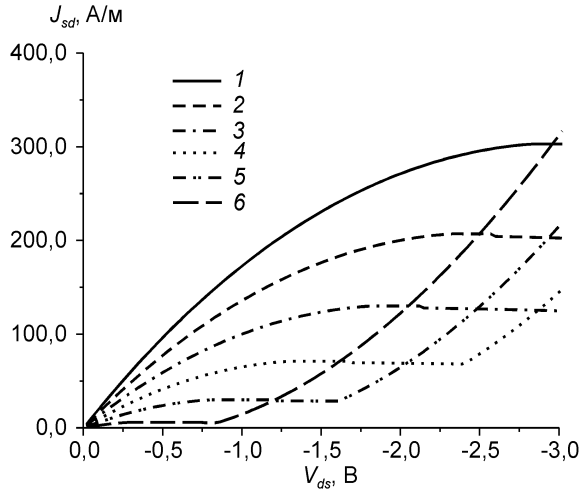


Рис. 1

полученные с помощью предложенной модели при фиксированном напряжении на нижнем затворе –60 В при различных напряжениях на верхнем затворе.

Кривая 1 соответствует значению V_{tg} = –3 В, кривая 2 – V_{tg} = –2,5 В, кривая 3 – V_{tg} = –2,0 В, кривая 4 – V_{tg} = –1,5 В, кривая 5 – V_{tg} = –1,0 В, кривая 6 – V_{tg} = –0,5 В.

Приложение вертикального напряжения между верхним и нижним затворами транзистора приводит к открытию запрещенной зоны в двухслойном графене и улучшению тока насыщения на характеристиках прибора. Например, открытие запрещенной зоны в графене равно E_g = 86 мэВ при напряжении на верхнем затворе V_{tg} = –3 В, E_g = 111 мэВ при V_{tg}= –2,5 В , E_g = 136 мэВ при V_{tg}= –2 В, E_g=161 мэВ при V_{tg}= –1,5 В , E_g = 186 мэВ при V_{tg} = –1 В, E_g = 210 мэВ при V_{tg} = –0,5 В.

3. Заключение

В работе предложена квантовая диффузионно-дрейфовая модель ПГТ на основе двухслойного графена. Рассмотрен метод расчета выходных вольт-амперных характеристик исследуемого прибора. Проведены предварительные расчеты вольт-амперных двухзатворного ПГТ на двухслойном графене при различных напряжениях на верхнем затворе.

4. Список литературы

[1] Абрамов, И. И. Основы моделирования элементов микро- и наноэлектроники / И. И. Абрамов. — LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken, Germany, 2016. — 444 с.

[2] Влияние диэлектриков затворов полевых графеновых транзисторов на вольт-амперные характеристики / Абрамов И. И. [и др.] // Микроэлектроника. — 2021. — Т. 50, № 2. — С. 127—134.

[3] 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. — V. 12157. — P. 121570X-1-6.

[4] Current saturation and voltage gain in bilayer graphene field effect transisrors / B. N. Szafranek [et. al] // Nano Lett. — 2012. — Vol. 12, N 3. — P. 1324—1328.

CALCULATION OF OUTPUT CHARACTERISTICS OF FIELD-EFFECT TRANSISTORS BASED ON BILAYER GRAPHENE

Kalameitsava N. V., Shcherbakova I. Y., Ermak V. O., Abramov I. I.
Scientific adviser: Abramov I. I.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus

Abstract — In the paper calculation of output characteristics of field-effect transistor based on bilayer graphene with the use of proposed quantum drift-diffusion model was presented.

ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ БАРЬЕРОВ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ХАРАКТЕРИСТИК РТД НА ОСНОВЕ GaN/AlGaN С ВЕРТИКАЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Щербакова И. Ю., Коломейцева Н. В., Ермак В. О., Поляков И. С., Абрамов И. И.
Научный руководитель: д-р физ.-мат. наук, проф. Абрамов И. И.
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь
E-mail: nanodev@bsuir.edu.by

Аннотация — В докладе приведены результаты моделирования вольт-амперных характеристик (ВАХ) резонансно-туннельных диодов (РТД) на основе GaN/AlGaN с вертикальным транспортом с использованием предложенной комбинированной модели. Модель основана на численном решении уравнений Шредингера и Пуассона в активной области прибора. Рассмотрены случаи с барьерами из AlGaN различной толщины.

1. Введение

Широкозонные соединения $A^{III}B^{V}$ представляют собой одни из наиболее привлекательных полупроводниковых материалов для микроэлектроники, оптоэлектроники и силовой электроники. Нитриды третьей группы характеризуются большим разрывом зоны проводимости и высокой энергии LO-фононов. Они могут использоваться для высокочастотных устройств, приборов высокой мощности, оптоэлектронных приборов. Следовательно, задача разработки адекватных численных моделей и расчет ВАХ указанных приборов весьма актуальны.

2. Основная часть

Рассмотренная в работе гетероструктура РТД состоит из активной области квантовой ямы из нелегированного GaN шириной 1 нм, которая ограничена барьерами из $Al_{0.4}Ga_{0.6}N$, ширина которых варьируется от 0,5 нм до 2 нм с шагом 0,5 нм. Активная область прибора отделена от легированных контактов из n^+-GaN спейсерными слоями из нелегированного GaN толщиной 5 нм.

Для расчета электрических характеристик прибора использовалась разработанная комбинированная физико-математическая модель, основанная на моделях [1, 2]. Модель сочетает полуклассический и квантовомеханический подходы [3, 4] для учета влияния протяженных пассивных областей. Для нахождения самосогласованного потенциала решается система уравнений Шредингера (в активной области) и Пуассона (для всего прибора).

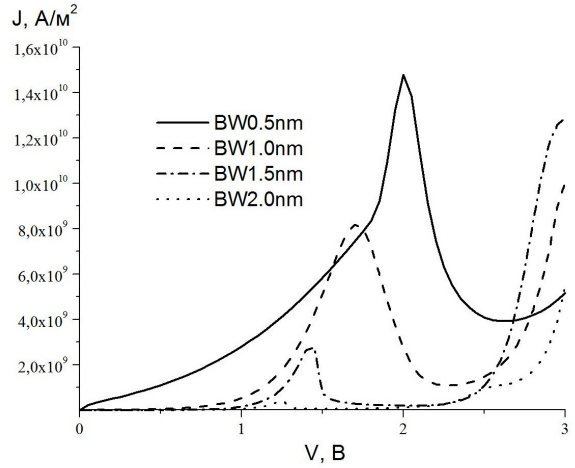


Рис. 1

Проведены расчеты ВАХ гетероструктур для случаев с различной толщиной барьеров (BW=0,5 нм; BW=1 нм; BW=1,5 нм; BW=2 нм). Ширина квантовой ямы равна 1 нм. Результаты моделирования приведены на рис. 1.

Видно, что ВАХ чувствительна к изменению размеров барьеров. Плотности тока пика и долины уменьшаются, а контрастность ВАХ увеличивается по мере увеличения размеров барьеров.

3. Заключение

В работе представлены результаты моделирования ВАХ РТД на основе GaN/AlGaN с вертикальным транспортом. Исследовано влияние толщины барьеров $Al_{0.4}Ga_{0.6}N$ на характеристики прибора. Установлено, что значение пиковых и долинных плотностей тока уменьшаются, а контрастность ВАХ увеличивается с увеличением размеров барьеров.

Предложенная комбинированная модель предназначена для расчетов ВАХ РТД с вертикальной структурой.

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] Абрамов, И. И. Основы моделирования элементов микро- и наноэлектроники / И. И. Абрамов. — LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken, Germany, 2016. — 444 с.
[4] Simulation of various nanoelectronic devices based on 2D materials // I. I. Abramov [et. al] // Proc. of SPIE. — 2022. — Vol. 12157. — P. 121570U-1-9.

STUDY OF THE INFLUENCE OF BARRIER THICKNESS WHEN SIMULATING THE CHARACTERISTICS OF RTD BASED ON GaN/AlGaN WITH VERTICAL TRANSPORT

Shcherbakova I. Y., Kalameitsava N. V., Ermak V. O., Polyakov I. S., Abramov I. I.
Scientific adviser: Abramov I. I.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus

Abstract — In the report, the simulation results of IV-characteristics of resonant tunneling diodes (RTDs) based on GaN/AlGaN with vertical transport, using the proposed numerical combined model, are presented. The model is based on the numerical solution of the Schredinger and Poisson equations in the active region of the device. Cases with AlGaN barriers of various thicknesses are considered.

РАЗРАБОТКА МНОГОЧАСТОТНОГО РЕГЕНЕРАТИВНОГО ТРАНЗИСТОРНОГО УСИЛИТЕЛЯ

Широкова Е. И. Коновалова Е. О., Широков И. Б., Сердюк И. В.
Научный руководитель: д-р техн. наук, доц. Широков И. Б.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: shirokova@ieee.org

Аннотация — Рассмотрена разработка многочастотного регенеративного транзисторного усилителя, относящегося к области радиотехники, и применяемого для построения радиотехнических и телекоммуникационных систем различного назначения.

1. Введение

Качественные показатели любой радиотехнической системы во многом определяются параметрами входящего в состав ее приемного тракта входного усилителя, к числу которых относятся уровень шумов, коэффициент усиления и потребление энергии. Немаловажным фактором является также простота конструкции. Регенеративный транзисторный усилитель обеспечивает высокий коэффициент усиления, низкий уровень шума, малое потребление энергии и обладает простейшей конструкцией [1]. Основным недостатком такого усилителя является его резонансная природа функционирования, которая приводит к узкой полосе усиления сигналов. Поэтому методы расширения полосы усиления регенеративного усилителя представляются актуальной задачей.

2. Основная часть

В основу разработки многочастотного регенеративного транзисторного усилителя положена задача увеличения полосы усиления, что достигается построением усилителя, содержащего входной разъем, квадратурный мост, пару однопортовых резонансных транзисторных усилителей, выходной разъем. При этом входной разъем соединен с входом квадратурного моста, квадратурные выходы которого соединены с входами/выходами однопортовых транзисторных усилителей, а выход квадратурного моста соединен с выходным разъемом.

Предлагаемый усилитель [2] отличается добавлением в схему дополнительных квадратурных мостов и дополнительных пар однопортовых транзисторных усилителей соответственно, причем выход первого квадратурного моста соединен с входом второго квадратурного моста. Выход второго квадратурного моста соединен с входом третьего квадратурного моста и так далее. Выход последнего квадратурного моста соединен с выходным разъемом усилителя. Квадратурные выходы каждого квадратурного моста соединены с входами/выходами пары однопортовых резонансных транзисторных усилителей, каждая пара из которых имеет различные частоты настройки. Таким образом, каскадное включение этих усилителей помогает достичь более широкой полосы пропускания, а количество пар усилителей выбирается исходя из требуемой полосы пропускания многочастотного регенеративного транзисторного усилителя.

Предложенный усилитель полностью сохраняет полезные свойства своего прототипа — регенеративного транзисторного усилителя. Коэффициент усиления полезного сигнала высок, потребляемая мощность мала, а также сверхнизок уровень шумов. Кроме того, высокочастотный регенеративный транзисторный усилитель достаточно прост в конструкции. Схема усилителя показана на рис. 1.

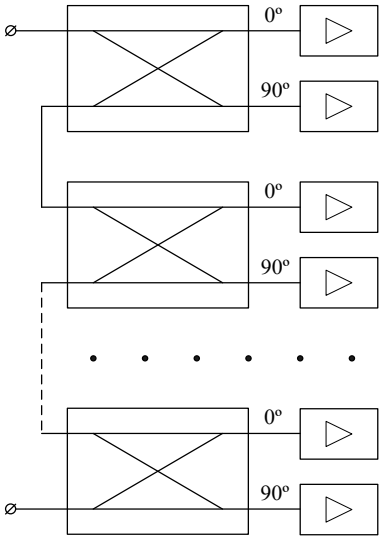


Рис. 1

3. Заключение

Использоваться многочастотный регенеративный транзисторный усилитель может в различных приборах за счет низкого потребления энергии, а также широкой полосы пропускания.

Плюсом усилителя, несомненно, является гибкая настройка частот, задающаяся без расчета сложных цепей, лишь путем наращивания числа каскадов усиления, каждый из которых имеет свою рабочую частоту.

4. Список литературы

[1] Широков, И. Б. Однопортовый резонансный транзисторный усилитель / И. Б. Широков, Д. В. Лялюк, И. Ф. Филиппов // Вестник СевНТУ. Вып. 149, Серия: Информатика, электроника, связь. — Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2014. — С. 54—59.

[2] Широков, И. Б. Многочастотный регенеративный транзисторный усилитель / И. Б. Широков, И. В. Сердюк, Е.И. Широкова. — Патент РФ № 2778244 C1. МПК H03F 3/189, H03F 1/42. №2021116959 от 09.06.2021 Опубл. 16.08.2022 Бюл. № 23.

DEVELOPMENT OF A MULTI-FREQUENCY REGENERATIVE TRANSISTOR AMPLIFIER

Shirokova E. I, Konovalova E. O,
Shirokov I. B, Serdyuk I. V.
Scientific adviser: Shirokov I. B.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The design of a multi-frequency regenerative transistor amplifier, related to the field of radio engineering and used to build radio engineering and telecommunications systems for various purposes, is considered.

Секция 9

WEB-ТЕХНОЛОГИИ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

ИНТЕРФЕЙС И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДЛЯ УСТРОЙСТВ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ С ПОМОЩЬЮ NEXTION INTELLEGENT

Барздун В. Д.[1], Жильцов О. Г.[1], Мурзин В. М.[2], Мурзин Д. Г. [1]
Научный руководитель: канд. техн. наук Мурзин Д. Г.
[1]Севастопольский государственный университет, Россия
[2]Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, Россия
E-mail: oleg.zhilczov@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены характеристики и преимущества управления устройствами интернета вещей с помощью Nextion Intellegent. Описан пример интерфейса, созданного с помощью Nextion Intellegent.

1. Введение

На сегодняшний день на рынке техники имеется множество различных устройств с функцией удаленного пользования, иначе говоря, устройств интернета вещей. Основными признаками интернет вещей являются: вертикальная и горизонтальная интеграция процессов производственных систем внутри предприятия и управление полным жизненным циклом продуктов через удаленный мониторинг, предсказание состояния и управление. Благодаря большему комфорту и возможности автоматизации появился большой спрос на специальные системы по мониторингу и управлению устройствами интернета вещей. Одной из таких систем является Nextion серии intelligent.

В рамках программирования дисплеев для различных устройств Nextion является самой популярной платформой.

В докладе рассмотрены особенности Nextion Intellegent, которые позволяют достаточно быстро и просто создать свой дисплей для разных задач.

2. Основная часть

Визуализация данных — это представление данных в виде, который обеспечивает наиболее эффективную работу человека по их изучению. Она применяется для презентации отчетов и данных за некий период времени.

Программа Nextion Editor позволяет с помощью заранее настроенных изображений, легкого и понятного языка или внутреннего редактора создать интерфейс HMI GUI под любую задачу, который затем устанавливается на дисплей, оснащенный микроконтроллером, сенсерным дисплеем. На дисплеи серии Intelligent, устанавливаются более мощное MCU, флэш-память и SRAM по сравнению с сериями Basic и Enhanced.

На рис. 1 приведен пример визуализации интерфейса текущей температуры и влажности.

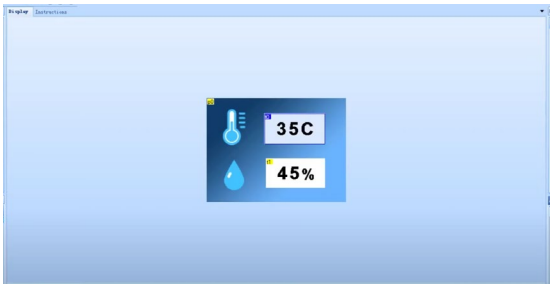


Рис. 1

Дисплей может взаимодействовать с внешним микроконтроллером через сериальный порт TTL для отображения событий, передаваемых с внешнего MCU, что позволяет максимально сократить задержку коммуникации.

Главным преимуществом Nextion Intellegent являются компоненты, которые позволяют манипулировать интерфейсом. Всего имеется 18 базовых и 11 дополнительных компонентов, которые открывают пользователю большой функционал редактора. В отличии от предыдущих версий, у серии Intelligent появились новые возможности для многих компонентов, как например:

— репозиционирование компонентов доступом к значениям x и y или при помощи инструкции перемещения;

— настройка непрозрачности компонентов от 0 до 127;

— создания эффекта горизонтального и вертикального пролистывания страниц с помощью сенсорного дисплея;

— несколько интересных эффектов появления компонентов, с приоритетностью выполнения и длительностью эффекта.

3. Заключение

На данный момент Nextion является одной из самых популярных платформ для создания дисплеев, обладающих понятным интерфейсом и простотой создания.

Благодаря этим качествам можно относительно быстро создавать электронные устройства интернета вещей с многофункциональным и наглядным интерфейсом.

4. Список литературы

[1] Перри, Ли Архитектура интернета вещей [Электронный ресурс] / Перри Ли. — Режим доступа: https://www.rulit.me/data/programs/resources/pdf/Arhitektura-interneta-veshchey_RuLit_Me_624071.pdf.

[2] Макаров, С. Л. ARDUINO UNO И RASPBERRY PI 3: от схемотехники к интернету вещей [Электронный ресурс] / С.Л. Макаров. — Режим доступа: https://www.rulit.me/data/programs/resources/pdf/Arduino-Uno-i-Raspberry-Pi-3-Ot-shemotehniki-k-internetu-veshchey_RuLit_Me_649519.pdf.

INTERFACE AND VISUALIZATION FOR IoT DEVICES WITH NEXTION INTELLEGENT

Barzdun V. D.[1], Zhiltsov O. G.[1], Murzin V. M.[2], Murzin D. G.[1]
Scientific adviser: Murzin D. G.
[1]Sevastopol State University, Russia
[2]Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Russia

Abstract — The characteristics and advantages of controlling Internet of Things devices using Nextion Intellegent are considered. An example of an interface created using Nextion Intelligent is described.

TELEGRAM BOT НА БАЗЕ REACT.JS

Барздун В. Д.[1], Жильцов О. Г.[1], Мурзин В. М.[2], Мурзин Д. Г. [1]
Научный руководитель: канд. техн. наук Мурзин Д. Г.
[1]Севастопольский государственный университет, Россия
[2]Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, Россия
E-mail: oleg.zhilczov@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены особенности технологий разработки информационного телеграмм бота, его преимущества и возможности. Описан пример функционала такого бота для сервиса продажи одежды.

1. Введение

В эпоху всеобщей цифровизации создаются новые технологии и сервисы в сети Интернет, которые дают значительные преимущества для осуществления коммерческой деятельности, такие как сравнительно небольшие финансовые затраты, возможность клиенту получить более полную информацию о продуктах и многое другое.

В последние несколько лет актуальной тенденцией в IT-индустрии стало создание чат-ботов, которые имеют настолько большой потенциал в использовании, что, как считают эксперты, в будущем заменят собой множество приложений и интернет поисковиков [1].

2. Основная часть

ReactJS — библиотека JavaScript, которая помимо создания пользовательских приложений и веб страниц, может быть использована для создания чат бота в telegram.

ReactJS является наиболее подходящим языком для создания UI приложений благодаря простоте проектирования пользовательских интерфейсов.

Чат-бот — это отдельный чат в мессенджере, в котором происходит общение с программой.

Сообщения от бота приходят в виде текста, изображений, кнопок и многих других UI элементов, бот так же может реагировать на сообщения от пользователей.

Для создания чат бота была использована библиотека Urban bot, которая позволяет без знаний API telegram, легко создать требуемого чат бота с базовыми знаниями библиотеки React. При дальнейшем проектировании от программиста потребуются лишь хуки и компоненты, которые будут описывать действия вашего бота.

Для установки универсальной библиотеки чат-ботов на основе React — Urban Bot необходимо с помощью JS прописать команду:

npx create-urban-bot my-app --template js

После введения Telegram токена и активации Telegram render, необходимо полностью расписать взаимодействие бота с пользователем.

На рис. 1 представлен фрагмент листинга кода простого Telegram бота по продаже одежды.

С помощью компонентов Button и ButtonGroup были заданы кнопки с различными вариациями дальнейших действий бота [2].

С помощью компонента Dialog и последующих DiologStep бот отвечает в зависимости от нажатий кнопок пользователем по заданному алгоритму действий.

```
import React from 'React';
import { Dialog, DialogStep, Text, ButtonGroup, Button } from '@urban-bot/core';

function TreeDialogExample() {
    return (
        <Dialog>
            <DialogStep
                content={
                    <ButtonGroup title="Привет, что вы хотите купить?">
                        <Button id="Tshirt">Футболка</Button>
                        <Button id="Hoody">Толстовка</Button>
                        <Button id="Pants">Штаны</Button>
                    </ButtonGroup>
                }
            >
                <DialogStep
                    match="Tshirt"
                    content={
                        <ButtonGroup title="Размер футболки">
                            <Button id="m">S</Button>
                            <Button id="s">M</Button>
                            <Button id="l">L</Button>
                        </ButtonGroup>
                    }
                />
                <DialogStep
                    match="Hoody"
                    content={
                        <ButtonGroup title="Размер толстовки">
                            <Button id="m">S</Button>
                            <Button id="s">M</Button>
                            <Button id="l">L</Button>
                        </ButtonGroup>
                    }
                />
                <DialogStep
                    match="Pants"
                    content={
                        <ButtonGroup title="Цвет штанов?">
                            <Button id="black">Черный</Button>
                            <Button id="white">Белый</Button>
                            <Button id="white">Синий</Button>
                        </ButtonGroup>
                    }
                />
            </DialogStep>
        </Dialog>
    );
}
```

Рис. 1

3. Заключение

На сегодняшний день, библиотека React является востребованной платформой, обладающей высокой эффективности в области разработки UI приложений. С помощью Urban Bot, который позволяет, с помощью компонентного подхода и без глубоких знаний самого React и API Telegram, создать своего Telegram бота.

