

ISSN: 2658-6347

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

№ 4
2021

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Издаётся с октября 2018 года

Выходит 1 раз в год

Москва-Севастополь 2021

УДК 621.37+621.317+537.86
ББК 32.84

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

Научный редактор Гимпилевич Ю. Б., д-р техн. наук, профессор, директор Института радиоэлектроники и информационной безопасности 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:

Афонин И. Л., д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Радиоэлектронные системы и технологии» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет» — заместитель главного редактора;

Михайлюк Ю. П., канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Электронная техника» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»;

Редькина Е. А., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Инновационные телекоммуникационные технологии» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»;

Тыщук Ю. Н., доцент кафедры «Радиоэлектронные системы и технологии» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет».

Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций : сб. науч. тр. / под ред. Ю. Б. Гимпилевича. — Москва-Севастополь : Изд-ва : РНТОРЭС им. А.С. Попова, СевГУ, 2021. — № 4. — 238 с.

Сборник содержит материалы 17-й Международной молодежной научно-технической конференции «*Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, РТ-2021*», посвященные теоретическим и практическим вопросам современных радиоэлектроники и телекоммуникаций.

Все материалы сборника проходят рецензирование.

ISSN 2658-6347

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Сопредседатели оргкомитета:

- Батура М. П.,** профессор Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, г. Минск;
- Гимпилевич Ю. Б.,** профессор, директор Института радиоэлектроники и информационной безопасности Севастопольского государственного университета — координатор, г. Севастополь.

Заместители сопредседателей оргкомитета:

- Нечаев Е. Е.,** профессор Московского государственного технического университета гражданской авиации, г. Москва;
- Кураев А. А.,** профессор, заведующий кафедрой Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, г. Минск;
- 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 Московского государственного технологического университета «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 ОАО «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, доцент Финансового университета при Правительстве РФ, 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 Московского государственного технологического университета «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;
Мурзин Д. Г.,	доцент Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;
Редькина Е. А.,	доцент Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;
Савочкин А. А.,	доцент, заведующий кафедрой Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;
Сердюк И. В.,	доцент Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;
Синковская Е. В.,	директор библиотеки Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;
Скорик И. В.,	доцент Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;
Ткачук В. Н.,	заместитель директора по техническим вопросам АО «Севастопольтелеком», г. Севастополь;
Тыщук Ю.Н.,	доцент Севастопольского государственного университета — <u>ученый секретарь</u> , г. Севастополь;
Юрцев О. А.,	профессор Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, г. Минск.

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Председатель программного комитета:

Гимпилевич Ю. Б.,	профессор, директор Института радиоэлектроники и информационной безопасности Севастопольского государственного университета, г. Севастополь.
--------------------------	--

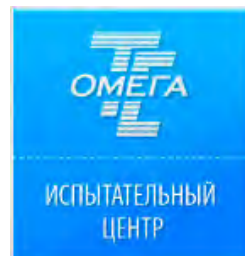
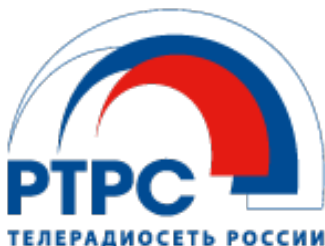
Члены программного комитета:

Афонин И. Л.,	профессор, заведующий кафедрой Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;
Вертегел В. В.,	доцент, директор Инжинирингового центра изделий микро- и нанoeлектроники Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;
Головин В. В.,	доцент Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;
Зиборов С. Р.,	доцент Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;
Лашенко И. В.,	доцент Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;
Левкович В. Н.,	доцент, заведующий кафедрой Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, г. Минск;
Михайлюк Ю. П.,	доцент, заведующий кафедрой 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;
Савочкин А. А.,	доцент, заведующий кафедрой Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;
Тыщук Ю. Н.,	доцент Севастопольского государственного университета — <u>ученый секретарь</u> , г. Севастополь;
Щекатурин А. А.,	доцент Севастопольского государственного университета, г. Севастополь.



**СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

RADIO|||ERA



**ИНЖИНИРИНГОВЫЙ ЦЕНТР
СЕВГУ**



СЕВСТАР



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;
- Мультисервисный оператор Севстар (ООО «СевСтар ИСПС»);
- 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

Мотыжев С. В., Лунев Е. Г., Толстошеев А. П., Безгин А. А. Система глобального оперативного контроля Мирового океана.....	20
--	----

СЕКЦИЯ 1

РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ, СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА

Ясенцев Д. А., Голушко В. Ю. Влияние ошибок предварительного целеуказания на обнаружение воздушных целей дальнобойными средствами поражения	22
Малевич И. Ю., Заяц П. В., Иванов С. Г. Модуль преобразования сигналов метрового диапазона	23
Корчагин Ю. Э., Титов К. Д., Завалишина О. Н. Статистическое моделирование алгоритма различения сверхширокополосных квазирадиосигналов	24
Корчагин Ю. Э., Титов К. Д., Головацкая Е. Э. Характеристики обнаружения последовательности сверхширокополосных квазирадиосигналов с неизвестным временем прихода	25
Корчагин Ю. Э., Титов К. Д., Завалина К. В. Оценка времени прихода сверхширокополосного квазирадиосигнала с неизвестной длительностью на фоне шума и помех.....	26
Скорик И. В., Рукоусев Е. Р., Никутин Я. С. Принцип работы шин последовательных передач данных	27
Паслён В. В., Доманин М. М. Разработка бортовых алгоритмов автоматического управления продольным движением беспилотного летательного аппарата на режиме взлета.....	28
Паслён В. В., Половинкин А. О. Исследование характеристик каналов управления беспилотными летательными аппаратами	29
Паслён В. В., Юдин Б. С. Радиомаскировка стационарных объектов с помощью наноматериалов.....	30
Паслён В. В., Посев Д. С. Обзор методов подавления спутниковых радиосистем беспилотных летательных аппаратов	31
Паслён В. В., Збирко А. И. Исследование возможностей беспилотных летательных аппаратов при охране объектов большой протяженности	32
Ляхно Б. Д. Использование беспилотных летательных аппаратов в деятельности МЧС	33
Поляков А. Л., Колесник С. В., Смаилов С. Ф., Маленко В. А. Автогенератор бортового ответчика на основе титано-керамических триодов.....	34
Корчагин Ю. Э., Титов К. Д., Головацкая Е. Э. Характеристики обнаружения сверхширокополосного квазирадиосигнала с неизвестным временем прихода на фоне узкополосной помехи.....	35
Лещенко И. В., Залисский Д. Применение SDR приёмника для изучения принципа радиомониторинга	36
Палаев С. В., Подпорин С. А. Судовая РЛС KODEN MDC-2041 — очередное приобретение Севастопольского государственного университета	37

Палаев С. В., Палаев И. С., Лукичев В. А. Экспериментальные исследования видов ориентации судовой РЛС	38
Афонин И. Л., Иевлев К. В., Голосова Н. Ю. Система мониторинга метеорологических условий в акваториях	39
Дегтярев А. Н., Бахтина Е. А. Опыт расчёта системы дистанционной передачи энергии	40
Дегтярев А. Н., Кожемякин А. С. Согласованные фильтры на основе линейных звеньев первого порядка	41
Дегтярев А. Н., Науменко Д. Д., Слёзкин Г. В. Помехоустойчивость системы «согласованный фильтр-коррелятор»	42
Дегтярев А. Н., Шевченко Е. С., Кожемякин А. С. Согласованные фильтры на основе линейных звеньев второго порядка	43
Маврин С. А., Маврин А. С. Выбор алгоритма технического диагностирования по методике определения минимальной совокупности параметров сложных технических систем	44
Дегтярев А. Н., Агеев Д. С. Предварительная обработка сигналов на входе приёмника в условиях действия аддитивной и мультипликативной помех	45
Николаев К. Ю., Николаев А. К. Когнитивные системы связи на основе SDR-технологий	46
Краснов Л. М., Миронов А. Ф., Кацыка А. Д., Корницкий Г. А., Миронов П. А. Радиолокационный метод измерения параметров вибрации объекта	47
Гришковец И. А., Лисенков Б. Н. Методика программирования измерительного комплекса	48
Сапожников Н. Е., Захаров А. С. Применение спутниковых радионавигационных систем в комплексах военного назначения	49
Тыщук Ю. Н., Герасимчук К. В. Анализ методов построения систем параллельного и автоматического вождения сельскохозяйственной техники	50
Михайлюк Ю. П., Каширин Д. А. Разработка устройства позиционирования панели солнечной батареи	51
Дыбов Р. С., Широков И. Б. Питание летательных аппаратов энергией СВЧ	52
Ватрич А. Д., Комисаренко А. И., Начаров Д. В. Оптический анализатор спектра	53
Иськив В. М., Амелин А. А., Мозжеров Д. А. Передающая часть системы дистанционного управления сверхмаломерным безэкипажным судном	54
Азаров А. А., Широков И. Б. Обзор воздушных систем для применения в условиях городской среды для решения задач перевозки пассажиров	55
Азаров А. А. Анализ характеристик квадратных электромагнитных структур различного масштаба для подзарядки аккумуляторных батарей	56
Иськив В. М., Амелин А. А., Мозжеров Д. А. Приемная часть системы дистанционного управления сверхмаломерным безэкипажным судном	57
Широков И. Б., Колтунов А. С. Измерение уровня жидкости микроволновым методом	58
Савочкин А. А., Ермолаев А. К. Планирование беспроводной сети университета	59
Савочкин А. А., Аввакумова В. Ю. Разработка структурной схемы сетевой системы метеомониторинга для распределенной территории	60