4. Список литературы

[1] Краснов, И. С. Применение технологий хранения и передачи состояний в React приложениях / И. С. Краснов // Гагаринские чтения — 2020 : Сб. тезисов докладов, Москва, 27 декабря 2019 года – 17 2020 года. — М. : Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2020. — С. 446—447.

[2] Клочков, Д. В. Общие компоненты при кроссплатформенной разработке для web- и мобильных приложений с использованием react и react-native / Д. В. Клочков // Молодой ученый. — 2018. — № 36(222). — С. 1—5.

TELEGRAM BOT BASED ON REACT.JS

Barzdun V. D.[1], Zhiltsov O. G.[1], Murzin V. M.[2], Murzin D. G.[1]
Scientific adviser: Murzin D. G.
[1]Sevastopol State University, Russia
[2]Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Russia

Abstract — The features of the selected technologies of the created information telegram bot, its advantages and capabilities are considered. An example of interface and functionality is described.

ГРАФИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС СИСТЕМЫ ЛОКАЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

Барздун В. Д.[1], Жильцов О. Г.[1], Мурзин В. М.[2], Мурзин Д. Г.[1]
Научный руководитель: канд. техн. наук Мурзин Д. Г.
[1]Севастопольский государственный университет, Россия
[2]Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, Россия
E-mail: barzdun.barbara@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены возможности и особенности создания графического интерфейса для системы локального позиционирования с помощью среды разработки Nextion Editor и дисплея Nextion.

1. Введение

Локальная система навигации судна имеет в своей основе принцип определения расстояния, который показывает более высокую точность по сравнению с глобальными навигационными системами (GPS, ГЛОНАСС). Повышение точности делает возможным безопасное плавание под управлением автоматизированных систем, например, систем автоматического причаливания.

Но, кроме автоматизированного управления, локальная система может помогать экипажу: судоводитель сможет по известным точным координатам принимать наилучшие решения при маневрировании. В этом случае в составе системы локального позиционирования необходим графический интерфейс.

В данной статье будет описано, какие средства можно использовать для создания пользовательского интерфейса для подобной системы.

2. Основная часть

На рис. 1 приведен макет графического интерфейса в среде разработки Nextion Editor на дисплее:

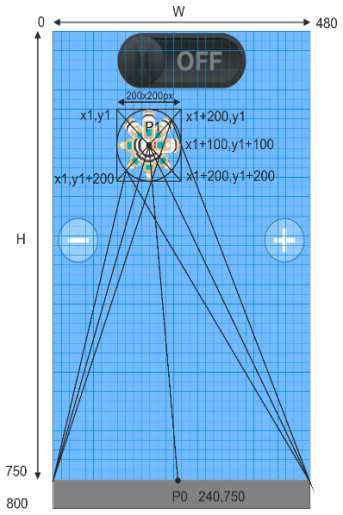


Рис. 1

Для позиционирования судна из расчетного блока поступают значения трёх переменных — координат центра изображения X и Y, а также пути к графическому примитиву в соответствии с углом между перпендикуляром к линии пирса и линии судна.

Файлы с графическими изображениями расположены на внешней SD карте.

Модель работы экрана для отображения процесса причаливания показана на рис. 1. Основное рабочее пространство, где может находиться судно в процессе причаливания имеет характеристики:

— width: 0 — 480 px;

— height: 0 — 750px.

Центр между транспондерами на причале имеет координаты середины экрана по ширине и жестко привязан к координате на экране (240×750 px).

Положение корабля отображается на графическом примитиве размером 200×200 px.

В самом интерфейсе есть возможность приближения изображения и запуска анимации, а четыре крайних блока служат для отображения информации с датчиков, что показано на рис. 2:

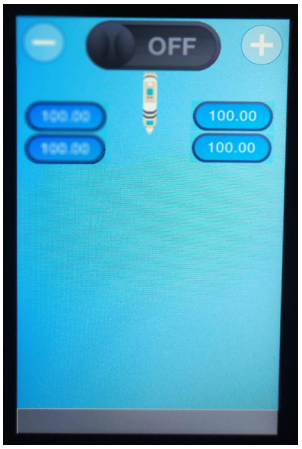


Рис. 2

3. Заключение

Благодаря применению среды разработки Nextion Editor возможно создание графического интерфейса HMI в краткий срок. Так же стоит отметить удобство и интуитивность использования данного интерфейса конечным пользователем.

4. Список литературы

[1] Перри, Ли Архитектура интернета вещей [Электронный ресурс] / Перри Ли. — Режим доступа: https://www.rulit.me/data/programs/resources/pdf/Arhitektura-interneta-veshchey_RuLit_Me_624071.pdf.

[2] Соколова, М. И. Локальная система навигации для маневрирования в порту / М. И. Соколова, Е. И. Широкова, И. Б. Широков // Сб. тр. по матер. II Национальной науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы социально-экономического развития общества», Керчь, 2020. — С. 164—187.

GRAPHIC INTERFACE OF LOCAL POSITIONING SYSTEM

Barzdun V. D.[1], Zhiltsov O. G.[1], Murzin V. M.[2], Murzin D. G.[1]
Scientific adviser: Murzin D. G.
[1]Sevastopol State University, Russia
[2]Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Russia

Abstract — The possibilities and features of creating a graphical interface for a local positioning system, using the Nextion Editor development environment and the Nextion display, are considered.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПАРКОВКАМИ НА ОСНОВЕ СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

Верещагин Т. А., Жильцов О. Г., Бадьянова Б. К., Широков И. Б.
Научный руководитель: д-р техн. наук, доц. Широков И. Б.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: timurav869@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены возможности и преимущества использования технологии OpenCV и обученного машинного интеллекта. Описан пример интерфейса и его взаимодействия с пользователем и системой, соединённой с большим количеством камер.

1. Введение

На сегодняшний день у многих автомобилистов, особенно в крупных городах, возникают проблемы с парковочным местом. Опубликованы результаты исследований, согласно которым обычный человек тратит в среднем до 20 минут на парковку вечером и ещё около половины этого времени, чтобы дойти до места, куда он приехал, не говоря о многочисленных, утомительных пробках [2]. Подобные исследования и массовый сбор информации показывают необходимость к улучшениям.

Как правило, у солидных компаний и граждан, проживающих в элитных районах, есть свои огороженные парковки куда посторонним путь закрыт, однако это не решает проблему глобально.

В современном мире уже ни для кого не секрет, что на улицах и в спальных районах городов имеются системы видеонаблюдения, которые дают возможность фиксировать правонарушения через удаленный мониторинг и разработанные приложения.

В докладе рассмотрен способ решения данной задачи посредством уже имеющихся камер видеонаблюдения и машинного обучения

2. Основная часть

Машинное обучения — это налаживание работы программы по огромному множеству сходных задач, решение которых должно будет выполнять основное программное обеспечение.

Программа позволяет с помощью заранее настроенных изображений машин и предполагаемых мест парковки обучить программное обеспечение различать машины на парковочных местах.

Предполагается, что в городах чаще всего есть дорожная разметка, по которой камера и будет ориентироваться на полную или частичную занятость парковочного места, отсылая каждые 5 минут сообщения на сервер, которые сразу же будут выводиться автомобилистам в мобильном приложении.

Система по умолчанию настроена на парковочную разметку, а при её отсутствии в программе можно указать приблизительно её расположения по заданным шаблонам или вручную. После чего данные поступают на сервер, где обрабатываются с помощью стека технологий Python с библиотекой OpenCV.

При необходимости соблюдения конфиденциальности программу можно обучить распознавать людей по лицам.

После корректировки в разное время суток и нестандартных ситуаций данное программное решение является обоснованным и экономит до 63% процентов времени на парковку автомобиля.

Полученные данные выводятся на дисплей в специальном приложении с удобным дизайном (рис. 1).

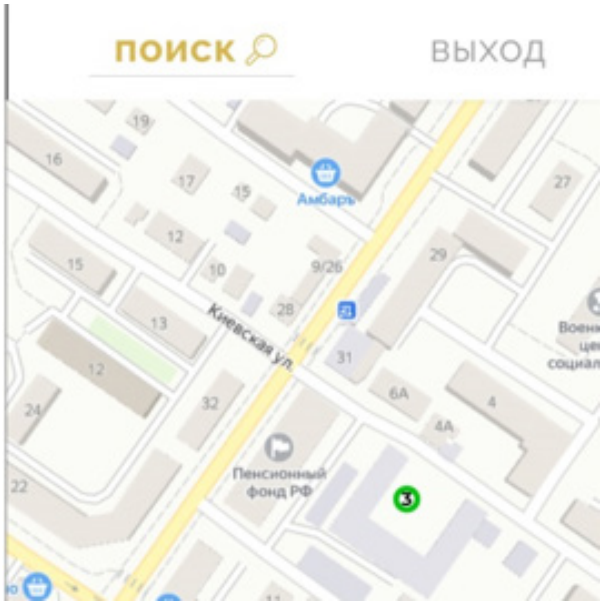


Рис. 1

Приложения показывает сколько свободных мест имеется на ближайших парковках. На мобильный телефон также поступает информация о местоположении и предлагаемый оптимальный маршрут до ближайших парковок.

3. Заключение

На данный момент комфортное приложение понятное пользователю сильно сокращает поиск парковочного места и успешно справляется со своими функциями.

4. Список литературы

[1] OpenCV [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://opencv.org/.
[2] Amanieu/parking_lot [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://github.com/Amanieu/parking_lot

PARKING MANAGEMENT SYSTEM BASED ON VIDEO SURVEILLANCE SYSTEMS

Vereshchagin T. A., Zhiltsov O. G., Badyanova B. K., Shirokov I. B.
Scientific adviser: Shirokov I. B.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The possibilities and advantages of using the opencv technology and a trained machine intelligence are considered. An example of an interface and its interaction with a user and a system connected to a large number of cameras is described.

WEB-СЕРВИС ДЛЯ ПОПУЛЯРИЗАЦИИ ПЕРЕПИСИ НАСЕЛЕНИЯ

Ярова А. В., Дзись М. Е., Солошенко А. О., Нестеренко А. И., Табакаев Д. И.
Научный руководитель: Табакаев Д. И.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: adel-379@rambler.ru

Аннотация — Рассмотрена необходимость создания Web-сервиса для популяризации переписи населения, а также принципы его разработки.

1. Введение

Проблема популяризации переписи населения и работы с получаемыми большими данными, актуальна на данный момент и будет сохранять свою актуальность на протяжении длительного периода времени. Проект популяризует перепись населения с помощью визуализации данных, сравнительных характеристик и проведении ДНК-паспортизации; упрощает работу с имеющимися данными по переписям населения прошлых лет.

2. Основная часть

Президент Российской Федерации издал указ от 11.03.2019 г. №97 «Об Основах государственной политики Российской Федерации в области обеспечения химической и биологической безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу» [1]. Согласно пункту 13 которого, одной из основных задач государственной политики, является осуществление генетической паспортизации населения с учетом правовых основ защиты данных о персональном геноме человека и формирование генетического профиля населения.

ДНК–паспортизация позволит заблаговременно информировать человека о предрасположенности к различным заболеваниям, идентифицировать человека, проводить диагностику гетерозиготного носительства. Генетическая паспортизация позволит определять наследственные заболевания людей, выявлять предрасположенность к раковым заболеваниям, проводить правильное лечение заболевших с учетом их индивидуальных особенностей. Введение ДНК–паспортов ускорит процесс раскрытия преступлений, выявления преступников, позволит идентифицировать погибших.

Таким образом, для популяризации переписи населения был разработан экспериментальный образец веб-сайта, который представляет собой информационный ресурс, позволяющий представлять обезличенные данные в привлекательной и доступной форме.

Функционал разработанного экспериментального образца для пользователя: система регистрации; личный кабинет пользователя; личные уведомления пользователя; отображение статистических данных в визуализированной форме; сравнение персональных признаков с статистическими данными; информационный ресурс; предстоящие события, отзывы.

Функционал разработанного экспериментального образца для администратора: панель администратора; редактирование информационной составляющей; просмотр моделей базы данных; база данных; гибкая настройка персональных систем; настройки сервиса.

На рис. 1 и 2 представлены интерфейс и функционал разработанного веб-сайта.

Рис. 1

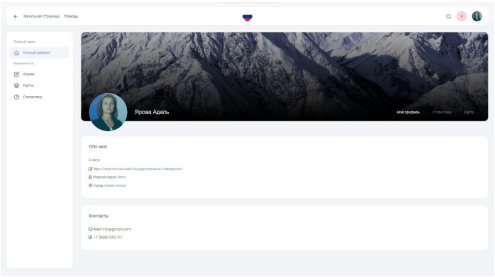


Рис. 2

Также для комфортной работы с данными были разработаны алгоритмы визуализации данных и включены програмно в структуру веб-сервиса.

3. Заключение

Была установлена необходимость проведения переписи населения, а также разработан сервис для её реализации.

Разработанный экспериментальный образец веб-сервиса, а именно веб-сайт и адаптированный веб-ресурс к мобильному приложению, являются средством популяризации переписи населения, а также служит системой алгоритмизации, структурирования данных и представления данных в визуализированной привлекательной форме. На данную работу был получен грант от ФСИ после победы в конкурсе «Умник» в 2019 году.

4. Список литературы

[1] Указ Президента Российской Федерации от 11.03.2019 г. № 97 «Об Основах государственной политики Российской Федерации в области обеспечения химической и биологической безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу» [Электронный ресурс] / Президент России. — Режим доступа: http://www.kremlin.ru/acts/bank/44066.

WEB SERVICE FOR POPULARIZATION OF THE POPULATION CENSUS

IArova A. V., Dzis M. E. Soloshenko A. O, Nesterenko A. I., Tabakaev D. I.
Scientific adviser: Tabakaev D. I.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The necessity of creating a Web service to popularize the population census, as well as the principles of its development, is considered.

ПРИМЕНЕНИЕ WEB ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ СИСТЕМЫ IP-ТЕЛЕФОНИИ

Ермолаев А. К., Савочкин А. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Савочкин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: stalkerartem3@gmail.com

Аннотация — Приводятся результаты разработки методики исследований работы систем IP-телефонии, выполняемой на примере подключения оборудования с помощью протокола SIP к сетевой АТС. Исследования проводятся с использованием общедоступных интернет ресурсов.

1. Введение

Актуальность исследовании подтверждается ростом популярности систем IP-телефонии [1]. В докладе показана возможность на основе использования общедоступных WEB-ресурсов реализовать полноценную методику исследования систем IP-телефонии. Важно, что методика не требует для своего применения дополнительного оборудования, поскольку сетевая АТС реализована на базе оборудования оператора в виде облачной структуры.

2. Основная часть

Технологи IP-телефонии (или VoIP — Voice over Internet protocol) — технология, которая использует сеть с пакетной коммутацией сообщений на базе протокола IP для передачи голоса в режиме реального времени.

При разговоре абонентов с использованием традиционной телефонии голосовые сигналы предаются через всемирную телефонную сеть — телефонную сеть общего пользования. В случае IP-телефонии голосовые сигналы преобразуются в пакеты данных, которые затем кодируются с применением оптимального кодирования, и затем эти пакеты данных пересылаются через сетевой канал на приемную сторону. Когда пакеты данных достигают адресата, они декодируются в аналоговый голосовой сигнал. IP-телефония в чистом виде может применяться в качестве линий передачи звуковых сообщений.

Исследование работы системы IP-телефонии выполняется одновременно в двух разделенных точках, при этом в каждой точке на персональный компьютер устанавливается комплект программного обеспечения для выполнения подключения к IP-серверу [2]. Допускается выполнение исследований на портативных устройствах, планшетах и смартфонах. Для выполнения работы необходимо обеспечить доступ к Интернет на используемых устройствах.

Вариант упрощенной структурной схемы оборудования, используемого при выполнении исследований, изображен на рис. 1.

Как вариант предлагается на персональном компьютере использовать программный SIP-телефон MicroSIP, предназначенный для работы под управлением операционной системы Windows. На первом этапе следует зарегистрировать учетную запись на сервисе ruvoip.net. Для этого войти в режим создании учетной записи по ссылке https://ruvoip.net/register/. Для регистрации потребуется действующий адрес электронной почты. При регистрации необходимо обязательно задать и запомнить: «имя пользователя» для учетной записи — английскими буквами в любом регистре; пароль.

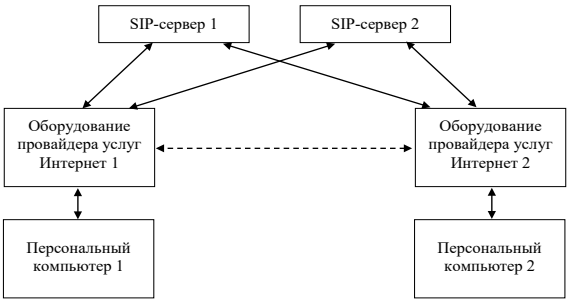


Рис. 1

Кроме того, нужно ввести в правой части окна регистрации: «имя пользователя» для профиля и «имя пользователя» на портале. На финальном этапе следует в настройках системы определить назначенный после регистрации номер. Номер содержит шесть цифр и является номером пользователя в системе. Для соединения с сервером используется программа MicroSIP, с предварительной настройкой параметров соединения. Тестирование выполняется при поочередном соединении со стороны 1-й точки на сторону 2-й точки и наоборот, контролируя качество связи передачей нескольких предложений. На втором этапе производится соединение между сервером ресурса ruvoip.net и интернет ресурс call2sip.ru.

3. Заключение

Таким образом, в докладе показана возможность организации полноценного исследования системы IP-телефонии при использовании общедоступных интернет ресурсов. Проведена практическая работа при подключении к ресурсам ruvoip.net и интернет ресурсу call2sip.ru. Практика использования методики показала возможность ее применения в учебном процессе вуза, например, при работе в дистанционном режиме обучения.

4. Список литературы

[1] Основы и принципы IP телефонии [Электронный ресурс] / ООО «Вокс Линк». — Режим доступа: https://voxlink.ru/knowledge-base/curriculum/osnovy-i-printsipy-ip-telefonii/

[2] Савочкин, А. А. Исследование систем IP телефонии через интернет / А. А. Савочкин, П. А. Копцев, О. Р. Абдулгазиев // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций "РТ-2017" : Матер. 13-й междунар. молодежной науч.-техн. конф. — 2017. — С. 100.

THE USE OF WEB TECHNOLOGIES IN THE STUDY OF THE IP TELEPHONY SYSTEM

Ermolaev A. K., Savochkin A. A.
Scientific adviser: Savochkin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of the development of a methodology for investigating the operation of IP telephony systems performed on the example of connecting equipment using a SIP protocol to a network PBX are presented. Research is made using publicly available Internet resources.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ САМОПИШУЩИХСЯ ЛИТЕРАТУРНЫХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ

Головинский С. А., Лихолоб П. Г.
Научный руководитель: доц. Лихолоб П. Г.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: tositrent164@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены метрики удобочитаемости на основе анализа базы данных литературных произведений. Приведен анализ информационной технологии как API.

1. Введение

В России ежедневно читают более 41 % старшеклассников (более 7 млн школьников), при этом в свое удовольствие регулярно читает лишь каждый третий подросток.

Одним из действенных способов увеличения заинтересованности молодежи является информационная технология, позволяющая дописывать литературные произведения, используя современные метрики удобочитаемости на основе метода сложных запросов.

Преимущество метода заключается в замещении нейронной сети. В докладе приводятся уникальные метрики на основе анализа базы данных.

2. Основная часть

Статистических методов для построения индексов удобочитаемости текстов на русском языке недостаточно в связи со сложностью построения текстов и смысловой нагрузки на слово, поэтому необходимо адаптировать оценки удобочитаемости, в том числе с использованием статистического показателя *TF-IDF* — мерой, используемой для оценки важности слова в контексте документа, являющегося частью коллекции документов или корпуса.

Анализ литературы показал, что скорость чтения зависит лишь от нескольких факторов, описывающих пространственную структуру текста. Среднее время чтения строки $t_{стр}$ можно вычислить как сумму времен саккад $t_с$, фиксаций $t_ф$ и обратного перескока на следующую строку $t_о$ [1].

Среднее время, приходящееся на саккады при чтении строки текста, зависит от среднего количества слов в строке n, от средней длины слова, т.е. средней ширины символа используемого шрифта w, и среднего количества букв в слове m. По данным, средняя амплитуда саккады A прямо пропорциональна среднему количеству букв в слове.

Константа B = 1,17 согласно экспериментальным данным для немецкого языка [2].

Среднее время чтения строки определяется как

$$t_{стр} = t_с + t_ф + t_о,$$

где $t_{стр}$ – среднее время чтения строки; $t_с$ – сумма времен саккад; $t_о$ – время перескока на следующую строку.

$$A = Bm,$$

где A – средняя амплитуда саккады, B – постоянная для немецкого языка, m – среднее количество букв в слове.

Отличительной особенностью информационной технологии является функция автоматизированного контроля и расширения словарного запаса для улучшения умственного развития детей в возрасте от трех до пяти лет и разработка программной поддержки рекомендательного алгоритма, рассчитанный на целевую аудиторию – родителей детей дошкольного возраста.

Вариации текстовых заметок формируются не только за счет корпуса, но и с учетом предпочтений и восприятия пользователя.

В приложении предполагается использовать модифицированные и новые алгоритмы машинного обучения для генерации осмысленных фрагментов текста включая вложенные запросы, взаимодействующие напрямую с базой данных с помощью языка структурированных запросов SQL [3].

Вложенный запрос напрямую зависит от количества созданных таблиц в базе данных, такие запросы обычно используются для получения данных из двух и более таблиц. Они нужны для того, чтобы данные из разных таблиц можно было соотнести и по зависимости осуществить выборку. У вложенных запросов есть и недостаток — зачастую слишком долгое время работы занимает запрос, потому что идет большая нагрузка на сервер.

3. Заключение

Таким образом, исследованы метрики удобочитаемости, произведен обзор на сложные запросы в языке структурированных запросов SQL как аналог нейронных сетей для разработки технологии, что позволит упростить процесс донесения литературных произведений детям посредством индивидуализации. Технология при развитии может индивидуализировать процесс обучения посредством контролируемого расширения словарного запаса.

Разрабатываемые алгоритмы будут востребованы среди представителей рынка электронных и аудио книг, так как это расширит ассортимент предлагаемых ими услуг.

4. Список литературы

[1] Обоснование и вывод формулы скорости чтения, основанной на учете пространственных характеристик текстовой информации/ Д. А. Тарасов [и др.] // Языкознание и литературоведение, 2015. — 143 с.
[2] Назирова, Р. Г. Формальная оценка удобочитаемости текстов / Р. Г. Назирова К. В. Самойленко // Языкознание и литературоведение, 2018. — С. 42.
[3] Кедышко, А. Г. Сравнение механизма и производительности вложенных запросов / А. Г. Кедышко, О. Д. Кравчук // Офисное программирование, обьектно-ориентированное программирование. — 2021. — С. 38.

DEVELOPMENT OF INFORMATION TECHNOLOGY FOR SELF-WRITTEN LITERARY WORKS

Golovinskiy S. A.
Scientific adviser: Likholob P. G
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Readability-bridge metrics based on the analysis of literature data are considered. The analysis of information technologies as an API is given.

Секция 10

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ И ИНФОРМАЦИИ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ OSINT ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ПРОВЕДЕНИЮ ПРОВЕРКИ НА ПОЛИГРАФЕ

Павлов В. С., Маслова М. А.
Научный руководитель: Маслова М. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: vaspavlov1907@gmail.com, mashechka-81@mail.ru

Аннотация — в данной статье будут рассмотрены возможности использования инструментов конкурентной разведки в деятельности полиграфолога при проведении кадровых проверок вновь принимаемых на работу сотрудников.

1. Введение

Практически каждый человек в современном мире использует в своей деятельности глобальную компьютерную сеть, а, следовательно, оставляет свой «цифровой след». Полиграфолог (специалист, проводящий исследование с использованием полиграфа (детектора лжи)), в рамках подготовки к СПФИ (специального психофизиологического исследования), должен собрать максимальную информацию о кандидате для составления опросника на тестирование. Получение этой информации возможно и из сети internet. Как это сделать с использованием инструментов конкурентной разведки и является целью нашего исследования.

2. Основная часть

Согласно проекту профессионального стандарта специалиста по проведению СПФИ (полиграфолога) при проведении кадровых проверок полиграфолог должен уметь определять факторы риска в соответствии с требованиями Инициатора и спецификой деятельности организации, владеть способами и методами анализа сведений и данных о кандидате, а также формировать перечень сведений и данных, характеризующих кандидата. Получение вышеуказанных сведений возможно, как от Инициатора проверки (потенциального работодателя и заказчика СПФИ), так и самостоятельно, в том числе и с использованием современных информационных технологий. При получении сведений от Инициатора существует риск получения не полной информации, информации не соответствующей действительности, а также информации не отражающей личностные особенности опрашиваемого. Для получения ориентирующей информации для специалиста-полиграфолога большой интерес представляет анализ цифрового следа, как в социальных сетях, так и любой другой информации, в том числе построения карты связей и интересов лица на основании анализа его активности в интернете. Поэтому часто полиграфолог вынужден обращаться к профильному специалисту за получением таких данных. Это не всегда является эффективным решением и практически всегда экономически достаточно затратным, так как при стандартной стоимости проверки в три-пять тысяч рублей, стоимость сбора сведений профильным специалистом зачастую перекрывает стоимость самой проверки. В связи с вышеизложенным, был проведен анализ существующих инструментов OSINT и подобран набор программных продуктов, не требующих специальной технической подготовки, которая позволит полиграфологу самостоятельно собрать полученную информацию.

При трудоустройстве у работника, чаще всего, запрашиваются следующие документы: паспорт, трудовая книжка, СНИЛС, военный билет (для мужчин) и документы об образовании. Требовать у него другие документы запрещается ч. 3 ст. 65 ТК РФ. Проверку действительности паспорта гражданина РФ, лицензии или разрешения на работу можно провести на сайте МВД России (http://мвд.рф/сервисы-гувм). Социальные сети при проведении проверки будут предоставлять дополнительную информацию о личности проверяемого сотрудника. Хобби, характере и т.п. Для поиска социальных аккаунтов по имени и дате рождения нам пригодятся сервисы: Поиск Mail.ru Соцсети (https://go.mail.ru/search_social) и Social Sercher (https://www.social-searcher.com/). Многие работодатели негативно относятся к тому, что у работника может быть открыто ИП или он является соучредителем компании. Проверить факт участия физ. лица (в т.ч. в прошлом) в деятельности субъектов бизнеса в качестве директора, учредителя или индивидуального предпринимателя можно в большом количестве сервисов. Приведем список несколько наиболее интересных: Налог.ру, RusProfile, сервис Репутация, ЗаЧестныйБизнес, Интегрум, а так же List-org. Если потребуется визуализировать бизнес-связи проверяемого, то зайдите на уже упомянутые ранее сервисы Интегрум или List-org.

3. Заключение

Таким образом, используя абсолютно легальные источники информации полиграфолог, не неся дополнительных финансовых затрат, может качественно подготовиться к проведению кадровой проверки кандидата и провести СПФИ на высоком уровне

4. Список литературы

[1] Проект профессионального стандарта специалист по проведению СПФИ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://npnkp.ru/glavnaia/professionalnyi-standart-spetsialist-po-provedeniiu-psihofiziologicheskih-issledovanii-s-primeneniem-poligrafa (дата обращения 15.09.2022)

[2] Конкурентная разведка: от стратегических шагов до каждодневной работы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://companion.ua/293764/(дата обращения 19.01. 2022).

[3] Ажмухамедов, И. М. Получение закрытой информации из открытых источников / И. М. Ажмухамедов, О. Н. Выборнова, З. А. Носиров // Проблемы информационной безопасности. — Ростов-на-Дону: РГЭУ (РИНХ), 2018. — Т.1. — С. 154—157.

USING OSINT TOOLS TO PREPARE FOR A POLYGRAPH TEST

Pavlov V. S., Maslova M. A.
Scientific adviser: Maslova M. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — This article will consider the possibilities of using competitive intelligence tools in the activities of a polygraph examiner when conducting personnel audits of newly hired employees.

РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ДОКУМЕНТООБОРОТА

Тарадайко Е. А., Маслова М. А.
Научный руководитель: Маслова М. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: taradayko2003@mail.ru, mashechka-81@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены основные способы защиты как электронного, так и бумажного документооборота, а также приведено обоснование важности его защиты на любом предприятии.

1. Введение

Документооборот является одним из главных процессов на предприятии и представляет собой полный цикл работы с документами от создания его в организации, отправки или передачи в дело, завершения его исполнения до получения. В каждой организации есть сотрудники, следовательно, каждая организация обрабатывает документы с их ПДН. В 2020 году по представленным данным компании InfoWatch было определено 2395 утечек данных из коммерческих, а также некоммерческих организаций по разным странам, что составляет на 4,5% меньше по соотношению к 2019 году равному 2509 утечек, но превышавшее на 5,8% показатели 2018 года, составляющие 2263 [1]. Документооборот предполагает обработку информации разного уровня доступа, поэтому одной из приоритетных задач стоит обеспечение его защиты.

2. Основная часть

Основными угрозами как для бумажного, так и электронного документооборотов являются угрозы целостности, доступности и конфиденциальности информации.

1. Способы защиты электронного документооборота — данный вопрос очень актуален в наше время, ведь все организации стараются по–максимуму сократить объем бумажного документооборота. Защита электронного документооборота должна быть комплексной, то есть она обязана охватывать не только электронные информационные системы, но и весь управленческий комплекс объекта, поэтому методы защиты электронного документооборота можно разделить на два вида: организационно–правовые и технические.

Организационно–правовые меры по защите ЭД включают в себя:

— проведение инструктажей с сотрудниками организации о правовой ответственности за разглашение информации ограниченного доступа;

— наличие внутренних документов организации, в которых прописаны правила внутреннего распорядка; и наличие инструкций и документов, в которых прописаны обязательства сотрудников, по защите информации ограниченного доступа;

— разделение и минимизация полномочий по доступу к обрабатываемой информации;

В роли технических мер по защите ЭД, можно использовать следующее:

— физические охранные сооружения здания (забор вокруг организации, защитные решетки на окнах, турникеты при входе в здание);

— средства защиты помещений от визуально – оптического канала утечки информации (матовая пленка на окна, жалюзи, ставни, темные стекла);

— средства обеспечения охраны территории (средства охранной и пожарной сигнализации, системы управления доступом, средства оповещения и видеонаблюдения, установка и оборудование контрольно–пропускного пункта);

— использование программ для защиты информации, работающие в комплексе с аппаратными средствами защиты информации;

— использование сейфов для хранения специальных ключей от тех или иных компьютеров.

2. Способы защиты бумажного документооборота — основными способами кражи информации в бумажном документообороте является несанкционированный доступ в помещение, в котором непосредственно хранятся документы, а также кража важных документов во время их печати.

Из вышесказанного следует, что основным методом защиты бумажного документооборота является внедрение всех организационно–правовых мер по его защите как и в электронном документообороте, однако, также актуальным будет использование базовых технических средств. Под базовыми ТС понимается: контроль доступа в помещения; средства защиты помещений от визуально — оптического канала утечки информации; использование надежных сейфов для хранения документов на бумажных носителях; использование специальных ПО для безопасной печати документов при помощи принтеров; доступ к печати важных документ должен осуществлять только допущенный персонал [2].

3. Заключение

Существует большое количество способов защиты документооборота разными способами, однако, при выборе специальных технических средств, следует обращать внимание на целесообразность их применения и стоимость, ведь она не должна превышать стоимости убытков, понесенных в результате утечки или утраты информации.

4. Список литературы

[1] Исследование информации ограниченного доступа в 2020 году [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.infowatch.ru/analytics/analitika/issledovanie-utechek-informatsii-ogranichennogo-dostupa-v-2020-godu.

[2] Змеев, С. А. Рациональный выбор средств защиты при структурном синтезе программных систем защиты информации в системах электронного документооборота / С. А. Змеев, И. Н. Селютин, Е. Б. Скрыль, А. А. Никитин // Вестник Воронежского института ФСИН России. — 2013. — № 2. — С. 55—59.

SOLUTIONS FOR DOCUMENT FLOW PROTECTION

Taradaico E. A., Maslova M. A.
Scientific adviser: Maslova M. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The main ways of protecting both electronic and paper workflow are considered, as well as the rationale for the importance of its protection in any enterprise.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ПЕРИМЕТРА

Игнатенко М. А., Лащенко И. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Лащенко И. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: MIgnatenko99@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены методы эффективной защиты периметра с использованием радиолучевых и виброчуствительных систем. Предложена эффективная комбинация использования данных средств для защиты периметра.

1. Введение

Защита периметра является первой линией обороны обеспечения безопасности любого объекта. Она может быть реализована, как в виде физической защиты: забор, предупредительные ограждения, так и с использованием специальных технических средств таких как радиолучевые, виброчувствительные и еще множества других систем. Совместное использование этих средств гарантирует успешную защиту периметра объекта от несанкционированного проникновения. Рассмотрим эффективную комбинацию систем защиты периметра для крупного объекта в степной местности (воинская часть, завод, объект энергетики).

2. Основная часть

При создании системы защиты периметра необходимо учитывать ряд факторов: назначение объекта, угрозы безопасности, особенности рельефа местности, инфраструктура прилегающей территории, индивидуальные особенности объекта.

Для выбранного типа объекта необходимо применить системы, предназначенные для защиты больших расстояний, независимые от погодных условий с возможностью круглосуточного мониторинга.

Эффективность систем безопасности может быть повышена за счет грамотного комбинирования на одном объекте систем, выполняющих сходные функции, но имеющих различные сильные стороны.

Используем радиолучевые системы Фортеза [1]. Такие системы включают передатчики и приемники, работающие в микроволновом диапазоне, создающие объемную зону обнаружения, длина которой может достигать 500 м, ширина — до 3 м (рис. 1). Радиоволновый тип извещателей является одним из самых популярных, простых и экономичных, исходя из расчёта стоимости оборудования на километр периметра. Особенно это касается двухпозиционных радиоволновых извещателей, у которых одним из важных преимуществ является протяжённость участков зоны обнаружения. Достоинства таких извещателей не связаны с видом ограждения, поскольку извещатель можно установить рядом на мачте. Много вариантов российского производства, что актуально при требованиях импортозамещения на предприятии. Недостатки: низкая помехозащищенность и наличие «мертвых зон».

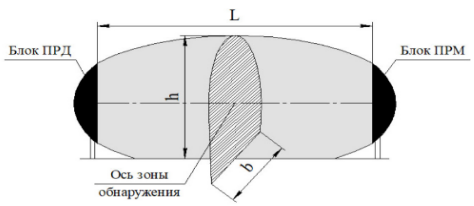


Рис. 1

Очень часто требуется охранять отдельные участки периметра, где применение двухпозиционных извещателей нецелесообразно, затруднено или невозможно. Такими участками могут быть различные площадки, тупики, овраги, переходы коммуникаций через ограждение, тоннели и т.д. Тут на помощь приходят радиоволновые однопозиционные извещатели. Они позволяют улучшить помехоустойчивость за счет включения/отключения подзон и регулировки чувствительности каждой подзоны.

Для компенсации ложных срабатываний при помеховых воздействиях может быть одновременно применена вибрационная система обнаружения WAGNER PSM [2]. Она представляет собой комплекс, состоящий из контроллера WPSM-CAP и подключаемых к нему вибрационных датчиков (ВД) W-PSM-Sens. Все датчики соединяются с контроллером в два фланга посредством одной общей двухпроводной линии связи, использующейся для подачи питания и съема информации с ВД.

Дополнительно система может расширяться вспомогательным оборудованием, таким как барьер искрозащиты W-BSP, релейные модули W-IO-8 и т.д. Так же систему можно дополнить видеонаблюдением.

В таблице 1 приведены характеристики радиолучевых извещателей ФОРТЕЗА-500.

Таблица 1

Зона обнаружения	Рабочая частота	Примечание
Длина до 500 м. Ширина до 3 м. Высота до 1,8 м.	(24,15±0,10) ГГц	Извещатели выпускаются с возможностью настройки по Bluetooth

3. Заключение

В докладе показана необходимость сочетания различных технических средств защиты периметра для достижения надежного обеспечения безопасности.

4. Список литературы

[1] Охрана и защита периметра. Охрана периметра объектов. Системы охранной сигнализации для защиты периметра различной сложности [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://forteza.ru.

[2] Российский производитель систем видеонаблюдения и СКУД/Агрегатор [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.agrg.ru/about.

ANALYSIS OF EFFECTIVENESS OF PERIMETER PROTECTION SYSTEMS

Ignatenko M .A., Lashchenko I. V.
Scientific adviser: Lashchenko I. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Methods of the effective perimeter protection using a radio-beam and vibration-sensing systems are considered. An effective combination of the use of these means for perimeter protection is proposed.

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ЗАЩИТЫ РЕНТГЕН-СНИМКОВ ПРИ ПОМОЩИ ЦИФРОВЫХ ВОДЯНЫХ ЗНАКОВ

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 — Рассмотрена технология внедрения цифрового водяного знака в рентгеновские снимки, как метод защиты персональных данных пациента в базах данных медицинских организаций.

1. Введение

Медицинские данные включают в себя как стандартный набор персональной информации в виде ФИО, возраста, адреса регистрации и телефона, так и более конфиденциальные сведения, относящиеся к специальной категории — результаты анализов, поставленные диагнозы, проведенное лечение и назначенные лекарства.

2. Основная часть

Цифровой водяной знак (ЦВЗ) — это специальная метка, встраиваемая в цифровой контент (контейнер) с целью защиты авторских прав и подтверждения целостности самого документа. ЦВЗ можно встраивать в электронные документы любого типа.

При проведении рентгенографических исследований по Приказу Министерства здравоохранения РФ от 09.06.2020 г. № 560н «Об утверждении Правил проведения рентгенологических исследований» [1] составляется протокол, который содержит: наименование медицинской организации в соответствии с уставом медицинской организации, в которой проводилось рентгенологическое исследование, адрес ее местонахождения; дату и время проведения рентгенологического исследования; фамилию, имя, отчество пациента, дату его рождения; номер медицинской карты стационарного больного или медицинской карты пациента, получающего медицинскую помощь в амбулаторных условиях; значимую для интерпретации результатов рентгенологического исследования информацию; анатомическую область рентгенологического исследования; название, дозировку и способ введения контрастного лекарственного препарата (при рентгенологическом исследовании с контрастным усилением); название, дозировку и способ введения лекарственных препаратов, использованных для анестезии; информацию о наличии осложнений; подробное описание результатов проведенного рентгенологического исследования; заключение по результатам рентгенологического исследования с указанием: стандартизированных шкал оценки результатов; рентгенологических признаков: заболеваний (болезней), травм, физиологических или патологических состояний, врожденных пороков развития, неспецифических изменений, заболеваний и состояний, которые позволяют сформировать дифференциально-диагностический ряд; фамилию, имя, отчество (при наличии), подпись врача-рентгенолога, проводившего анализ рентгенологического исследования.

Чтобы не допустить утечки информации и повысить безопасность ПДн пациентов медицинских организаций, предлагается внедрять ЦВЗ с ФИО пациента, датой проведения рентгенологического исследования, ФИО и подпись врача-рентгенолога вовнутрь электронного изображения рентген-снимка.

Применение данной технологии позволяет улучшить защиту данных снимков от копирования и утечки информации из базы данных. Пример реализации внедрения цифрового водяного знака в рентгеновский снимок без видимых изменений изображения рентгена (рис.1).

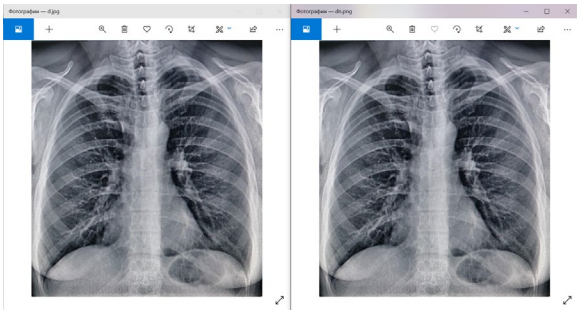


Рис. 1

Стеганография с применением цифровых водяных знаков позволяет внедрять необходимую информацию в цифровое изображение снимков без визуального отображения для пользователя, в том числе и для нарушителя или злоумышленника.

При этом данная технология позволяет улучшить быстроту выявления инцидентов несанкционированного копирования или утечки информации, помогает выявить каналы данной утечки и установить личность злоумышленника или факт несанкционированного доступа.

3. Заключение

Предложенный метод защиты рентген-снимков при помощи цифровых водяных знаков имеет преимущества при использовании для защиты персональных данных пациентов от злоумышленников: высокую степень защиты при небольших расходах.

4. Список литературы

[1] Приказ Министерства здравоохранения РФ от 9 июня 2020 г. № 560н «Об утверждении Правил проведения рентгенологических исследований» [Электронный ресурс] / ГАРАНТ. — Режим доступа: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74532238/ (дата обращения 1.09.2022).

DEVELOPMENT OF THE CONCEPT OF PROTECTION OF X-RAY IMAGES USING DIGITAL WATERMARKS

Avdikova V. A., Devitsyna S. N.
Scientific adviser: Devitsyna S. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The technology of implementation of a digital watermark into X-ray images as a method of protecting the patient's personal data in the databases of medical organizations is considered.

МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В СЕТЯХ СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

Букина А. В., Лащенко И. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Лащенко И. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: nastyabukina.bukina2015@ya.ru

Аннотация — Рассмотрены проблемы обеспечения надежности и защиты информации в сетях систем видеонаблюдения.

1. Введение

IP-видеонаблюдение стало одной из IT систем — это позволяет использовать передовые технологии передачи, обработки и хранения информации, и в этом главное достоинство системы цифрового IP-видеонаблюдения. Видеонаблюдение из полностью самостоятельной автономной системы превратилось в источник данных, которые можно передавать, обрабатывать и хранить так же, как любые другие данные, разумеется, со своей спецификой. IP-видеонаблюдение также не лишено целого ряда недостатков, большая часть которых связана с пакетным принципом передачи данных по локальным/глобальным сетям. Потоковый тип трафика данных от видеокамер проблемно согласуется с принципом передачи данных пакетами.

Все видеоданные исследуются на предмет наличия в них и характера поведения объектов. Эти образы распознаются как на первоначальном устройстве, так и — если первичный девайс очень слабый — в облаке или на сервере системы. Также осуществляется подсчёт разного рода объектов и анализ статистики по ним.

2. Основная часть

Рассмотрим, как решается проблема обеспечения надежности. В сетевой архитектуре GOALcity предусмотрена система автоматического резервирования сетевых элементов [2]. Она позволяет без участия человека перераспределять ресурсы между рабочими системами, если другие по какой-либо причине выходят из строя. Сетевая технология GOALcity устроена так, что каждый из сетевых элементов имеет в своем составе интеллектуальную часть. Это бесплатный клиент СИТИ-консоль. Когда эти консоли начинают работать в сети, то выстраиваются в самоорганизующуюся структуру, способную перестраиваться в зависимости от ситуации во всей сети и применительно к конкретным участкам объекта.

Кроме сетевых средств, специальное резервирование предусмотрено по передающему видеосерверу, маршруту прохождения в сети и приемному видеоархиву записи, который передает информацию в высокоинтеллектуальный облачный сервер АЦС на базе видеоаналитики и нейросетей.

Главным требованием к сети в сфере безопасности является контроль живучести всех составных элементов.

Защита устройств хранения видеоархива производится благодаря резервному копированию данных в одном устройстве (RAID), использованию устройств хранения с двумя блоками питания, резервному устройству хранения видеоархива, резервному копированию данных на отдельное специализированное устройство.