СЕКЦИЯ 2

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

Чехов И. А., Кулаков М. В., Дегтярев В. С., Ермакова Н. О. Исследование технологии взаимодействия органов ОВД и АТС	62
Зиборов С. Р., Ватрич А. Д. Приёмник радиостанции диспетчерской связи	63
Преображенский А. П., Мельникова Т. В. Моделирование и исследование характеристик трафика в беспроводной сети	64
Преображенский А. П., Куркина Л. А. Исследование возможностей повышения эффективности системы интернет вещей	65
Преображенский А. П., Маренков Н. М. Моделирование позиционирования мобильного объекта в беспроводных сетях	66

Преображенский А. П., Синицына А. А. Моделирование управления мобильными приемопередающими устройствами	67
Ткаченко М. О. Разработка структуры модулей центральной и базовой станций волоконно-эфирной сети 5G	68
Ткаченко М. О. Разработка высокоскоростной волоконно-эфирной сети 5G протяженностью 50 км	69
Ткаченко М. О. Высокоскоростная 4-QAM волоконно-оптическая система передачи данных	70
Головин В. В., Новиков С. Д., Каленюк С. А. Алгоритм развертывания корпоративных сетей	71
Паслён В. В., Куринный Ф. А. Анализ генератора псевдослучайных чисел с использованием обратного хаотического преобразования	72
Ватрич А. Д., Зиборов С. Р., Щекатурич А. А. Программируемый гидрологический измерительный зонд	73
Лашенко И. В., Дурягин Д. С., Палесика Я. Ю. Система управления оборудованием учебной лабораторией на основе технологии «Интернет вещей»	74
Редькина Е. А., Яковлева Т. В. OSS/BSS системы для управления и контроля в телекоммуникационных сетях	75
Ватрич А. Д., Оплемах Г. О., Иськив В. М. Радиопередающий модуль системы связи на основе технологии LoRa	76
Филиппов И. Ф., Паламарчук Д. В. Сравнительный анализ автономного и неавтономного сценариев развертывания сетей радиодоступа 5G	77
Филиппов И. Ф., Нефедов А. С. Анализ бизнес-моделей и услуг в сетях мобильной связи пятого поколения	78
Савочкин А. А., Абдулгазиев О. Р., Новикова Т. В. Разработка фемтосотовой базовой станции	79
Лукьянчиков А. В., Рязанова А. С., Рыжанков А. П., Шакиров И. Р. Локальный сервер точного времени	80
Редькина Е. А., Лукьянченко Н. К. Интеллектуальная измерительно-информационная система в акватории черного моря с использованием LORAWAN	81
Савочкин А. А., Аввакумова В. Ю. Выбор технологии сетевой системы метеомониторинга для распределенной территории	82
Невмержицкий М. В., Петренко А. А., Клещёв Н. С., Сердюк И. В., Кузьменко В. А. Развитие сетей GPON в Севастополе	83
Сердюк И. В., Бардачев Д. С., Мединский А. А., Кузьменко В. А. Развитие сетей FTTH в России	84
Кудрявченко И. В., Науменко В. В. Методы и модели организации инфокоммуникационных сетей на основе беспилотных мобильных платформ	85
Сердюк И. В., Лисин Н. Д. Организация беспроводного канала связи для обеспечения потребностей РЖД	86
Сердюк И. В., Кислицов А. С., Лисин Н. Д. Расчёт зоны покрытия одночастотной телевизионной сети стандарта DVB-T2	87

СЕКЦИЯ 3

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ УСТРОЙСТВА МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Щекатурич А. А., Ватрич А. Д., Козловец А. Н. Гидрологическая система сбора и передачи информации	90
Щекатурич А. А., Ватрич А. Д., Липовой И. Е. Гидрологический буй для сбора и передачи информации	91
Щекатурич А. А., Файден Д. А. Разработка системы «Умный дом» на основе WeMos R1 D1	92
Щекатурич А. А., Файден Д. А. Разработка сервера системы «Умный дом»	93

Щекатури́н А. А., Файден Д. А. Моделирование работы сервера системы «Умный дом».....	94
Дурманов М. А., Соколенко В. Е. Система безопасного хранения использованных медицинских масок с активным обеззараживанием перед утилизацией.....	95
Тыщук Ю. Н., Кривобок Л. С., Сыпалова А. С. Применение голосового управления в системе «Умный дом».....	96
Тыщук Ю. Н., Сыпалова А. С., Кривобок Л. С. Автоматическое управление освещением придомовой территории в системе «Умный дом».....	97