Защита конфиденциальности информации реализуема с помощью сквозного (или также Best-in-suite) шифрования, но включение HTTPS не приведет к автоматическому шифрованию видео, передаваемого, например, по RTSP, а также с помощью VPN и межсетевых экранов.

Доверенный платформенный модуль, используемый в некоторых продуктах Axis, представляет собой автономный аппаратный компонент, который обеспечивает безопасность и надежность криптографических ключей и сертификатов, даже в случае нарушения безопасности [1]. Все закрытые ключи хранятся в Trusted Platform Module (TPM), и все криптографические операции, требующие закрытого ключа, отправляются в TPM для обработки. В TPM ничего изменить нельзя, поэтому секретная часть сертификата всегда защищена. Последним международным стандартом безопасной идентификации устройств является IEEE 802.1AR. В соответствии с данным стандартом работает компонент безопасности Axis. Новые устройства в выделенной сети появляться не должны, т.к. добавленные в нее устройства довольно статичны.

Для защиты конфиденциальности информации нам необходимо лишить злоумышленников возможности просматривать украденный видеоархив. Делается это с помощью двухфакторной аутентификации (2FA) — она должна использоваться для доступа к программному обеспечению и устройствам хранения видеоархива. Также, следует позаботиться о безопасности Wi-Fi и произвести шифрование видеоархива.

Современные системы видеонаблюдения для обеспечения подлинности записанных и экспортируемых видеоматериалов используют алгоритмы, которые присваивают уникальные связанные между собой идентификаторы каждому кадру. Подобно технологии блокчейн, все кадры связаны между собой уникальными изменениями-метками (отпечатками).

3. Заключение

Таким образом, безопасность систем видеонаблюдения не может быть достигнута применением единичных мер. Требуется реализовать комплекс программных, аппаратных и организационных решений.

4. Список литературы

[1] Титов, А. Пуленепробиваемое видеонаблюдение для промышленных и режимных объектов [Электронный ресурс] / А. Титов // Интемс. — Режим доступа: https://securityrussia.com/blog/bulletproof-cctv.html.
[2] Распределенно-сетевая технология [Электронный ресурс] / Спецлаб – системы видеонаблюдения. — Режим доступа: https://www.goal.ru/IP-security/distributed-network/.

METHODS OF INFORMATION PROTECTION IN NETWORKS VIDEO SURVEILLANCE SYSTEMS

Bukina A. V., Lashchenko I. V.
Scientific adviser: Lashchenko I. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The problems of ensuring the reliability and protection of video surveillance systems are considered.

ТЕХНОЛОГИЯ СКРЫТОЙ МАРКИРОВКИ РЕЧИ

Воробьев М. О., Лихолоб П. Г.
Научный руководитель: канд. техн. наук Лихолоб П. Г.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: makc101hp@gmail.com

Аннотация — Выявлены закономерности в шуме, которые оказывают наибольшее влияние параметров звукового сигнала при внедрении в него цифрового водяного знака, а также определены наиболее оптимальные показатели коэффициента, при котором будут достигнуты оптимальные стойкость и скрытность с наименьшей вероятностью ошибки при восстановлении внедряемой информации.

1. Введение

При кодировании дополнительной информации в исходный звуковой сигнал используется коэффициенты, которые влияют на скрытность и устойчивость, что может привести к разрушению стегосистемы.

Поэтому совершенствование методов стеганографии с одной стороны направлено на повышение скрытности, а с другой стороны на повышение стойкости.

2. Основная часть

Суть метода расширения спектра заключается в добавлении сигнально-кодовой конструкции, состоящей из псевдослучайной последовательности (Далее — ПСП), которая не вносит изменений, воспринимаемых человеком, в энергию исходного сигнала.

Исходная звукозапись, представлена в виде вектора

$$\vec{x} = (x_1, x_2, .., x_i, .., x_N)^T, \quad (1)$$

компоненты которого принимают следующие значения

$$x \in (-1,1).$$

При этом формула метода расширения спектра выглядит следующим образом

$$\vec{s} = \vec{x} - K \cdot (\vec{u} - m_u) + e \cdot H \cdot (\vec{u} - m_u),$$

где $\vec{s}$ – синтезированный отрезок, $\vec{x}$– исходный сигнал,

$$K = \left(\frac{<\vec{x},\vec{u}>}{||\vec{u}||}\right) = \frac{1}{\sqrt{\sum_{i=1}^{N} u^2}} \cdot \sum_{i=1}^{N} x_i \cdot u_i. \quad (2)$$

Первый множитель является нормализацией, делимое скалярное произведение которое оценивает части энергии ПСП, коэффициент K характеризует долю энергию ПСП. m_u — математическое ожидание псевдослучайной последовательности, e — ортогональный базис, в результате выполнения которой происходит фильтрация и $\vec{x}$ становится ортогональным псевдослучайной последовательности $\vec{u}$.

В качестве коэффициента внедрения предлагается использовать величину H

$$H = \left(\frac{<\vec{x},\vec{u}>}{||\vec{u}||}\right) = \frac{1}{\sqrt{\sum_{i=1}^{N} u^2}} \cdot \sum_{i=1}^{N} x_i \cdot u_i. \quad (3)$$

Восстановление (декодирование) информации происходит согласно следующей формуле:

$$\tilde{e} = sign(<\vec{s},\vec{u}>) = sign \cdot (\sum_{i=1}^{N} s_i \cdot u_i). \quad (4)$$

где $\tilde{e}$ — восстановленный элемент цифрового водяного знака, принимающий значения $\tilde{e} \in \{-1; 1\}$, $sign()$ — функция определения знака.

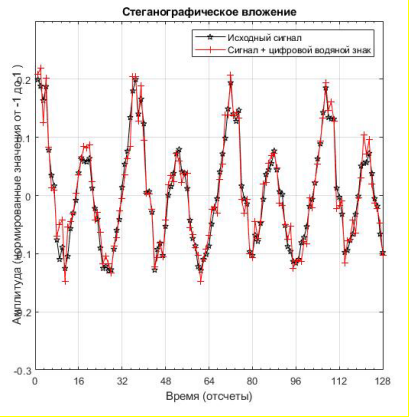


Рис. 1

Увеличение скрытности как оценки модели недостаточно, так как увеличение скрытности приводит к уменьшению стойкости внедряемой информации и как следствие уменьшению ее емкости, а также повышению вероятности ошибки (рис. 2).

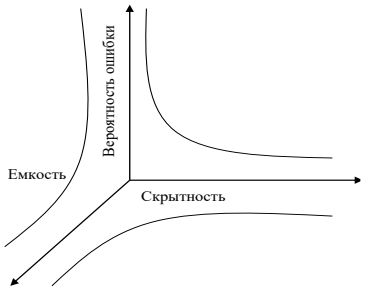


Рис. 2

3. Заключение

Проведено исследование характеристик звукового сигнала с помощью базы данных TIMIT. После добавления псевдослучайной последовательности запись не исказилась ни визуально, ни акустически, что доказывает работоспособность данного метода, поскольку метод стеганографии не был раскрыт.

4. Список литературы

[1] Digital watermarking [Электронный ресурс] / Cox I. J. [et. al.]. — Springer, 2002. — Режим доступа: https://link.springer.com/book/10.1007/b95658

HIDDEN SPEECH MARKING TECHNOLOGY

Vorobyov M. O., Likholob P. G.
Scientific adviser: Likholob P. G.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The regularities in noise that have the greatest influence on the parameters of the audio signal when a digital watermark is inserted into it are identified, and the most optimal indicators of the coefficient at which optimal durability and secrecy will be achieved with the least probability of error when restoring the embedded information are determined.

СОЗДАНИЕ МОДУЛЬНЫХ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ С ПОМОЩЬЮ ФАБРИЧНЫХ ПАТТЕРНОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Пилькевич П. В., Девицына С. Н.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Девицына С. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: pavel.piksel2012@mail.ru

Аннотация — Рассмотрено многообразие и эффективность существующих систем по обеспечению информационной безопасности с открытым исходным кодом. Приведена структура новой модели по объединению независимых решений.

1. Введение

В связи с резким ростом количества информации и актуальности её обработки для решения многообразных задач, обеспечение информационной безопасности цифрового пространства какого-либо субъекта в наши дни приобретает действительно важное значение. По тем же причинам, сложность решения данного вопроса коррелирует с его необходимостью. Этим обусловлен рост количества уже готовых решений по всевозможным направлениям, в том числе и с открытым исходным кодом. Такие решения имеют свои преимущества, но, как правило, не способны самостоятельно поддерживать комплекс полноценных мер.

2. Основная часть

Появление готовых решений по обеспечению тех или иных мер обеспечения информационной безопасности в цифровом пространстве с открытым исходным кодом дает простор для их применения. Из этого следует, что выбор какого-либо одного решения из всего их многообразия является задачей неэффективной и, как следствие, вопрос качественного обеспечения информационной безопасности так и останется открытым.

Целесообразнее проанализировать такие проекты на наличие возможности объединения их для совместной работы между собой. Это обеспечивается паттернами программирования, которые позволяют создавать универсальную архитектурную конструкцию, объединяющую разнородные проекты. Также паттерны программирования позволяют автоматизировать обращение к данным проектам и создать единую сущность, которая бы взаимодействовала с этими существующими проектами [2].

Однако, присутствуют решения, схожие друг с другом по решаемым задачам и используемым методам, таким образом, образуя собой кластер решений, решающих какой-либо конкретный круг задач. У каждого проекта может быть свой уровень точности предсказания того или иного события, различные характеристики и, как следствие, ответы могут различаться. Таким образом, при объединении решений и использовании целых кластеров для решения задач, а не комбинации единичных проектов для разных целей, необходимо предусмотреть выбор одного, окончательного ответа или решения на событие от кластера. На помощь приходят методы машинного обучения, способные проанализировать эффективность каждого решения из кластера чтобы в дальнейшем принять одно решение на основании набора таких решений [1]. На рис. 1 показана структура модели, реализующая модульную систему защиты информации по множеству направлений.

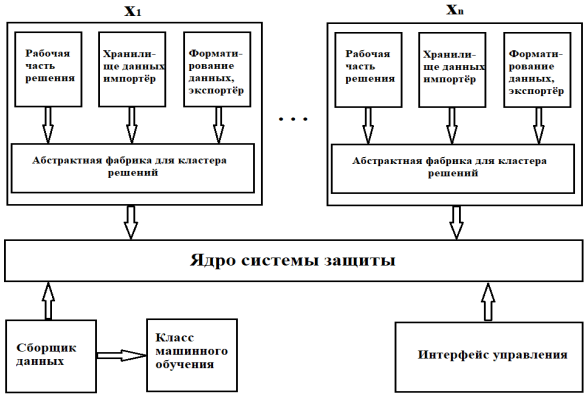


Рис. 1

Эффективнее всего будет применение «мягкого голосования» или же ансамблирование классификаций, так как каждый проект в кластере имеет свою точность предсказания и может принимать решения на одних данных лучше, а на других данных хуже [3].

3. Заключение

В результате была предложена структура модели, реализующей модульную систему защиты информации по множеству направлений.

Выявлена возможность использования целого кластера решений для поиска ответа на необходимую задачу, определены методы выбора окончательного ответа. В дальнейшем будет произведена работа, направленная на создание описанной системы.

4. Список литературы

[1] Парасич, А. В. Формирование обучающей выборки в задачах машинного обучения. Обзор / А. В. Парасич, В. А. Парасич, И. В. Парасич // Информационно-управляющие системы. — 2021. — № 4(113). — С. 61—70. — DOI 10.31799/1684-8853-2021-4-61-70.

[2] Фешина, Е. В. Реализация шаблонов проектирования в языке программирования Python / Е. В. Фешина, Д. А. Омельченко, Р. Г. Гонатаев // Инновации. Наука. Образование. — 2021. — № 28. — С. 983—987.

[3] Черкасов, Д. Ю. Машинное обучение / Д. Ю. Черкасов, В. В. Иванов // Наука, техника и образование. — 2018. — № 5(46). — С. 85—87.

CREATING MODULAR INFORMATION PROTECTION SYSTEMS USING FACTORY DESIGN PATTERNS

Pilkevich P. V., Devitsyna S. N.
Scientific adviser: Devitsyna S. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The diversity and effectiveness of existing original systems for ensuring information security with an open source code are considered. The structure of the new model for combining independent solutions is given.

МЕТОД ОБЕСПЕЧЕНИЯ НЕИЗМЕННОСТИ КОНФИГУРАЦИИ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ANDROID ДЛЯ РАБОЧИХ УСТРОЙСТВ

Смотряев М. М., Поплавский Д. А., Панцыр Р. Я.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Панцыр Р. Я.
Московский институт электронной техники, Россия
E-mail: cookielover340@yandex.ru

Аннотация — Описана модель защиты целостности системы Android на рабочем устройстве с использованием встроенных криптографических библиотек. Приведен сценарий использования смартфона в корпоративных целях, а также даны требования к инфраструктуре.

1. Введение

Современные смартфоны, являясь полноценными компьютерами, имеют большое количество возможностей. Все данные функции могут применяться в рабочих целях в тех областях, где проблематично использовать стационарные компьютеры, например, фото- и видеофиксация, отслеживание местоположения, звонки по корпоративной сети внутри организации. Очень часто рабочими устройствами являются личные смартфоны сотрудников, что может привести к утечке информации. В докладе описывается модель рабочего устройства на Android, минимизирующий риск утечки информации за счет обеспечения неизменности конфигурации системы.

2. Основная часть

Рабочие устройства представляют собой смартфоны или планшеты на Android, имеющие одинаковую прошивку (вплоть до набора приложений, который задает организация). Ведется учет сотрудников, что позволяет определять, за кем в данный момент времени закреплен смартфон или планшет. При попытке выполнить запрещенное действие или иную манипуляцию с системой, либо по команде сервера, устройство блокируется. По окончанию рабочего дня все данные, которые могут пригодиться сотруднику в дальнейшем, отправляются на сервер (их перечень задает организация), а само устройство сбрасывается до заводских настроек. Переносить информацию с устройства напрямую, минуя проверяющий сервер, невозможно.

Рабочие устройства предполагается предварительно регистрировать на проверяющем сервере, который будет хранить следующую информацию:

— уникальные идентификаторы каждого устройства (IMEI, серийный номер);

— сведения о каждом пользователе, его действия в системе;

— хеш-коды каждого файла и каждой директории в устройстве.

Проверка целостности всех компонентов будет реализовываться идентично той, что уже реализована в Android. Процедура Verified Boot проверяет на целостность только разделы, необходимые для запуска системы [1]. Предложенная нами модифицированная проверка будет выполняться в два уровня: проверка на целостность приложений, системных настроек, кэша, а также проверка пользовательских файлов и иных данных. В случае изменения критических данных устройство блокируется.

Предполагается внедрение данной утилиты в прошивку и дальнейший запуск при включении устройства или по истечению некоторого периода, определяемого организацией.

Схема организации всех проверок целостности показана на рис. 1.

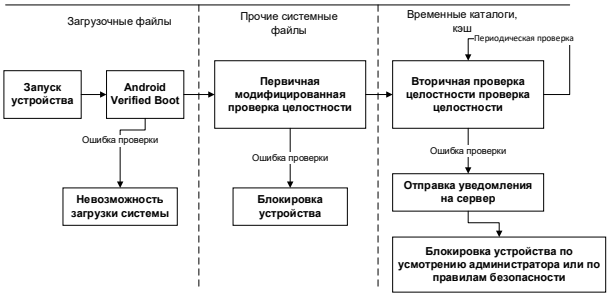


Рис. 1

Все используемые криптографические алгоритмы уже включены в систему и используются в предустановленных приложениях [2].

Во избежание подмены дерева хэшей во время первичной модифицированной проверки целостности система обращается к серверу для его верификации. Данный подход позволяет своевременно обновлять компоненты проверки на всех рабочих устройствах.

Для обеспечения безопасности системы организации необходимо соблюсти несколько требований, такие, как обязательное ведение учета пользователей и устройств, обеспечение стабильного локального подключения (желательно по Wi-Fi) к проверяющему серверу, а также своевременный мониторинг и обновление дерева хэшей.

3. Заключение

В докладе описана концепция корпоративного устройства на операционной системе Android с принципами обеспечения целостности информации и ее организации.

Таким образом, можно реализовать смартфон или планшет для организаций с режимными объектами, а также компаний, где происходит частая смена рабочих компьютеров.

4. Список литературы

[1] Зобнин, Е. Е. Android глазами хакера / Е. Е. Зобнин. — СПб. : БХВ-Петербург, 2022 — 272 с.
[2] Cryptography | Android Developers [Электронный ресурс] / Google LLC — Режим доступа: https://developer.android.com/guide/topics/security/cryptography.

METHOD OF INTEGRITY ASSURANCE OF ANDROID OPERATING SYSTEM CONFIGURATION FOR CORPORATE DEVICES

Smotryaev M. M., Poplavskiy D. A., Pantsyr R. Y.
Scientific adviser: Pantsyr R. Y.
Moscow Institute of Electronic Technologies, Russia

Abstract — A model of integrity assurance of Android system is described on a working device using preinstalled cryptographic libraries. Outlined a use case for corporate purposes, as well as given requirements for infrastructure that can exploit such devices.

ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ CONNECTED CAR

Дороненкова А. А, Широков И. Б.
Научный руководитель: д-р техн. наук, доц. Широков И. Б.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: sova0022@gmail.com

Аннотация — Приведены результаты теоретических исследований существующей технологии Connected Car и ее развития в ближайшей перспективе.

1. Введение

Подключенный автомобиль — это транспортное средство, которое может осуществлять двунаправленную связь с облачными сервисами, другими системами вне автомобиля, такими как инфраструктура, другими транспортными средствами и даже пешеходами. Подключенные автомобили относятся к расширяющейся среде устройств, составляющих списки Интернета вещей. Как и всеми устройствами, подключенными к интернету, некоторыми функциями автомобиля можно управлять удаленно.

2. Основная часть

Основу Connected Car составляют несколько базовых технологий:

— V2C (транспортное средство и облако) — функция, которая позволяет производителям автомобилей предоставлять конечным пользователям обширный набор опций на основе подписки. Доступность услуг может зависеть от текущего состояния автомобиля, местоположения, наружной обстановки технической готовности и др. Используя тот факт, что автомобиль подключен, и он отправляет и собирает данные, водитель также может попытаться найти его, если он был украден. Данные телематики также полезны для понимания причин дорожно-транспортного происшествия и возможен анализ того, что произошло до аварии и что могло привести к этому событию. Данные также могут быть использованы для прогнозного технического обслуживания.

— V2I (транспортное средство для инфраструктуры) — транспортное средство, оснащенное технологией Connected Car, не ограничивается общением только с облаком. Такой автомобиль способен обмениваться данными и информацией с дорожной инфраструктурой. Автомобиль обрабатывает информацию от компонентов инфраструктуры дорожных знаков, разметки полос движения, светофоров, чтобы улучшить впечатления от вождения, предлагая принимать решения. На следующих этапах V2I может предоставить водителям информацию о пробках и свободных парковочных местах ремонтных работах.

— V2V (транспортное средство к транспортному средству) — разрабатывая среду, в которой множество автомобилей могут обмениваться данными по беспроводной сети, автомобильная промышленность предлагает новый опыт — каждое транспортное средство может использовать информацию, предоставляемую автомобилем, принадлежащим к сети, что приводит к более эффективной коммуникации, охватывающей движение, парковку, альтернативные маршруты, проблемы на дороге или даже несколько мест, достойных внимания.

— V2P — обмен информацией с пешеходами. Автомобиль «видит» смартфон пешехода и понимает, что тут находится человек.

Развитие технологии подключенных автомобилей ускорило цифровые прорывы в автомобильной промышленности. Verified Market Research оценила рынок подключенных автомобилей в 72,68 млрд долларов США в 2019 году и прогнозирует, что его стоимость достигнет 215,23 млрд долларов США к 2027 году. В некотором смысле подключенный транспорт развивается послойно, аналогично интернету: от «железа» и инфраструктуры, связи и пользовательских устройств, до операционных систем и платформ. Поверх этого строятся сервисы, приложения для конечных пользователей и аналитика данных. Много усилий сосредоточено на вопросах продуктивности: передачи данных и построении платформ, которые эти данные могут собирать. J'son & Partners Consulting выделяют несколько основных сдерживающих факторов развития подключенного транспорта: ожидания специализированных сервисов по низким ценам и длительные сроки их развёртывания; проблемы сетевой инфраструктуры и скорости обработки данных; проблемы информационной безопасности; неготовность нормативно-правовой базы.

Отдельные элементы технологий Connected Car уже есть в Российской Федерации. Так, Яндекс разработал платформу для мультимедийных систем автомобилей «Яндекс Авто». Платформа встраивается в машины при производстве. Дальнейшее развитие данной платформы является технологической необходимостью развития отечественного автопрома. Так же необходимо решение вопросов интеграции сервисов «Яндекс Авто» в существующие штанные мультимедийные устройства и сопряжение с процессорными платформами существующего и перспективного парка автомобилей.

3. Заключение

Connected Car стремительно развиваются в мире информационных технологий. Созданы базовые принципы информационного обмена и идет эффективное внедрение данных технологий в мировой автоиндустрии. Внедрение аналогичных технологий в Российской федерации необходимая задача поддержания мирового уровня отечественной автоиндустрии.

FUNDAMENTALS OF DESIGN AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF CONNECTED CAR TECHNOLOGY

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

Abstract —The results of theoretical studies of the existing technology of Connected Car are presented. Its development in the near future is considered.

АНОНИМНОСТЬ В ИНТЕРНЕТЕ — УГРОЗА ИЛИ БЕЗОПАСНОСТЬ?

Борбенцов А. С., Турков Б. А.
Научный руководитель: Турков Б. А.
Черноморское высшее военно-морское училище им. П. С. Нахимова, Россия
E-mail: c1vbn2@gmail.com

Аннотация — В работе рассматривается анонимность, как один из способов защиты пользователей и создания информационных угроз обществу.

1. Введение

Причины использования анонимности в интернете могут быть разные. Большинство пользователей используют её для сокрытия персональных данных, однако анонимность может использоваться и для совершения противоправных действий.

2. Основная часть

Разъясним понятие «анонимности». Анонимность — это состояние пользователя, при котором его персональные данные, такие как *IP-адрес*, *MAC-адрес*, номер телефона и т.д. не будут видны в Интернете. Существуют разные способы достижения анонимности в интернете — использование прокси-серверов, программ, создающих виртуальную частную сеть *(VPN-программ)*, сознательный отказ от ввода персональных данных на сайтах, использование технических средств общественного пользования для выхода в интернет.

Прокси-сервера обеспечены доступностью и возможностью подмены *IP-адреса*, но при этом данные не шифруются. У *VPN-программ* присутствует подмена *IP-адреса* и шифрование, но в этом случае мы рискуем допустить утечку данных, так как *VPN-сервисы* выступают посредником между нами и серверами сайтов.

Отказ от ввода персональных данных на сайтах, вроде социальных сетей, эффективен, но этот способ не защитит вас от идентификации по *IP-адресу*.

Технические средства общественного пользования также являются хорошим способом для обеспечения анонимности, но существует риск того, что они могут быть заражены вирусами и вредоносным ПО, однако, проблема отслеживания трафика не решается. Отсюда следует, что достижение анонимности в данном случае возможно лишь один раз, остальные случаи могут быть отслежены.

Можно подвести небольшой итог: перечисленные способы достижения анонимности являются эффективными на пользовательском уровне, но против опытного злоумышленника данные средства защиты не помогут.

Рассмотрим анонимность со стороны информационной угрозы для общества. Она, главным образом, воздействует на то, как пользователь сети презентует себя другим лицам. Можно отметить, что учащаются случаи сокрытия информации, предоставления ложных сведений и даже создание нового образа для общения в интернете. Это может вызвать чувство безнаказанности у злоумышленника, что является причиной увеличения количества шантажа, оскорблений, сексуальных домогательств в интернете.

На примере мессенджера *«Telegram»* мы видим, что, когда данное приложение отказалось предоставлять ключи шифрования Роскомнадзору, это могло, по мнению спецслужб, повлечь за собой планирование теракта в 2017 году в петербургском метрополитене.

После блокировок данного мессенджера он согласился на сотрудничество с Федеральной Службой Безопасности (ФСБ). *«Telegram»* стал раскрывать спецслужбам аккаунты пользователей с подозрительной активностью с целью обеспечения безопасности. Студентам первых-пятых курсов моего университета (около 250 чел.) был задан вопрос: «Анонимность является важным условием выхода в интернет?» На рис. 1 отображена диаграмма ответов студентов.

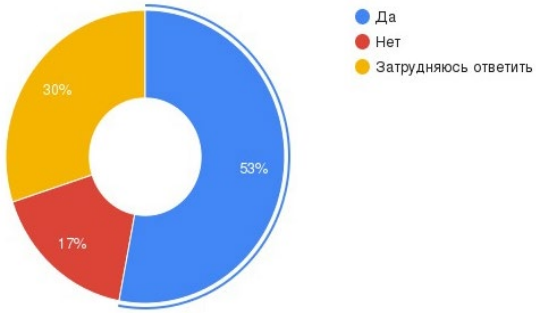


Рис. 1

Ответы респондентов таковы: большинство опрошенных (53%) считают её важным условием, треть (30%) — затруднилась ответить, а малая часть (17%) — считают это неважным. Из диаграммы ответов можно сделать вывод, что подавляющее большинство студентов считает выход в Интернет рискованным без использования программ и средств, скрывающих *IP-адрес* и их персональную информацию.

3. Заключение

Сохранение анонимности в интернете является личным выбором каждого человека, однако, это не должно препятствовать обеспечению общественной безопасности.

4. Список литературы

[1] Электронный пост на портале «Хабр» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://habr.com/ru/post/463189

IS ANONYMITY ON THE INTERNET A THREAT OR SECURITY?

Borbentsov A. S., Turkov B. A.
Scientific advisor: Turkov B. A.
Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov, Russia

Abstract — In this paper, anonymity is considered as one of the ways to protect users and create information threats to society.

ВИРУС ТИПА СТИЛЕР — УГРОЗА И ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ

Мишкевич Т. А., Склярук В. Л.
Научный руководитель: Склярук В. Л.
Черноморское высшее военно-морское училище им. П. С. Нахимова, Россия
E-mail: chvvmy_3@mil.ru

Аннотация — В работе рассматривается компьютерный вирус типа «стилер» — его уровень угрозы, общая оценка опасности, а так же рассматриваются стандартные и новые методы противодействия.

1. Введение

На сегодняшний день, вирусы типа стилер создают большую угрозу обеспечения безопасности информации пользователей и корпораций. Суть его действия заключается в том, что он ворует данные с заражённого компьютера. В зависимости от «уровня» стилера, уровень угрозы может варьироваться, а самая большая проблема этих вирусов — сложность в их обнаружении и устранении с заражённого компьютера.

2. Основная часть

Основная задача вируса — распространение копии себя, маскировка и воровство данных пользователя. Когда инфицированная программа начинает работу, сначала управление получает вирус.

Он заражает другие программы, а также выполняет запланированные деструктивные действия. Для маскировки своих действий, вирус активизируется не всегда, а лишь при выполнении определённых условий (истечение некоторого времени, выполнение определённого числа операций, наступления некоторой даты или дня недели и т.д.).

Вирус может быть «вшит» и в нормальную программу, обретённую без лицензии, так же может выступать отдельным файлом, но как же он работает? Как только жертва запускает заражённый файл, стилер мгновенно сохраняет информацию — зачастую это куки-файлы браузеров, сохранённые пароли и формы автозаполнения с URL-ссылками. После чего, вирус устанавливает соединение с сервером злоумышленника, куда отправляет всю собранную информацию.

Некоторые вариации вируса являются своеобразным бэкдором к компьютеру жертвы, с полным доступом ко всем файлам на компьютере, когда он включён и подключён к глобальной сети.

Чаще всего подобный тип вирусов используют в сфере кардинга, а также им активно пользуются социальные инженеры.

Распространяется в основном под видом взломанных версий дорогостоящего программного обеспечения (ПО), «волшебных» программ, дающих доступ к странице определённого человека в социальных сетях, как программу-чит к какой-то игре. То есть, вирус может быть распространён под любым прикрытием — всё зависит от того, какую целевую аудиторию выбрал злоумышленник для своего вируса.

Все современные и более-менее серьёзные вирусы и трояны имеют модульную структуру, каждый модуль в которой отвечает за что-то своё: один модуль собирает пароли, второй препятствует отладке и эмуляции, третий определяет факт работы в виртуальной машине, четвёртый разбирается со встроенным в ОС файерволом. В чистом виде стилер никто не распространяет — перед этим его шифруют.

Так же можно упомянуть сигнатурный анализ — он будет эффективен только в случае с массовым стилером, который широко распространён, и его модули есть в антивирусных базах.

Если стилер создавался с нуля на малоизвестных алгоритмах, был хорошо зашифрован и использовался точечно — то такой метод защиты будет неэффективен и ничего «подозрительного» не выявится.

Новый метод противодействия заключается в создании комплексной защиты от данной угрозы — гибкая настройка файервола в совокупности со специальным ПО, заточенным на выявление и моментальное блокирование действий стилера.

Вирус связан с сервером злоумышленника — без передачи данных на сервер, суть вируса теряется. Самое уязвимое звено в этой цепочке — именно сервер.

Далее будет описан принцип работы в общем: заражённый файл попадает на компьютер, антивирус его пропустил. Вирус начинает распространяться, сохранять нужные данные, и при попытке отправить пакеты на сервер — этот канал связи блокируется настроенным файерволом, файл попадает в определённый «карантин», после чего отправляется на проверку антивирусным программам и сервисам для проверки файлов, где успешно обнаруживается, хэш сохраняется в базе и вирус теряет свою эффективность — метод помогает как пользователю, который мог лишиться своих данных, так и будущим жертвам злоумышленников, ведь после того, как хэш вируса попал в базу данных антивирусных программ — повторное шифрование не поможет, он будет сразу обнаруживаться и блокироваться.

3. Заключение

Таким образом можно сделать вывод, что данный тип вирусов представляет собой большую угрозу из-за отсутствия эффективного метода борьбы с ними и их опасности для данных пользователя, однако на практике испытывается новый метод, описанный в данной работе, испытания которого дают положительные результаты уже сегодня.

STILER TYPE VIRUS — THREAT AND COUNTERACTION

Mishkevich T. A., Sklyaruk V. L.
Scientific advisor: Sklyaruk V. L.
Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov, Russia

Abstract — The paper considers a computer virus of the "styler" type — its threat level, general assessment of danger, as well as standard and new methods of counteraction.

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ОЦЕНКИ РИСКОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Маслова М. А.[1, 2], Смирнов Н. С.[1]
[1]*Севастопольский государственный университет, Россия,*
[2]*Ростовский государственный экономический университет, Россия*
E-mail: mashechka-81@mail.ru[1], n@newair.ru[2]

Аннотация — в данной статье будет представлено описание программной реализации, разрабатываемой для анализа и оценки рисков информационной безопасности.

1. Введение

Любое предприятие всегда подвергается различного рода атакам и имеет множество уязвимостей, с помощью которых возможна реализация различного рода воздействия на системы предприятия, ее активы. В следствии этого всегда есть риски взломов, атак, копирования, модификации, кражи информации. Для своевременного реагирования и устранения на возможные риски информационной безопасности предприятий необходимо заранее проанализировать, предусмотреть, просчитать их и иметь конкретные рекомендации по их уменьшению или устранению.

2. Основная часть

Предприятия, различные компании и бизнес очень часто страдают от постоянного увеличения рисков информационной безопасности, которые с каждым днем принимают различные модификации и тем самым увеличивают их как репутационные, так и финансовые потери.

Оценка рисков информационной безопасности — это многофакторная задача, требующая сложного вычислительного процесса и программного инструментария как количественных, так и качественных оценок.

Разрабатываемая программная реализация анализа и оценки рисков информационной безопасности заключается в:

— анализе, объединении, модификации, дополнении, существующих методов и разработки собственной методики по расширению базы данных входных и выходных DataSet;

— экспертной оценки и ранжирования их в диапазоне от 0 — 10 в зависимости важности для определенного предприятия, (например, для оценки входных параметров рис. 1);

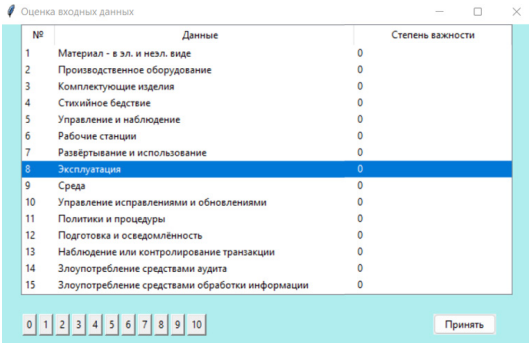


Рис. 1

— просчет сходимости данных по методу Дельфи;

— получению рекомендаций по уменьшению, предотвращению рисков на предприятии.

3. Заключение

Данная методика даст возможность анализировать и определять риски информационной безопасности и получения для предприятия конкретных рекомендаций для их снижения, предотвращения и ликвидации, а именно:

— Полученное ранжирование рисков даст возможность получить отчет о направлениях, которые должны быть в приоритете при выборе и внедрении новых средств защиты ИБ и внедряемых мер и мероприятий по их обеспечению;

— Проведению анализа и оценке рисков грамотными экспертами в определенном направлении в котором работает предприятия;

— Экономия времени и средств за счет дистанционной подаче заяви и оценке рисков предприятия;

— Своевременное выявление проблем в сфере информационной безопасности, возможных уязвимостей и рекомендаций к улучшению политики безопасности предприятия;

— Определить требуемый уровень защищенности в зависимости от имеющихся активов и их значимости в рассматриваемой области;

— Оценку выгоды от внедрения средств и возможных применяемых механизмов защиты, которые необходимо применять на предприятии для определения требуемого уровня защищенности информационной системы предприятия;

— Получить обоснованные рекомендации по ИБ;

— Позволит предприятию даже не имею собственной структуры и специалистов по оценки рисков на предприятии четкий отчет с развернутыми рекомендациями к внедрению, применению и улучшению работы по устранению рисков предприятия.

Благодарность. Работа выполнена в рамках Соглашения от 30.06.2022 г. № 40469-21/2022-к.

4. Список литературы

[1] Маслова, М. А. Анализ сходимости входных данных для методик оценки рисков информационной безопасности / М. А. Маслова, Н. С. Смирнов // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций. — 2021. — № 4. — С. 215.

[2] Демиденко, А. И. Управление рисками информационной безопасности предприятий / А. И. Демиденко, Е. П. Кваша // В сб. Российская наука: актуальные исследования и разработки. Сборник научных статей V Всерос. науч.-практ. конф.: в 2 частях. — 2018. — С. 18—21.

[3] Файзулаев, Д. Ф. Методы и средства анализа рисков информационной безопасности предприятия / Д. Ф. Файзулаев, Б. Б. Морозов // Безопасность информационных технологий. — 2017. — Т.24. — № 3.— С. 69—74.

SOFTWARE IMPLEMENTATION OF INFORMATION SECURITY RISK ASSESSMENT

Maslova M. A.[1, 2], Smirnov N. S.[1]
[1]*Sevastopol State University, Russia*
[2]*Rostov State University of Economics, Russia*

Abstract — In the article, the software implementation developed to analyze and assess information security risks is described.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ РОБОТЫ

Лавренюк А. С., Максимовская Н. Л.
Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Афонин И. Л
Черноморское высшее военно-морское училище, Россия

Аннотация — Одним из важных направлений искусственного интеллекта (ИИ) до сих пор считается целенаправленное поведение роботов. Создание интеллектуальных роботов, способных автономно совершать операции по достижению целей, поставленных человеком. Научно-технический процесс, в основе которого лежат создание, развитие и массовое применение информационных средств и технологий во всех сферах деятельности военных сил, значительно повышает эффективность военных действий.

1. Введение

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

Разработчики систем искусственного интеллекта пытаются научить машину, подобно человеку, самостоятельно строить программу своих действий, исходя из условия задачи.

Знания в конкретной предметной области, определенным образом формализованные и заложенные в память ЭВМ, называются компьютерной базой знаний.

Любая система искусственного интеллекта работает в рамках какой-то определенной предметной области (медицинская диагностика, законодательство, математика, экономика и пр.) [1] Подобно специалисту, компьютер должен содержать информацию в данной области [2].

Интеллектуальный робот, как машина-исполнитель должен принимать задание в общей форме, а сам робот должен обладать возможностью принимать решения или планировать свои действия в распознаваемой им неопределенной или сложной, роботы, гуманоидные роботы разработок крупных японских и американских университетов. Элементы интеллектуальности наблюдались, к примеру, у робота-собаки AIBO, робомула для переноски тяжестей BigDog американской фирмы Boston Dynamics. За прошедшее с 2006 года время появилось множество разработок, ориентированных в первую очередь на создание роботов для домашнего хозяйства, где требуются достаточно сложные интеллектуальные функции. Наибольший прогресс в области робототехники сейчас наблюдается сфере развития применения военных роботов. Это связано с успешным развитием программы по созданию роботизированной армии, которой занимается Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) — основной исследовательский центр Министерства Обороны США.

Роботы для медицины становятся неотъемлемой частью современных клиник, занимая заметную часть рынка. В настоящее время около 860 хирургических клиник по всему миру (в 2006 году было 140 клиник), используют роботизированную хирургическую систему da Vinci.

В России в настоящее время успешно используются такие установки. Подобные комплексы позволяют проводить операции, быстрее, с меньшей кровопотерей и сохранением большего количества нервных окончаний, что благотворно влияет на состояние больного.

Космические роботы проводят исследование космоса и других планет. Автоматические межпланетные станции, планетоходы для изучения поверхности планет солнечной системы являются по сути сложными интеллектуальными роботами.

3. Заключение

На сегодняшний день интеллектуальные роботы вышли из области чисто научных разработок и становятся такими же необходимыми элементами повседневной жизни, как телевидение и сотовая связь. Власти Южной Кореи поставили перед собой амбициозную цель: к 2020 году роботы должны быть в каждом доме. На сегодняшний день самыми известными корейскими человекоподобными машинами являются андроид HUBO и девушка-робот EveR. К сожалению, кроме явной пользы, роботы могут быть использованы для нанесения вреда.

Представители службы национальной разведки США полагают, что к 2025 г. злоумышленники будут активно применять роботы — к тому времени на рынке появится множество недорогих наземных и воздушных автономных устройств. Беспокоит и усиленное желание военных США заполучить автономные боевые системы, способные самостоятельно применять оружие. Чтобы вызвать полноценный бум, необходимо преодолеть некоторые ключевые проблемы.

По-настоящему полезными роботы станут только тогда, когда получат руки, по проворству и чувствительности сравнимые с человеческими — в этом убежден Тэнди Трауэр (Tandy Trower), генеральный директор Microsoft Robotics Group.

По его мнению, время, когда это будет достигнуто, станет переломным: если роботы научатся безопасному обращению с вещами в привычной для человека среде, это будет означать, что они могут делать практически все, что физически возможно для самих людей.

4. Список литературы

[1] Логический подход к искусственному интеллекту: От классической логики к логическому программированию, пер. с фр. / А. Тей [и др.]. — М. : Мир,1990. — 259 с.
[2] Информатика: учеб. / Под общ. ред. А. Н. Данчула. — М. : И 74 Изд-во РАГС, 2004. — 528 с.

INTELLECTUAL ROBOTS

Lavrenyuk A. S., Maximovskaya N. L.
Scientific advisor: Afonin I. L.
Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov, Russia

Abstract — Purposeful behavior of robots is still considered one of the important areas of artificial intelligence (AI). Creation of intelligent robots capable of autonomously performing operations to achieve human goals. The scientific and technical process, which is based on the creation, development and mass application of information tools and technologies in all spheres of activity of the military forces of armament significantly increases the effectiveness of military actions.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА

Дихтярь О. А., Максимовская Н. Л.
Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Афонин И. Л.
Черноморское высшее военно-морское училище, Россия

Аннотация — Одним из важных направлений искусственного интеллекта до сих пор считается целенаправленное поведение роботов. Интеллектуальная система — это техническая или программная система, способная решать задачи, традиционно считающиеся творческими, принадлежащие конкретной предметной области, знания о которой хранятся в памяти такой системы.

1. Введение

Интеллектуальная информационная система (ИИС) — разновидность интеллектуальной системы. Она представляет собой комплекс программных, лингвистических и логико-математических средств для реализации основной задачи: осуществление поддержки деятельности человека, например, возможность поиска информации в режиме продвинутого диалога на естественном языке.

2. Основная часть

Интеллектуальная информационная система включает экспертные системы, собственно, экспертные системы (ЭС), интерактивные баннеры (web + ЭС), вопросно-ответные системы, интеллектуальные поисковики, виртуальные собеседники, виртуальные цифровые помощники. Любая система искусственного интеллекта работает в рамках какой-то определенной предметной области (медицинская диагностика, законодательство, математика, экономика и пр.) [1] Подобно специалисту, компьютер должен обладать знаниями в данной области.

Экспертная система — компьютерная программа, способная частично заменить специалиста-эксперта в разрешении проблемной ситуации. Это вычислительная система, в которую включены знания специалистов о некоторой узкой предметной области в форме базы знаний. Такие системы могут использоваться не экспертом для улучшения их способностей и возможностей в решении задач определенного класса в конкретной предметной области. ЭС могут быть использованы для распространения источников редких знаний. Эти системы могут иметь значительное влияние как на деятельность таких профессиональных консультантов, как финансовые аналитики, юристы, аудиторы и др., так и на организации и их менеджмент. Внутри экспертной системы нет заранее заданного дерева вопросов, каждый следующий вопрос выбирается исходя из ответов на все предыдущие. Это позволяет исключить лишние вопросы и не выдавать варианты ответа, которые не приведут к каким-либо результатам. Отсутствие фиксированного дерева позволяет пользователю задавать приоритет вопросов, выбирая наиболее важные для себя аспекты в процессе поиска. В любой момент можно снова вернуться к вопросу и выбрать другой ответ без необходимости снова отвечать на остальные вопросы. Экспертные системы имеют одно большое отличие от других ИИС: они не предназначены для решения каких-то универсальных задач, как например нейронные сети или генетические алгоритмы. Экспертные системы предназначены для качественного решения задач в определенной разработчиками области, в редких случаях – областях.

Структура виртуальных собеседников: Первый компонент – это пользовательский интерфейс, при помощи которого пользователь разговаривает с ВС. Пользовательский интерфейс представляет собой окошко со строкой ввода текста, репликами ВС и его визуальным образом. По сути, это Flash-приложение, которое легко и быстро устанавливается на любой сайт. Второй компонент – это комплексная платформа, которая определяет поведение и словарный запас ВС. Помимо прочего, в комплексную платформу входит база знаний ВС - набор гибких сценариев с заданными вариантами вопросов и ответов на них. Дополнительно к базе знаний может быть подключена клиентская база данных с пользовательской информацией, откуда ВС будет брать конкретные данные о товарах и услугах. В частности, это широко применяется при разработке ВС-продавцов.

Задачи, решаемые ИИС: интерпретация данных — одна из традиционных задач для экспертных систем. Под интерпретацией понимается процесс определения смысла данных, результаты которого должны быть согласованными и корректными; диагностика — важной спецификой является здесь необходимость понимания функциональной структуры («анатомии») диагностирующей системы; обучение — системы обучения диагностируют ошибки при изучении какой-либо дисциплины с помощью ЭВМ и подсказывают правильные решения. Они аккумулируют знания о гипотетическом «ученике» и его характерных ошибках, затем в работе они способны диагностировать слабости в познаниях обучаемых и находить соответствующие средства для их ликвидации.

3. Заключение

Области применения, существующих на сегодняшний день систем ИИ, охватывает множество сфер: медицинскую диагностику, интерпретацию геологических данных, научные исследования в химии и биологии, военное дело, производство, финансы и другие области. Однако, несмотря на значительные успехи в области ИИ, пока еще существует определённый разрыв между техническими разработками, программными средствами ИИ и возможностями их более широко практического применения.

4. Список литературы

[1] Логический подход к искусственному интеллекту: От классической логики к логическому программированию, пер. с фр. / А. Тей [и др.]. — М. : Мир,1990. — 259 с.
[2] Информатика: учеб. / Под общ. ред. А. Н. Данчула. — М. : И 74 Изд-во РАГС, 2004. — 528 с.

INTELLIGENT INFORMATION SYSTEM

Dikhtyar O. A., Maximovskaya N. L.
Scientific advisor: Afonin I. L.
Black Sea Higher Naval School, Russia

Abstract — Purposeful behavior of robots is still considered one of the important areas of artificial intelligence (AI). An intelligent system is a technical or software system capable of solving tasks that are traditionally considered creative, belonging to a specific subject area, knowledge about which is stored in the memory of such a system.

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ СПОСОБОВ АНАЛИЗА LOG-ФАЙЛОВ

Дьяченко И. А., Тарадайко Е. А., Девицына С. Н.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Девицына С. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: coolillad@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены технологии анализа Log-файлов, а также определены их достоинства и недостатки.

1. Введение

В каждой системе для отслеживания работы процессов и пользователей применяются средства учета. Как правило, формируют log-файлы (логи), в которых находится информация обо всех действиях программы или пользователей системы, с привязкой ко времени. Таким образом, получают реестр действий в хронологическом порядке. Современные средства анализа log-файлов называют анализаторами логов.

В качестве анализаторов логов используют программы, которые сами не занимаются сбором статистики, но умеют анализировать серверные логи, то есть данные обо всех обращениях к серверу, записанные им в лог-файлы.

2. Основная часть

Log-файлы можно просматривать и вручную через текстовый редактор, но это достаточно трудоемко, а при большом числе посетителей — вообще невозможно. Гораздо удобнее использовать анализаторы логов, преобразующие данные в понятные отчеты.

Поскольку web-сервер фиксирует все обращения к сайту, то формируемые на их основе отчеты обеспечивают самую полную статистику о посетителях и могут быть достаточно информативными при аудите безопасности системы.

Одним из самых распространенных алгоритмов, использующихся во время анализа логов, является следующий метод.

Во время работы формируется список, отвечающий за запись данных о сессии. Это можно представить, как сложение параметров списков во время сессии пользователя. Данный способ помогает вести аналитику безопасности, анализировать сетевые журналы подключения Cowrie [1, 2].

Скрипт последовательно обрабатывает каждый файл построчно.

Прежде всего, каждая строка анализируется, разбивается на именованные столбцы. Если фильтры пройдены, то формируется строка для группировки. Строка состоит из одного или нескольких именованных столбцов, если передается массив массивов. Этот анализатор использует журналы IIS для создания статистики в виде необработанных текстовых файлов и CSV-файлов.

Помимо упомянутых текстовых отчетов анализатор также создает каталог под названием «Графики», в котором хранится коллекция диаграмм, созданных с помощью matplotlib. Далее строка проходит фильтры исключения, а затем фильтры включения. Если фильтры пройдены, то формируется строка для группировки. Строка состоит из одного или нескольких именованных столбцов.

Во время работы модуль IISLogAnalyzer использует список cw, который, в свою очередь, объединяет списки о действиях других пользователей и собственных действиях.

3. Заключение

В современном мире существует большое количество лог-анализаторов, которые предоставляют возможность получать информацию о веб-ресурсе. Однако, как показал проведенный анализ популярных анализаторов, обновления большинства бесплатных анализаторов практически не происходит, а версии устарели.

Анализ логов позволяет отследить активность пользователей. Благодаря информации о пользователе специалист по защите информации может идентифицировать его статус, например, является этот пользователь подменным или легитимным. Стандартным методом является анализ системных логов напрямую, используя методы стандартного вывода из утилит системного журналирования.

Преимуществом данного метода является высокая скорость работы, универсальность, большое разнообразие действий, которые можно обнаружить в процессе анализа.

Недостатками является разнородность логов, что не позволяет использовать один и тот же модуль для разных систем журналирования, большой объём занимаемой памяти и, в некоторых случаях, сложность определения источника угрозы.

4. Список литературы

[1] Lean Analytics: Use Data to Build a Better Startup Faster [Электронный ресурс] / A. Croll, B. Yoskovitz. — O'Reilly Media, 2013. — P. 65. — Режим доступа: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.86fdd983-63402a0a-2b378930-74722d776562/https/kcls.overdrive.com/media/1256262 (Дата обращения: 01.10.2022).

[2]Логов, А. Б. Алгоритмы энтропийного метода анализа для отображения свойств объекта в фазовом пространстве / А. Б. Логов, Р. Ю. Замараев, А. А. Логов // Вычислительные технологии. — 2005. — Т. 10. — № 6. — 2005. — С. 75—81.

ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF THE LOG FILES ANALYSIS METHOD

Dyachenko I. A., Taradaico E. A., Devitsyna S. N.
Scientific adviser: Devitsyna S. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the article, the file log analysis technologies and their value and performance requirements are discussed.

УГРОЗЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Боярчук Д. А., Фролов К. А., Склярук В. Л.
Научный руководитель: Склярук В. Л.
Черноморское высшее военно-морское училище им. П.С. Нахимова, Россия
E-mail: krkefir@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены угрозы для облачных технологий. Предложены подходы для минимизации рисков в облачной среде.

1. Введение

Сегодня информация может потребоваться человеку в любой момент, при этом доступ к ней должен обеспечиваться из любого места, даже когда человек забывает взять с собой носитель информации. Эту проблему помогают решить облачные технологии.

2. Основная часть

Cloud (облако) — совокупность виртуальных информационно-технологических ресурсов. Включает каналы связи, серверы, дисковое пространство, различное программное обеспечение, сетевое оборудование.

На рис.1 изображен пример схемы облачной инфраструктуры

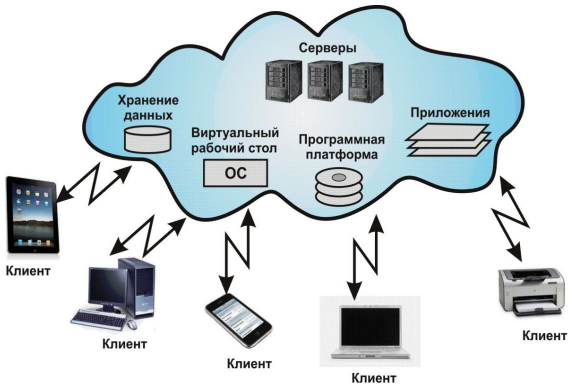


Рис. 1

Специфика обеспечения информационной безопасности облачных технологий заключается в появлении новых угроз помимо классических, присущих любой информационной системе.

Потенциальные угрозы в облаке:

— Неправильная конфигурация параметров безопасности — если облачная инфраструктура спроектирована неверно, то возникают риски небезопасного доступа к ресурсам, компрометации учетных данных, выдачи чрезмерных разрешений, отключения журналирования или отсутствия мониторинга, а также неограниченного доступа к портам и службам.

— Отказ в обслуживании — облачная инфраструктура особенно уязвима к атакам типа отказ в обслуживании (DoS) и распределенный отказ в обслуживании (DDoS).

— Утечка данных — недостаточный уровень защиты может позволить злоумышленнику получить прямой доступ к конфиденциальной информации

— Взлом аккаунтов — это одна из наиболее серьезных проблем, поскольку сотрудники компании не всегда имеют достаточно сложные пароли, а иногда используют один пароль для нескольких учетных записей.

— Небезопасные API-интерфейсы — Пользовательские интерфейсы приложений (API) предназначены для оптимизации облачных вычислений. Однако, если их оставить без контроля и не применять адекватные меры защиты, API-интерфейсы могут открыть злоумышленникам линии связи для доступа к облачным ресурсам.

Как предотвратить угрозы в облачной среде:

— Использовать многофакторную аутентификацию — рекомендуется настроить более строгую аутентификацию пользователя помимо введения логина и пароля.

— Позаботится о сохранности данных при возникновении угроз — разработайте план действий в нештатных ситуациях. Резервное копирование должно осуществляться по план-графику.

— Осуществлять мониторинг — мониторинг в режиме реального времени дают возможность обнаружить несанкционированный доступ или действия, отклоняющиеся от обычных шаблонов.

— Не пренебрегать VPN — без VPN-сети злоумышленник может определить, кто имеет доступ к учетной записи, и получить доступ к данным.

— Применять средства защиты информации (СЗИ) — внедрение комплекса средств защиты информации, обеспечивающих своевременное реагирование на события информационной безопасности, гарантирует сохранность данных.

3. Заключение

Использование облачной инфраструктуры требует проактивного подхода к информационной безопасности. Проактивность позволит предотвратить возникновение серьезных и дорогостоящих проблем и поможет укрепить репутацию компании и сосредоточиться на задачах, повышающих ценность и конкурентоспособность бизнеса на рынке.

4. Список литературы

[1] Шаньгин, В. Ф. Информационная безопасность и защита информации: учеб. пособие / В. Ф. Шаньгин. — М. : Изд. дом «Форум» : ДМК Пресс, 2017. — 702 с.

INFORMATION SECURITY THREATS IN CLOUD TECHNOLOGIES

Boyarchuk D. A., Frolov K. A., Sklyaruk V. L.
Scientific adviser: Sklyaruk V. L.
Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov, Russia

Abstract — Cloud technologies threats were considered. The approaches to minimize risks in the cloud environment are proposed.

АППАРАТНАЯ ЗАЩИТА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ РАБОЧИХ МЕСТ

Велюллаев Э. У., Гончаренко Ю. Ю., Девицына С. Н.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Девицына С. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: skiletsoft@gmail.com

Аннотация — Проведен обзор автоматизированных рабочих мест, их видов, принципов создания, обрабатываемой на них информации. Сделан анализ уязвимостей АРМ, угроз информационной безопасности, каналов утечки информации и методов защиты от них. Даны рекомендации по применению аппаратного средства защиты информации.

1. Введение

Использование АРМ автоматизирует процесс обработки информации для упрощенной работы организации (предприятия), что значительно повышает эффективность работы. Для реализации должной защиты АРМ аппаратные СЗИ должны осуществлять идентификацию и аутентификацию пользователей, блокировку загрузки ОС со съемных носителей, регистрацию попыток доступа к ПЭВМ, контроль целостности системного реестра Windows, контроль целостности программной среды, контроль конфигурации [2].

2. Основная часть

Для реализации требований к защите АРМ от угроз ИБ, в качестве оптимального решения по критерию функционал/стоимость, а также учитывая программу импортозамещения, было выбрано программно-аппаратное средство защиты информации от несанкционированного доступа ПАК «Соболь», который выполняет функции аппаратно-программного модуля доверенной загрузки (АПМДЗ) [2]. Данное программно-аппаратное средство применяется для защиты автономного компьютера, а также рабочей станции или сервера, входящих в состав локальной вычислительной сети (ЛВС). Блокировка загрузки ОС со съемных носителей должна осуществляться после успешной загрузки штатной копии ОС, доступ к этим устройствам восстанавливается, и активируется запрет, который распространяется на всех пользователей ПК, за исключением администратора. Механизм сторожевого таймера обеспечивает блокировку доступа к компьютеру при условии, что после включения компьютера и по истечении заданного интервала времени управление не передано комплексу «Соболь».

Устройство блокировки питания для реализации функции сторожевого таймера представлено на рис. 1.

Рис. 1

Механизм регистрации попыток доступа к ПЭВМ осуществляется следующим образом: электронный замок «Соболь» ведет системный журнал, записи с которого хранятся в специальной энергонезависимой памяти, и фиксирует факт входа и имя пользователя, попытки входа в систему по незарегистрированному идентификатору, ввод неправильного пароля, превышение числа попыток входа в систему, дату и время регистрация событий НСД. Контроль целостности системного реестра Windows позволяет контролировать неизменность системного реестра Windows, что существенно повышает защищённость АРМ от несанкционированных действий внутри ОС. Контроль конфигурации позволяет контролировать неизменность конфигурации компьютера — PCI-устройств, ACPI, SMBIOS и оперативной памяти. ПАК «Соболь» поддерживает различные версии ОС Windows. В качестве аппаратного модуля в данном средстве защиты используется плата PCI Express, которая представлена на рис. 2.

Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, для реализации аппаратной части защиты автоматизированного рабочего места возможно применение программно-аппаратного средства защиты информации от несанкционированного доступа ПАК «Соболь», выполняющее роль АПМДЗ. Данное программно-аппаратное средство применяется для защиты автономного компьютера, а также рабочей станции или сервера, входящих в состав ЛВС.

4. Список литературы

[1] Автоматизированные системы. Защита от несанкционированного доступа к информации. Классификация автоматизированных систем и требования по защите информации [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://fstec.ru/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/dokumenty/114-spetsialnye-normativnye-dokumenty/384-rukovodyashchij- (Дата обращения: 01.10.2022).

[2] Соболь: Руководство [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.securitycode.ru/products/pak_sobol/ (Дата обращения: 01.10.2022).

HARDWARE PROTECTION OF AUTOMATED JOBS

Velullaev E. U., Goncharenko J. J., Devitsyna S. N.
Scientific adviser: Devitsyna S. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The overview of automated workplaces, their types, principles of creation, information processed on them is considered. The analysis of ARM vulnerabilities, information security threats, information leakage channels and methods of protection against them is made. Recommendations on the use of hardware means of information protection are given.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ БАЗ ДАННЫХ

Кузьминых Е. С., Маслова М. А.
Научный руководитель: Маслова М. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: my.virus.kaspersky@gmail.com, mashechka-81@mail.ru

Аннотация — В статье будут рассмотрены основные виды атак на базы данных, а также способы защиты базы данных от потери важной информации.

1. Введение

В данной статье указываются актуальные способы атак на базы данных компаний, из-за чего они несут огромные потери. Большинство маленьких компаний не могут себе позволить нанять квалифицированного специалиста, который сможет грамотно настроить и эксплуатировать базу данных в компании и защитить её от внеплановой атаки, из-за чего происходит кража или уничтожение важной информации и приходится тратить колоссальные суммы на ее восстановление.

2. Основная часть

Существует множество способов проникнуть на сервер компании и получить доступ к закрытой информации. Программное обеспечение регулярно обновляется, где устраняют какие-либо ошибки, но также появляются новые «дыры» в системе, через которые хакеры проникают в систему. С прошлого года количество атак увеличилось на 15%. Рассмотрим статистику описывающую, какая же информация более интересует злоумышленников (рис. 1) [1].

Рис. 1

Перечислим некоторые способы взлома базы данных. Одна из самых очевидных, не сложных в реализации и устранении — это внутренний нарушитель, сотрудник, который работает в компании какое-то время и владеет всей информацией: где расположены сервера, какое программное обеспечение стоит на каждом компьютере, IP-адреса, график работы каждого сотрудника, расположение камер. При грамотном планировании такой сотрудник может совершить атаку в кратчайшие сроки и остаться незамеченным. Найти его уже смогут только после обнаружения следов атаки и отследив по камерам видеонаблюдения. Второй тип внутреннего нарушителя, это инсайдер, который может передать всю необходимую информацию своему напарнику-хакеру, который дистанционно совершит нападение на организацию. Такого хакера уже будет гораздо сложнее обнаружить, т.к. атаки совершаются с подключением к VPN. Грамотные специалисты со временем обнаружат злоумышленника, но есть вероятность того, что он уже скроется.

Чтобы бороться с внутренними нарушителями и инсайдерами стоит назначать на защиту баз данных одного квалифицированного специалиста, который будет иметь доступ к администрированию серверов и сможет бороться с различного рода проблемами. Также необходимо разграничить доступ к информации между сотрудниками, для невозможности доступа к закрытой информации и ее распространению.

Следующий способ взлома баз данных внешнего нарушителя — это базы данных работающие на языке SQL, когда злоумышленник может модифицировать SQL запрос в приложении. К примеру, через несколько команд SQL запросов можно увидеть пароль администратора от учётной записи, которая хранится в одной из таблиц БД.

Способы предотвращения SQL-инъекций:

— определять SQL-инъекции — необходимо использовать знания о старых SQL-инъекциях и устранять возможность их работы заранее и осуществлять проверку входных параметров;

— определять признаки, характерные для работы хакерских утилит. Атаки проводятся в основном через специальные программы, от которых нужно избавляться заранее;

— создать и регулярно пополнять чёрный список хостов, с которых проводились хакерские атаки [2].

Основной способ защиты БД от незаконного проникновения в систему и выполнения конкретных действий, которые принесут ущерб организации — это штатный аудит баз данных. СУБД, которая ведёт журнал подключения и выполнения любых команд и действий в системе. Ее можно настроить так, что на конкретные команды будет срабатывать триггер и блокировать доступ к учётной записи, а также оповещать администратора.

3. Заключение

Таким образом, в статье были рассмотрены причины и способы проникновения в базу данных, какая информация более привлекает хакеров и некоторые способы борьбы с уязвимостями.

4. Список литературы

[1] Актуальные киберугрозы: I квартал 2022 года [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://clck.ru/32Fjcs (дата обращения 10.08.2022).
[2] Сводный отчет Hacker Intelligence – Анатомия SQL инъекции [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://clck.ru/32FkLN (дата обращения 20.08.2022).
[3] Способы защиты баз данных [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://clck.ru/j44gK (дата обращения 20.08.2022).

ANALYSIS OF DATABASE PROTECTION METHODS

Kuzminykh E. S., Maslova M. A.
Scientific adviser: Maslova M. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the article, the main types of attacks on databases, as well as ways to protect the database from the loss of important data, is discussed.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДАННЫХ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Надейкина В. С., Маслова М. А.
Научный руководитель: Маслова М. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
Email: nice.nadeykina@mail.ru, mashechka-81@mail.ru

Аннотация — В данной статье будет рассмотрен один из способов обеспечения безопасности данных в современном мире, основанный на базе технологии блокчейн.

1. Введение

В настоящее время проблема обеспечения безопасности данных особенно актуальна в связи с ростом количества киберугроз. Перспективу для решения проблем безопасности личных данных открывает технология блокчейн. В работе рассмотрен один из способов обеспечения безопасности данных в современном мире, основанный на базе технологии блокчейн.

2. Основная часть

В связи с обострением противостояния в киберпространстве, возросло число кибератак. По данным компаний: Positive Technologies от 19 апреля 2022 года — с 2020 года по 2021 г число кибератак выросло на 6,5 %; Tet от 21 февраля 2022 года заявила, что было зафиксировано 3066 остановленных кибератак типа «отказ в обслуживании» (DDoS - Distributed Denial of Service), что по сравнению с предыдущим годом выросло на 22% [1]. На рис. 1 отображен рост общего количества атак [2].

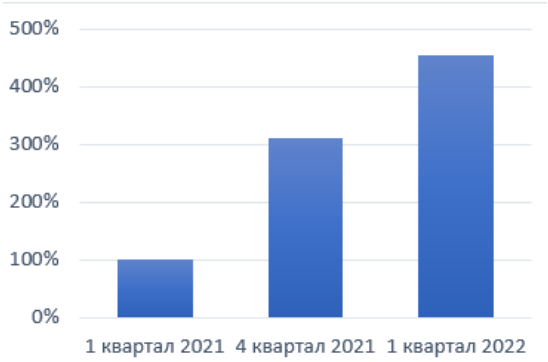


Рис. 1

Блокчейн — это распределенная база данных, которая состоит из блоков, связанных между собой в некую «цепочку» средствами криптографии. Технология блокчейн является децентрализованной, т.е. вся информация хранится распределённо по всей блокчейн-сети. Поскольку технология блокчейн использует хеширование, то невозможно фальсифицировать данные, так как каждый последующий блок, записывающийся в эту цепь, содержит хеш-сумму данного и предшествующих блоков. Данная технология является прозрачной, то есть все данные находятся в поле зрения общественности, потому как база данных блокчейна хранится одновременно у всех участников блокчейн-сети и каждый имеет доступ к информации о любой транзакции, когда-либо осуществлённой, и несет ответственность за проверку и за хранение данных - удалить существующую или добавить недостоверную информацию невозможно. Все это дает возможность достигнуть общего соглашения о нынешнем состоянии базы данных всех участников сети, и каждый пользователь сети подтверждает данную информацию и ее истинность в базе данных. Приведенные параметры дают приоритет технологии блокчейн к возможным путям решения в обеспечении безопасности информации.

Рассмотрим способ борьбы с атаками типа DDoS с помощью технологии блокчейн. Ключом к решению задачи является децентрализованный характер технологии блокчейн: большое количество узлов будет распределено по всему миру, геосервисный контент и медиа станут ближе. На базе технологии блокчейн будет создана платформа Blockchain, где пользователи смогут объединять ресурсы вместе, что поможет снять пропускную способность и вычислительную мощность с централизованного управления. Совместные ресурсы снимут пропускную способность и вычислительную мощность с централизованного управления, а платформа создаст децентрализованные CDN (Content Delivery Network — это географически распределённая сетевая инфраструктура, благодаря которой происходит быстрое обеспечение всего контента для пользователей сайтов и веб-сервисов). Таким образом, чтобы проникнуть в один из децентрализованных пулов, DDoS-атаке потребуется отключить все децентрализованные серверы. Поскольку в пуле будут сотни, тысячи серверов, то, следовательно, данная задача по атаке практически нерешаемая [3 — 4].

3. Заключение

Таким образом, в работе были рассмотрены принцип работы технологии блокчейн, её главные черты, помогающие обеспечить безопасность данных, а также способ борьбы с атаками типа DDoS на базе этой технологии.

4. Список литературы

[1] Число кибератак в России и в мире [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://clck.ru/32Fr6E (дата обращения: 19.08.2022).
[2] Отчет по DDoS-атакам в 1 квартале 2022 года [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://clck.ru/32FsyF (дата обращения: 20.08.2022).
[3] DDoS защита нового поколения на основе Blockchain [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://clck.ru/32FsN4 (дата обращения: 20.08.2022).
[4] Нестеренко, В. Р Использование технологии BLOCKCHAIN для обеспечения безопасности в распределенном интернете вещей / В. Р. Нестеренко, М. А. Маслова // Научный результат. Информационные технологии. — 2021. — Т.6. — № 2. — С. 3—8.

USAGE BLOCKCHAIN TECHNOLOGY FOR SECURITY OF DATA IN MODERN TIMES

Nadeykina V. S., Maslova M. A.
Scientific adviser: Maslova M. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the article, one of the ways to ensure data security in the modern world, based on blockchain technology, is considered.

СВЕТО-ЗВУКОВОЙ ОПОВЕЩАТЕЛЬ СИСТЕМЫ ОХРАННО-ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

Коржуков Н. Н., Савочкин А. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Савочкин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: korzhukov98@mail.ru

Аннотация — Рассматривается вариант реализации свето-звукового оповещателя, предназначенного для использования в составе охранно-пожарной сигнализации, отличающийся возможностью изменения состава звуковых сообщений. Настройка устройства может быть реализована путем непосредственного подключения оповещателя к управляющему компьютеру, или путем использования подключения через радио интерфейс.

1. Введение

Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре — комплекс организационных мероприятий и технических средств, предназначенных для своевременной передачи информации о возникновении пожара и путях эвакуации, а также для обеспечения безопасной эвакуации людей при пожаре путем включения технических средств, предотвращение паники.

Проектируемый оповещать ориентирован на третий тип оповещения, в котором зачастую используют аналоговое речевое оповещение. Данный тип оповещения представляет из себя, систему оповещения, состоящую из модуля речевого оповещения и подключенных к нему оповещателей. В речевой модуль предварительно записано сообщение и при подаче сигнала от приемо-контрольного прибора речевой модуль воспроизводит сообщение вместе с сиреной.

2. Основная часть

В существующих системах обычно используются стандартные сообщения, например, типа «Внимание, внимание, пожарная тревога», которые не могут использоваться во всех организациях. В школах, детских садах, супермаркетах и ряде других организаций, представленное сообщение может вызвать панику, и затруднить эвакуацию людей из помещений. Конечно в модулях речевого оповещения предусмотрена возможность записывать свои сообщения. Но эти сообщения в любом случае будут транслироваться на все подключенные колонки [1].

В этом заключается основной недостаток имеющихся систем оповещения, системе не хватает гибкости. Необходима возможность замены сообщении на отдельно взятых оповещателях в зависимости от конкретной ситуации. Это значительно повысит эффективность системы, так как обеспечит возможность записывать индивидуальные инструкции эвакуации в отдельных частях здания и конкретных помещениях.

Помимо гибкости конфигурации проектируемый оповещатель будет иметь невысокую стоимость, что расширяет возможности его использования. В используемых системах перенаправление людей к действующим эвакуационным выходам обычно обеспечивается системами, предусматривающими служебную громкоговорящую связь. Данные решения имеют больший функционал, но стоимость оборудования данного типа значительно выше. Проектируемый прибор соблюдает все нормы и требования, предоставляемые для приборов охранно-пожарной сигнализации. В структурную схему прибора входят: блок ЦПУ; блок радиосвязи, осуществляющий радиоканальную связь с другими приборами; проводной интерфейс, для связи с другими приборами; интерфейс технического обслуживания; блок светового оповещения и блок звуко-речевого оповещения, как показано на рис. 1.

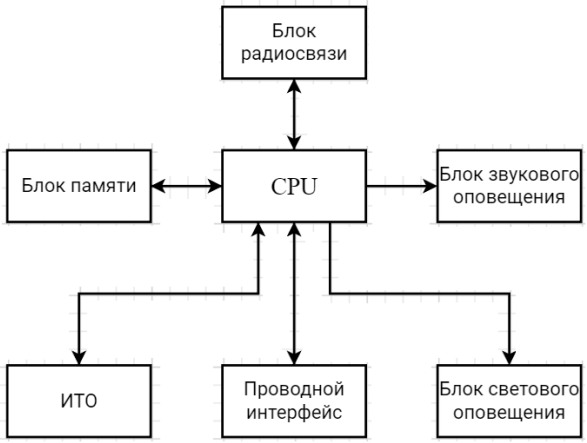


Рис. 1

Варианты развертывания варьируются от одного пользователя, управляющего одной радиостанцией, до диспетчерских центров с несколькими операторами, управляющими десятками радиостанций, IP-телефонов, мобильных телефонов в нескольких местах.

3. Заключение

Как показано в докладе принципиальным преимуществом предлагаемого свето-звуковой оповещателя системы охранно-пожарной сигнализации является возможность динамического изменения состава звуковых сообщений, что увеличивает эффективность применения системы. В ходе дальнейшего исследования планируется разработать практический вариант реализации устройства на уровне принципиальной схемы.

4. Список литературы

[1] Системы противопожарной защиты система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре требования пожарной безопасности / МЧС России. — Режим доступа: https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/svody-pravil/675

LIGHT AND SOUND SYSTEM SOUNDER SECURITY AND FIRE ALARM SYSTEMS

Korzhukov N. N., Savochkin A. A.
Scientific adviser: Savochkin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A variant of the implementation of a light and sound annunciator intended for use as part of a security and fire alarm system, characterized by the possibility of changing the composition of sound messages, is being considered. Device configuration can be implemented by directly connecting the sounder to the control computer, or by using the connection via the radio interface.

Секция 11

ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ИСТОРИЯ МОРСКОЙ РАДИОСВЯЗИ. ТЕНДЕНЦИИ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ

Антонюк Н. Ю., Боков Г. В.
Научный руководитель: Боков Г. В.
Филиал ФГБОУ ВО «ГМУ им. адм. Ф. Ф. Ушакова» в г. Севастополь, Россия
E-mail: nikitantoniuk@yandex.ru

Аннотация — В данной работе рассмотрен аспект развития и становления радиосвязи на судах торгового флота. Обозначены возможные пути дальнейшего развития данной отрасли.

1. Введение

Уже минуло то время, когда морская радиосвязь на судах гражданского и военного флота представляла собой отдельный род деятельности на судне, которое имело отдельный экипаж. Сейчас для этого с ещё большим успехом используется мобильная и спутниковая связь. Эти виды связи стали повсеместно доступны и дешевы. Однако морская радиосвязь именно сейчас переживает период бурного развития.

2. Основная часть

Радиоаппаратура Попова А. С. с 1897 г. стала применяться сначала на Балтийском флоте, а с 1899 г. — на Черноморском. Последним и самым важным экзаменом для признания изобретения Попова А. С. стала трагедия, разыгравшаяся ночью 13 ноября 1899 г. у южной оконечности острова Гогланд.

Моментом рождения именно морской радиосвязи мы можем считать декабрь 1898 г., когда британская государственная инспекция по плавучим маякам (British Lightship service), позднее влившейся в MCA (Maritime and Coastguard Agency), установила первую радиостанцию на корабле-маяке в районе Дувра.

Первым же сообщением о бедствии (DISTRESS), переданным по морской радиосвязи, считается сообщение от 17 марта 1899 г. с этого корабля-маяка о наблюдаемом бедствии судна «Эльба», севшего на мель в штормовую погоду. Сейчас такой сигнал относился бы не к сообщениям о бедствии (DISTRESS), а к ретрансляции сообщения о бедствии (DISTRESS RELAY). Но вне зависимости от этого радист, принявший сигнал бедствия, сообщил о бедствии на спасательную станцию города Рамсгейт (Ramsgate). Эта ситуация разрешилась спасением экипажа в первую очередь благодаря личной, традиционной английской ответственности радиста, а не организованной работе системы спасения людей в бедственной ситуации, возможность которой тогда еще до конца никто не представлял. Когда в 1912 г. со стапелей в воду был спущен «Титаник», оснащение радио приемо-передатчиками кораблей океанского класса было уже сложившимся стандартом. Но радиоаппаратура кораблей того периода использовалась, в первую очередь, для связи корабля с офисом, получения метеорологических предупреждений и сообщений частного характера из «своего» офиса. Никакого метеорологического сервиса (World Meteorological Service), равно как и сервиса рассылки предупреждающих сообщений о безопасности мореплавания (то, что мы сейчас называем Maritime Safety Broadcast) еще не существовало и в помине. Равно как и не существовало ни порядка, ни регламента работы с радиоаппаратурой. Каждый радист слушал радиостанцию в назначенное офисом время, а в свободное время, при желании, слушал эфир, с надеждой услышать там что-нибудь для себя интересное. К слову говоря, не существовало ни спасательных служб, ни служб, координирующих спасательные операции. Все это было личным делом энтузиастов. Таким образом, когда 14 апреля 1912 г. радист парохода «Карпатия» по своей инициативе слушал не слишком оживленный по тем временам эфир, и услышал передаваемое безо всякого протокола сообщение бедствия с «Титаника», а капитан «Карпатии» по собственной инициативе изменил маршрут и произвел, возможно, первую в мире полноценную в современном понимании поисково-спасательную операцию (SAR — Search and Rescue) — это было скорее чудо, чем результат какой-либо организации.

3. Заключение

В настоящее время на морском флоте используются или находятся на стадии внедрения различные судовые и береговые системы связи и навигации, что требует унификации и интеграции используемого оборудования. Для обеспечения этой возможности была разработана стратегия электронной навигации. Создание систем радиосвязи, действительно интегрированных с другим судовым оборудованием в рамках указанной стратегии, возможно с использованием технологии программируемого радио — SDR. Основная сложность перехода от технологии SCR к полномасштабному использованию технологии SDR ограничивается необходимостью использования аналоговых устройств. Однако в настоящее время еще рано говорить о полномасштабном использовании технологии SDR в морской радиосвязи, речь идет скорее о технологии программно-управляемого радио SCR. При этом для эффективной работы такой системы необходима структурная избыточность, включая возможность работы в различных частотных диапазонах [3].

4. Список литературы

[1] История развития морской связи [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://forcesail.ru/article/gmdss/#.YstTMurP2Ul.

[2] Игорь Дулькейт: Перспективы глобальной морской системы связи [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://news.rambler.ru/gadgets/45673778-igor-dulkeyt-perspektivy-globalnoy-morskoy-sistemy-svyazi-pri-bedstvii-i-dlya-obespecheniya-bezopasnosti-i-ih-posledstviya-dlya-rossii/

[3] Головин, В. В. Проектирование антенных систем : учебное пособие / В. В. Головин, Ю. Н. Тыщук, И. Л. Афонин. — М. : Центркаталог, 2020. — 152 с.

HISTORY OF MARITIME RADIO COMMUNICATIONS. TRENDS OF FURTHER DEVELOPMENT

Antonyuk N. Yu., Bokov G. V.
Scientific adviser: Bokov G.V.
Sevastopol Branch of *FSFEI HE* «*AUMSU*»

Abstract — In paper the aspect of the development and formation of radio communications on ships of the merchant fleet is considered. Possible ways of further development of this industry are shown.

ПАТРИАРХ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВЕЩАНИЯ (к 100-летию Марка Иосифовича Кривошеева, 1922—2018)

Попова А. А., Афонин И. Л., Ермолов П. П.
Научные руководители: д-р техн. наук, проф. Афонин И. Л., канд. техн. наук, доц. Ермолов П. П.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: ppyermolov@sevsu.ru

Аннотация — Марк Иосифович Кривошеев — советский и российский ученый. Входит в плеяду создателей современного мирового телевидения, доктор технических наук, заслуженный деятель науки и техники РСФСР. Один из создателей современных международных стандартов цифрового телевидения и телевидения высокой четкости. В докладе приведен эпизод об отношении Кривошеева к появлению новых журналов.

1. Введение

М. И. Кривошеев родился в Полтаве. В 1933 году во Дворце пионеров участвовал в сборке самодельного механического телевизора с диском Нипкова, что предопределило его будущую профессию.

2. Основная часть

7 мая 1945 года, будучи студентом Московского института инженеров связи (МИИС), участвовал в техническом обеспечении первой в Европе послевоенной передачи Московского телевизионного центра (МТЦ). В 1946 году окончил МИИС и был направлен на МТЦ. В 1946 году разработал блок развертки, позволивший впервые получить телевизионное изображение по новому стандарту 625 строк. Участвовал в разработках первых телевизоров по этому стандарту. 3 сентября 1948 года впервые вывел в эфир сигналы телепрограммы в стандарте 625 строк.

В 1950 году переведен в Министерство связи СССР и назначен начальником отдела телевидения. Выполнял большую работу по становлению и развитию передающей сети ТВ и УКВ-ЧМ вещания страны. В 1957 году подготовил первые проекты постановления СМ СССР о строительстве нового Московского телецентра с башней для антенн высотой 500 м, а также проект технического задания ГСПИ Минсвязи СССР на проектирование этого комплекса.

В 1962 году руководил разработкой телевизионного комплекса для спутниковой системы связи «Молния», впервые передавшей в 1965 году телепрограммы из Москвы во Владивосток и обратно.

В 1954 — 1970 годах избирался членом и вице-председателем бюро телегруппы изучения Международной организации по радио и телевизионному вещанию (ОИРТ). С 1970 года в течение 30 лет бессменно руководил ТВ исследовательской комиссией (ИК 11) в МСЭ — признанным международным форумом по стандартизации телевещания. В 1980 году руководил разработкой телевизионного комплекса для передачи сигналов программ Олимпиады-80.

С 2000 года до конца жизни являлся почетным председателем вещательной исследовательской комиссии (ИК 6, МСЭ-Р). Руководил и участвовал в разработках более 150 рекомендаций (в том числе общеизвестной BT.601), ставших пакетом стандартов, фундаментом внедрения цифрового телевидения в России и в мире. В 2008 году по его инициативе и предложенной им стратегии в МСЭ начата международная стандартизация объемного (3D) цифрового телевещания. В 2009 году как основоположник интерактивных видеоинформационных систем, которые обеспечат массовую экранизацию высококачественной визуальной информации в многолюдных местах, в том числе «наружное» телевещание, был избран руководителем международной группы в МСЭ-Р по проблемам стандартизации таких систем.

В 2010 — 2011 годах им были разработаны стартовые положения новой концепции развития телерадиовещания до 2020 — 2025 годов, интегрирующие новые сферы, международные исследования в которых проводятся как по инициативе России, так и при активном ее участии. До этого разработал основные положения реализуемой концепции (2009 — 2015), впервые знаменующей переход от аналогового телевещания к цифровому.

Умер 16 октября 2018 года в Москве.

Решение об издании журнала «Мультисервисные сети кабельного телевидения» было принято на 2-м Международном конгрессе телерадиовещателей и операторов кабельного телевидения стран СНГ в Ялте 18 — 24 июня 2001 г. В течение 2001 — 2003 гг. было издано 5 номеров журнала. Всего в пяти номерах журнала было опубликовано 52 статьи.

Основной причиной закрытия журнала стал кризис, обусловленный правовой неурегулированностью на то время рынка предоставления услуг в кабельных сетях, что привело к потере интереса к финансированию издания со стороны инициатора издания журнала — Всеукраинской ассоциации операторов кабельного телевидения и телеинформационных сетей. Другой причиной закрытия журнала стал «безрекламный» формат издания [1].

На одной из профильных выставок начала 2000-х гг. на предложение о вхождении в состав редакционного совета журнала Кривошеев ответил отказом, мотивируя это решение большой занятостью. Потом добавил, что создать журнал проще, чем его потом содержать и развивать. Слова патриарха оказались пророческими.

3. Заключение

В научный оборот введены новые факты, касающиеся деятельности М. И. Кривошеева.

4. Список литературы

[1] Yermolov, P. P. About Magazine "Multiservise Cable Television Networks" (to 10th Anniversary of First Issue) / P. P. Yermolov. В сб. : CriMiCo 2011 – 2011 21st Int. Crimean Conf. : Microwave and Telecommunication Technology, Conf. Proc. Sevastopol, Crimea, 2011. — С. 119—120.

PATRIARCH OF DIGITAL TELEVISION (to the 100th anniversary of Mark Iosifovich Krivosheev, 1922–2022)

Popova A. A., Afonin I. L., Yermolov P. P.
Scientific advisers: Afonin I. L., Yermolov P. P.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Mark Iosifovich Krivosheev is a Soviet and Russian scientist. He is one of the creators of modern world television, Doctor of Technical Sciences, Honored Worker of Science and Technology of the RSFSR. One of the creators of modern international standards for digital television and high-definition television. The report contains an episode about Krivosheev's attitude to the emergence of new journals.

О КНИГЕ «СБОРНИК НОМОГРАММ ПО РАДИОТЕХНИКЕ» (к 100-летию Владимира Михайловича Родионова, 1922—1988)

Попова А. А., Ермолов П. П.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Ермолов П. П.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: ppyermolov@sevsu.ru

Аннотация — Рассмотрена целесообразность использования номограмм для получения приближений нулевого порядка при расчетах с использованием более точных компьютерных средств.

1. Введение

В. М. Родионов (1922—2022) более известен как основоположник отечественной методологии историографии в области радиотехнологий [1]. Но в начале своей профессиональной деятельности 30-летним Владимиром Михайловичем была проведена большая работа по актуальной на то время теме — систематизации существующих и разработке новых номографических методов расчета в области радиотехники [2]. В настоящее время, через 70 лет после выхода сборника [2], номографические методы могут быть использованы для получения приближений нулевого порядка при расчетах с использованием более точных компьютерных средств.

2. Основная часть

В [2] номографированы наиболее необходимые в радиотехнике формулы и систематизирован ряд уже опубликованных ранее номограмм. При этом была использована отечественная и иностранная литература. Все номограммы, заимствованные из других источников, подверглись переработке, направленной как на улучшение и упрощение номограмм и унификацию единиц, так и на устранение ошибок, встретившихся в оригиналах. Часть номограмм разработана автором и публикуется впервые.

Сборник [2] состоит из восьми глав, содержит правила пользования и примеры расчетов по номограммам, а в некоторых случаях и минимум необходимых теоретических сведений.

Глава 1. Вспомогательные номограммы (квадратные корни из комплексных чисел, пересчет комплексных чисел из декартовых координат в полярные, обратные комплексные величины, перевод отношений чисел в децибелы).

Глава 2. Элементы радиосхем (закон Ома и мощность, индуктивность однослойной катушки, собственная емкость однослойной катушки, расчет многослойных катушек, расчет катушек плотной намотки, индуктивность катушки со стальным сердечником, индуктивность экранированной катушки, расчет маломощного силового трансформатора, параллельное соединение сопротивлений).

Глава 3. Приемно-усилительные схемы (расчет усилителя низкой частоты с емкостной связью между каскадами, усилители с обратной связью и катодные повторители, выходное сопротивление и полоса пропускания катодного повторителя, расчет корректирующего дросселя в видеоусилителе, расчет цепи связи в видеоусилителе, расчет многокаскадных усилителей промежуточной частоты, сопряжение контуров в супергетеродине, комбинационные частоты в смесителе, тепловые шумы параллельной *RC*-цепи, определение шумфактора четырехполюсника, шумфактор последовательно соединенных четырехполюсников, расчет маломощного выпрямителя).

Глава 4. Пассивные четырехполюсники (согласующие четырехполюсники с минимальным затуханием; расчет *T*- и *H*-образных ослабителей, расчет линейных схем, содержащих *L*, *C*, *R*; расчет электрических фильтров; фазосдвигающая цепь; простейший фазовращатель, генераторы с фазовым сдвигом).

Глава 5. Импульсные схемы (расчет искусственных длинных линий; расчет формирующей цепи, составленной из параллельно соединенных резонансных контуров; дифференцирование импульсов; расчет мультивибратора с самовозбуждением; расчет импульсного трансформатора и др.).

Глава 6. Передающие линии (волновое сопротивление длинной линии, пересчет сопротивления потерь в линии в затухание в децибелах на единицу длины, сопротивление отрезка линии, четвертьволновый трансформатор, добротность коаксиальной линии как контура; линия, нагруженная на емкость; уменьшение КСВ вследствие потерь в линии; КПД при рассогласовании в линиях; расчет шлейфов нагруженной линии; затухание последовательно соединенных ослабителей и др.).

Глава 7. Волноводы (предельные частоты в прямоугольном волноводе для волн типа $E_{m,n}$ и $H_{m,n}$; предельные частоты круглого волновода; длина волны в круглом волноводе; плавные волноводные переходы).

Глава 8. Распространение радиоволн и антенные системы (напряженность поля на расстоянии от передатчика для УКВ диапазона, затухание ультракоротких волн, величина зоны прямой видимости для ультракоротких волн, радиус первой дифракционной зоны Френеля, расчет коэффициента направленного действия и ширины диаграммы направленности антенн сантиметрового диапазона, дальность действия радиолокационной станции, расчет вибраторных антенн, расчет спиральных антенн).

3. Заключение

Изданный 70 лет назад сборник [2] будет полезным современным разработчикам радиотехнических устройств и систем для получения приближений нулевого порядка при расчетах с использованием более точных компьютерных средств.

4. Список литературы

[1] 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.

[2] Родионов, В. М. Сборник номограмм по радиотехнике / В. М. Родионов. — М. : Сов. радио, 1953. — 187 с.

ABOUT THE BOOK "COLLECTION OF NOMOGAMMS ON RADIO ENGINEERING" (to the 100th anniversary of Vladimir Mikhailovich Rodionov, 1922–2022)

Popova A. A., Yermolov P. P.
Scientific adviser: Yermolov P. P.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The expediency of using nomograms to obtain zero-order approximations in calculations using more accurate computer tools is considered.

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ СЕВАСТОПОЛЬСКОГО ПОЛИГОНА (к 90-летию Евгения Анатольевича Штагера)

Попова А. А., Ермолов П. П.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Ермолов П. П.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: ppyermolov@sevsu.ru

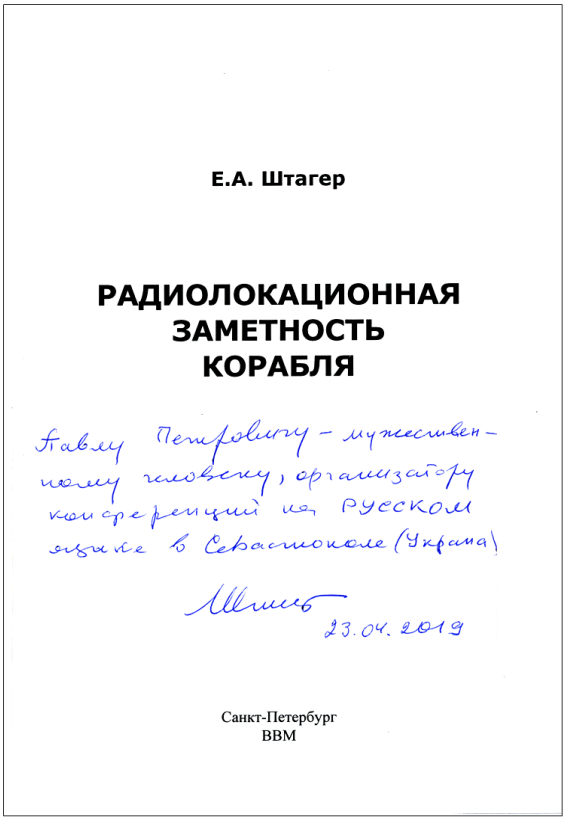
Аннотация — В докладе рассмотрена деятельность Евгения Анатольевича Штагера, главного научного сотрудника Крыловского научного центра, доктора физико-математических наук, в 1979 — 1991 гг. — научного руководителя севастопольского полигона для измерений радиолокационных, тепловых и лазерных характеристик надводных кораблей. Приведен Автограф Е. А. Штагера на титульном листе монографии 2019 г.

1. Введение

Имя Е. А. Штагера хорошо известно среди специалистов, занимающихся проблемами морской радиолокации и радиолокационной заметности.

2. Основная часть

Евгений Анатольевич Штагер (род. 21.08.1932 г.) — доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник ЦНИИ им академика А. Н. Крылова (Санкт-Петербург), специалист по морской радиолокации. Ему принадлежит разработка физической модели процесса отражения радиоволн от кораблей, получившая название «модель локальных источников», с помощью которого определяются радиолокационные характеристики кораблей с учетом их качки и нерегулярного волнения моря. Этот метод положен в основу современной программы расчета радиолокационных характеристик кораблей и танков.


Е.А. Штагер

РАДИОЛОКАЦИОННАЯ ЗАМЕТНОСТЬ КОРАБЛЯ

Павлу Петровичу – мужественному человеку, организатору конференций на русском языке в Севастополе (Украина)

23.04.2019

Санкт-Петербург
ВВМ

Рис. 1

Е. А. Штагером совместно с И. М. Фуксом была предложена обобщенная функция неопределенности сигналов в радиолокации, которая в частном случае точечного объекта переходит в известную функцию неопределенности Вудворда. Штагером в соавторстве с П. В. Блиохом был разработан критерий дальней зоны для кораблей, который широко используется для выбора расстояний до измеряемого корабля или для его модели на стенде моделирования.

В течение многих лет Е. А. Штагер руководил работами по созданию радиолокационного полигона в Севастополе, а после их завершения в течение 10 лет был научным руководителем НИР по измерениям радиолокационной заметности кораблей, их пеленгационных характеристик и средств их защиты.

Е. А. Штагер является автором или соавтором 9 монографий, изданных на русском, английском и китайском языках, а также автором более 100 статей и докладов. Наиболее известными монографиями Е. А. Штагера являются [2—6]. Автограф на титульном листе монографии [6] приведен на рис. 1.

3. Заключение

Научная жизнь Евгения Анатольевича Штагера заслуживает более глубокого исследования.

4. Список литературы

[1] Yermolov, P. P. Sevastopol Range for Measuring Radar, Thermal and Laser Properties of Surface Ships (1979–1991) / P. P. Yermolov, V. V. Pustovoytenko // В сб. : CriMiCo'2009 – 19th Int. Crimean Conf. Microwave and Telecommunication Technology. Conf. Proc., 2009. — С. 36—39.
[2] Штагер, Е. А. Рассеяние волн на телах сложной формы / Е. А. Штагер, Е. В. Чаевский. — М. : Сов. радио, 1974. — 240 с.
[3] Штагер, Е. А. Рассеяние радиоволн на телах сложной формы / Е. А. Штагер. — М. : Радио и связь, 1986. — 182 с.
[4] Штагер, Е. А. Отражение радиоволн от кораблей и других морских объектов / Е. А. Штагер. — СПб. : ВВМ, 2005. — 418 с.
[5] Алексеев, А. Г. Физические основы технологии Stealth / А. Г. Алексеев, Е. А. Штагер, С. В. Козырев. — СПб. : ВВМ, 2007. — 283 с.
[6] Штагер, Е. А. Радиолокационная заметность корабля / Е. А. Штагер — СПб. : ВВМ, 2019. — 104 с.

SCIENTIFIC SUPERVISOR OF THE SEVASTOPOL POLYGON (to the 90th anniversary of Evgeny Anatolyevich Shtager)

Popova A. A., Yermolov P. P.
Scientific adviser: Yermolov P. P.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The report examines the activities of Evgeny Anatolyevich Shtager, chief researcher of the Krylov Scientific Center, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, in 1979–1991, — Scientific Director of the Sevastopol test site for measuring radar, thermal and laser characteristics of surface ships. The autograph of E. A. Shtager is given on the title page of the 2019 monograph.

К 80-ЛЕТИЮ ЗИБОРОВА СЕРГЕЯ РОДИОНОВИЧА

Дидус В. Т., Шундрин М. И., Афонин И. Л., Поляков А. Л.
Научные руководители: д-р техн. наук, проф. Афонин И. Л., канд. техн. наук, с. н. с. Поляков А. Л.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: diduslera@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен творческий и жизненный путь доцента кафедры «Радиоэлектронные системы и технологии» Института радиоэлектроники и интеллектуальных технических систем ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», Зиборова Сергея Родионовича.

1. Введение

Зиборов Сергей Родионович (рис. 1) является доцентом кафедры «Радиоэлектронные системы и технологии» Института радиоэлектроники и интеллектуальных технических систем.

20 августа 2022 года Сергей Родионович отметил свой 80-летний юбилей. За плечами большой жизненный путь, годы кропотливой и самоотверженной работы. Его всегда отличали и отличают такие качества, как трудолюбие, ответственное отношение к порученному делу, принципиальность и уважительное отношение к коллегам и студентам.

Рис. 1

2. Основная часть

Родился Сергей Родионович в 1942 году в г. Энгельсе. В это время семья из Ленинграда ехала к новому месту службы отца в г. Джелалабад. В Энгельсе фактически была промежуточная остановка. Это было суровое время Великой Отечественной войны. Страна все отдавала для фронта, для Победы над коварным врагом. Отец Сергея Родионовича, офицер Красной Армии, обучал курсантов военного училища. После завершения Великой Отечественной войны семья снова вернулась в Ленинград.

В 1953 году отца Сергея Родионовича перевели к новому месту службы в г. Севастополь в военно-морское училище подготовки офицеров-подводников в пос. Голландия (рис. 2).

Рис. 2

Уже с малых лет Сергей Родионович понимал цену трудового куска хлеба. После завершения школы отец помог Сергею устроится на работу в училище в качестве слесаря. В течении года он освоил работу на токарном и фрезерном станках.

В 1966 году Зиборов С. Р. с отличием окончил радиотехнический факультет Ленинградского электротехнического института им. В. И. Ульянова (Ленина) (рис. 3) по специальности «Радиоэлектронные устройства».

Рис. 3

В 1966 году по распределению был направлен на работу в Крымскую астрофизическую обсерваторию АН СССР, в отдел экспериментальной астрофизики, где работал стажером-исследователем до 1969 года (рис. 4).

В этом же году перешел на работу в Севастопольский приборостроительный институт.

Настойчивость и трудолюбие, а также умелое сочетание педагогической деятельности и научной работы позволили подготовить и успешно защитить диссертацию на соискание ученой степени кандидата

технических наук. Диссертацию на тему «Исследование и разработка функциональных измерительных преобразователей с автоматическим дискретным компандированием сигнала» Сергей Родионович успешно защитил в 1980 году по специальности 05.11.08 — Радиоизмерительные приборы. Научным руководителем был профессор Маригодов В. К.

Рис. 4

С 1981 года по настоящее время Зиборов С. Р. работает доцентом кафедры «Радиоэлектронные системы и технологии».

Как настоящий профессионал своего дела, свободно владеющий французским языком, с 1987 по 1989 год Сергей Родионович был откомандирован в республику Гвинея, где работал преподавателем Конакрийского политехнического университета.

Длительное время Зиборов С. Р. являлся ответственным редактором сборника научных трудов Сев НТУ «Информатика, электроника, связь».

Основными научными трудами Зиборова С. Р. являются (рис. 5):

Рис. 5

1. Зиборов С.Р. Функциональные преобразователи с дискретным компандированием сигнала / С. Р. Зиборов, в. К. Маригодов. — М.: Энергоатомиздат. 1988. — 144 с.

2. Зиборов С. Р. Преобразование аналоговых и дискретных сигналов в системах передачи информации / С. Р. Зиборов и др; под общ. Ред. В. К. Маригодова. — Севастополь: Изд-во КМУ ЧВВМУ им. П. С. Нахимова, 1985. — 443.

3. Зиборов С. Р. Анализ алгоритмов дискретного компандирования сигналов методом разностных уравнений / С. Р. Зиборов // Вестник СевГТУ. Сер. Информатика, электроника, связь: сб. науч. тр. — Севастополь, 1999. — Вып. 18. — С. 78—82.

Имеет 23 изобретения (рис. 6) и более 100 научных и учебно-методических работ.

СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ

ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

1	373642	Компенсационный фазометр	1973	Б.И. № 14
2	417739	Широкодиапазонный фазометр с преобразованием частоты	1974	Б.И. № 8
3	417862	Устройство для изменения масштаба входного сигнала	1974	Б.И. № 8
4	477426	Устройство для вычисления отношения напряжений	1975	Б.И. № 26
5	488225	Устройство для воспроизведения показательной функции	1975	Б.И. № 38
6	495769	Многоканальный коммутатор	1975	Б.И. № 46
7	508796	Устройство для записи и воспроизведения аналоговых сигналов	1976	Б.И. № 12
8	510006	Способ повышения помехоустойчивости телевизионного сигнала	1976	Б.И. № 13
9	93628	(специальная тематика)	—	—
10	528577	Логарифмический преобразователь	1976	Б.И. № 34
11	542202	Генератор показательной функции	1977	Б.И. № 1
12	547784	Устройство для возведения в степень аналоговых сигналов	1977	Б.И. № 7
13	555552	Устройство для сжатия входного сигнала	1977	Б.И. № 15
14	557386	Устройство для возведения в степень	1977	Б.И. № 17
15	570904	Генератор логарифмической функции	1977	Б.И. № 32
16	972523	Устройство для определения модуля и аргумента вектора	1982	Б.И. № 41
17	1026061	Осциллографический измеритель параметров сверхвысокочастотных многополюсников	1983	Б.И. № 24
18	1026083	Измеритель амплитудно-частотной характеристики СВЧ тракта	1983	Б.И. № 24
19	1092432	Способ автоматического измерения модуля и фазы коэффициента отражения и передачи СВЧ устройств	1984	Б.И. № 18
20	1132253	Фазометр	1984	Б.И. № 48
21	1317369	Устройство для измерения модуля и фазы комплексного коэффициента отражения СВЧ двухполюсника	1987	Б.И. № 22
22	1318935	Измеритель комплексного коэффициента отражения	1987	Б.И. № 23
23	1350622	Устройство для измерения модуля и фазы комплексного коэффициента отражения СВЧ двухполюсника	1987	Б.И. № 41

Рис. 6

3. Заключение

В заключение хочется привести дружескую эпиграмму И. Л. Афонина в адрес Сергея Родионовича

По-французски говорит
и в берете ходит.
Со студентами контакт
он всегда находит.
Будь всегда же ты здоров,
Аксакал наш — Зибор**О**в!

TO THE 80th ANNIVERSARY OF ZIBOROV SERGEY RODIONOVICH

Didus V. T., Shundrin M. I., Afonin I. L., Polyakov A. L.
Scientific adviser: Afonin I. L., Polyakov A. L.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The creative and life history of Sergey Radionovich Ziborov, Associate Professor of the Department "Radioelectronic Systems and Technologies" of the Institute of Radioelectronics and Intellectual Technical Systems at Sevastopol State University.

ШКОЛА ЮНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

В рамках конференции «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций «РТ-2021» проводилась «Школа юного исследователя, ШЮИ-2021», в которой учащиеся выпускных классов, будущие абитуриенты, представляли свои научные работы.

В финал конкурса вышли лучшие работы школьников из Севастополя, Симферополя, Армянска и Джанкоя.

В данную секцию вошли лучшие из докладов «Школы юного исследователя» 2021 года.

РЕШЕНИЕ КОНКУРСА «ШКОЛА ЮНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЯ, ШЮИ-2021», проводимого в рамках 17-й международной молодёжной научно-технической конференции «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций РТ-2021» Институт радиоэлектроники и информационной безопасности Севастопольского государственного университета

На основании решения жюри за лучший доклад награждаются

В секции «Электроника, радиотехника и телекоммуникации»

1 место: дипломом и призом (комплект радиостанций) за лучшую работу «Школьный космический метеоцентр» награждается Гулякина Анна Вадимовна

2 место: дипломом и призом (радиоконструктор) за лучшую работу «Бегущая строка на Arduino» награждается Гладырев Иван Дмитревич

3 место: дипломом за лучшую работу «Система распознавания объектов» награждается Шевнин Георгий, Ачаков Андрей, Максим Ботнар

В секции «Информационные технологии»

1 место: дипломом за лучшую работу «Исследование изменения климата Арктики и его воздействие на окружающую среду» награждается Османов Асан Фаррухович

2 место: дипломом за лучшую работу «Опреснение морской воды» награждается Асанов Асан Наримановичч

3 место: дипломом за лучшую работу «Запуск спутников на орбиту с помощью электромагнитного ускорителя масс» награждается Тимохин Даниил Александрович

В секции «Математика и защита информации»

1 место: дипломом за лучшую работу «Тетраэдр — не просто фигура» награждается Нечупарный Виктор Вячеславович

2 место: дипломом за лучшую работу «Об анализе одной из задач Томаса Гоббса» награждается Гонтарь Алина Романовна

3 место: дипломом за лучшую работу «Двухфакторная аутентификация (2FA) для безопасности учетной записи» награждается Енгалычев Идрис Рустамович

ШКОЛЬНЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ МЕТЕОЦЕНТР

Гулякина А. В.
Под руководством Лавут Е. С.
ГБОУ ДО РК МАН «Искатель»
г. Симферополь
E-mail: mitsar76@gmail.com

Abstract — In the paper, we investigate the possibility of building a school weather station using a modern component base.

1. Введение

В настоящее время учащимися выполняется большое количество проектов автоматических метеостанций на базе Arduino и комплекта датчиков, но эти метеостанции позволяют регистрировать только наступившие метеорологические события. По настоящему прогнозировать погоду возможно лишь с учетом движения воздушных масс на обширной территории, для чего должны быть использованы данные с метеорологических спутников.

2. Основная часть

В результате работы над проектом был изготовлен аппаратно-программный комплекс, способный измерять метеорологические параметры в месте его установки, а также получать карту погоды с пролетающих над ним спутников серии NOAA или METEOP. Разработан WEB-сайт, на который в автоматическом режиме, без участия операторов выводятся измеренные параметры и выкладываются снимки, полученные со спутников.

Мы использовали портативный недорогой компьютер на базе Raspberry Pi с подключенными погодными датчиками для сбора и автоматической передачи данных о метеорологической и экологической обстановке. Для получения данных о температуре и влажности мы использовали датчик DHT22. Для получения данных об атмосферном давлении мы использовали датчик LPS331AP. В проекте предусмотрена возможность подключения произвольного набора датчиков для расширения функционала станции. Так, например, добавив датчики газа мы можем отслеживать экологическую обстановку на местности. При разработке большое внимание было уделено выбору антенны и антенного усилителя.

Метеостанция снимала показания температуры, влажности и давления окружающей среды. В таблице, представленной в основной работе, находятся данные, полученные непосредственно нашей станцией и данные с ближайшей городской метеостанции. Также были проанализированы изображения со спутников и определена облачность над местностью. Можно заметить, что данные между собой не сильно отличаются, погрешность измерений датчиков не существенная.

3. Заключение

Сравнительно низкая стоимость предложенного решения делает станцию доступной для широкого применения. Система была разработана с учетом возможности изготовления подобных систем силами школьников.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА АРКТИКИ И ЕГО ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Османов А. Ф.
Под руководством Ибраимовой Е. Р.
ГБОУ ДО РК МАН «Искатель»
г. Симферополь
E-mail: akropolic@yandex.ru

Abstract — The research material reflecting modern scientific ideas about the impact of climate change on nature and human activity in the Arctic has been collected and analyzed.

1. Введение

Изменение климата Арктического региона — очень актуальный вопрос, который активно изучается мировым научным сообществом.

2. Основная часть

Собран и проанализирован исследовательский материал, отражающий современные научные представления о влиянии изменения климата природу и жизнедеятельность человека в Арктике. Рассмотрены история вопроса, изменение температур воздуха и морской воды в различных регионах, сокращение морского льда, а также влияние этих изменений на природу в Арктике и во всем мире. Более детально рассмотрен доступ к ресурсам Арктики, изменение природных биоценозов и возможное влияние на население, которое зависит от них. Эти прогнозы не только негативны: в результате таких изменений появятся потенциальные возможности в связи с расширением морского доступа к ресурсам, населенным центрам и отдаленным рынкам через трансарктические судоходные пути.

Для систематизации исследовательского материла, обеспечения к нему доступа интересующихся разработан сайт, позволяющий наглядно ознакомиться с материалами. Разработана удобная маршрутизация запросов. При наведении на регион изменяется его цвет и при нажатии осуществляется переход на подробное описание исследования для данного региона.

Рис. 1

3. Заключение

Как показывают научные исследования, изменение климата представляет собой главный и возрастающий вызов Арктике и миру в целом. Это изменение, очень вероятно, приведет к серьезным изменениям окружающей среды, что создаст как риски, так и новые возможности для всего Арктического региона.

ТЕТРАЭДР — НЕ ПРОСТО ФИГУРА

Нечупарный В. В.
Под руководством Лебедкина А.В.
ГБОУ ДО РК МАН «Искатель»
г. Симферополь
E-mail: nechuparniyvictor@mail.ru

Abstract — The purpose of the work is to study the tetrahedron and develop universal algorithms for the rotation and assembly of the Meffert Pyramid.

1. Введение

В данной работе рассмотрены математические закономерности в алгоритмах сборки кубика Рубика и других головоломок, обладающих геометрическими свойствами, в частности. пирамидки Мефферта, имеющей форму тетраэдра.

2. Основная часть

Пирамидка Мефферта («Молдавская пирамидка» или «Японский тетраэдр») — головоломка в форме правильного тетраэдра, подобная кубику Рубика. Каждая грань тетраэдра поделена на 9 правильных треугольников.

Для выяснения принципов сборки и разработки алгоритма следовало:

— ознакомится с определением и основными свойствами такой геометрической фигуры, как тетраэдр;

— познакомиться с языком вращения Пирамидки Мефферта и связать язык вращения с последовательностью чисел Фибоначчи;

— сформировать простейшую математическую модель процесса сборки пирамидки и проверить её на работу на первом приближении этой модели — квадратных уравнениях.

Сначала введены обозначения: R (right) — поворот правой стороны, R` — поворот правой стороны против часовой, L (left) — вращение левой стороны. U (up) — поворот верхней стороны и т.п.

Разобьем всю сборку на 4 этапа:

1) Сборка уголков.

2) Сборка креста. Для сборки креста применяют 2 формулы: U' R и L R B'.

3) Сборка первого слоя. Формулы: L R' L' и R' U' R U.

4) Сборка последнего слоя. Формулы для разрешения всех пяти возможных ситуаций:

— R' L R L' U L' U' L — L R' L' R U R U' R' — R U R' U R U R' — R' L R L' U' L' U L — R U' R' U' R U' R'

Пример 1. U' R = 13 +1 ⇔ 13x2 + x = 0.

Пример 3. R' U' R U = 2 + 13 + 1 + 8 = 2 + 14 + 8 ⇔ 2x2 + 14x + 8 = 0.

Пример 5. R U' R' U' R U' R' = 1+13+2+13+1+13+2 = 1 + 28 + 16 ⇔ x2 + 28x + 16 = 0.

Все уравнения решены.

3. Заключение

В работе подробно изучены определение и свойства обычного и правильного тетраэдра. Разработан собственный метод согласования такой геометрической фигуры как тетраэдр с алгоритмом вращения головоломки Мефферта посредством последовательности Фибоначчи. Каждому вращению пирамидки присвоено свое число из последовательности Фибоначчи. Полученная модель проиллюстрирована примерами.

Научное издание

«Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций «РТ - 2022»

Материалы 18-ой международной молодёжной научно-технической конференции (Севастополь, 10 — 14 октября 2022 года)

Технический редактор Ю. Н. Тыщук
Компьютерная вёрстка А. А. Безгин,
А. В. Бык,
М. А. Дурманов,
Д. Ю. Зеленкевич,
А. С. Манько,
Д. В. Паламарчук,
Е. А. Редькина,
А. А. Савочкин,
Ю. Н. Тыщук.

Издатель — Севастопольский государственный университет (СевГУ)
Адрес: ул. Университетская, 33, г. Севастополь.