СЕКЦИЯ 4

АНТЕННЫ И УСТРОЙСТВА МИКРОВОЛНОВОЙ ТЕХНИКИ

Геворкян А. В., Косак Р. Э. Компактный элемент антенной решетки на основе излучателя Вивальди.....	100
Геворкян А. В., Пеньковская Т. К. Трехлучевая решетка печатных дипольных антенн.....	101
Темченко В. С., Стакозов А. О. Особенности калибровки цифровых передающих антенных решеток.....	102
Головин В. В., Каленюк С. А., Новиков С. Д. Разработка антенны базовой станции сетей Wi-Fi.....	103
Слезкин В. Г., Слезкин Г. В., Неведров М. Г. Исследование плоского петлевого вибратора с распределённой нагрузкой.....	104
Слезкин В. Г., Неведров М. Г., Слезкин Г. В. Печатные антенны для базовых и абонентских пунктов подсети 5G сантиметрового диапазона.....	105
Лукиянчиков А. В., Коцур Е. О., Мединский А. А. Адаптивная антенна для систем 5G.....	106
Лукиянчиков А. В., Коцур Е. О., Ильяш Д. В. Система возбуждения адаптивной антенны 5G.....	107
Титов К. Д., Войнаровская М. С., Корнеева М. А. Моделирование адаптивных антенных решёток миллиметрового диапазона в условиях сложной помеховой обстановки.....	108
Громоздин В. В., Козуб М. С., Иевлев К. В. Оценка граничной дальности судовой СВЧ радиосвязи в направлении Берег-Судно.....	109
Афонин И. Л., Бугаёв П. А., Лапин П. В. Комбинированный волноводный направленный ответвитель на основе плоского металлodieлектрического волновода.....	110
Бугаёв П. А., Волконский И. И. Измеритель комплексных параметров СВЧ устройств.....	111
Громоздин В. В., Козуб М. С., Иевлев К. В. Методы измерения параметров технических средств АИС с учетом ЭМС.....	112
Козуб М. С. Антенная решетка для оценки измерительных площадок.....	113
Головин В. В., Зеленкевич Д. Ю., Манько А. С. Разработка СВЧ усилителя мощности Догерти в диапазоне частот 3—3,2 ГГц.....	114
Иськив В. М., Чекин К. А. Разработка микрополоскового делителя для применения в антеннах сотовой связи.....	115
Головин В. В., Паламарчук Д. В., Каленюк С. А., Якубов К. С. Особенности построения активных антенных систем MIMO для 5G NR.....	116
Редькина Е. А., Паламарчук Д. В., Каленюк С. А., Якубов К. С. Проблемы построения антенных систем MIMO для 5G NR.....	117
Савочкин А. А., Безгин А. А. Расчет характеристик антенн методом моментов с применением RWG функций.....	118
Головин В. В., Симонов И. А. Варианты конфигураций диаграммообразования антенных систем базовых станций 5G.....	119
Головин В. В., Симонов И. А. Особенности диаграммообразования антенных систем базовых станций 5G на основе матриц пред-кодирования.....	120

Тыщук Ю. Н., Кривобок Л. С., Сыпалова А. С. Широкополосный полосковый направленный ответвитель	121
Тыщук Ю. Н., Сыпалова А. С., Кривобок Л. С. Коаксиальный датчик полных сопротивлений для автоматического измерения комплексного коэффициента отражения	122

СЕКЦИЯ 5

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

Лисичкин В. Г., Бойко В. А. Тенденции развития интеллектуальных датчиков	124
Ланин В. Л., Мишечек А. А., Дерман А. А. Модификация паяльных паст углеродными нанотрубками	125
Ланин В. Л., Буй Д. К., Хацкевич А. Д. Моделирование тепловых полей индукционного нагрева шариков припоя при сборке Flip-Chip модулей	126
Ланин В. Л., Нгуен Ж. В. Ультразвуковая микросварка проволочных выводов с токовой активацией для различных покрытий корпусов интегральных схем	127
Синадский Н. И., Комаров Д. Е. Применение обучения с подкреплением для поведенческого анализа работы программируемых логических контроллеров	128
Макаров В. К., Евдокимов П. А., Соколова М. И. Измерение спектральной чувствительности фотодиодов	129
Егоров В. В., Сазонов О. И. Разработка модуля сбора данных при измерении биоимпеданса мышц в области предплечья	130
Фунтиков М. Н., Ягнина О. А. Анализ корреляционных свойств 11-позиционного кода Баркера программными средствами LabVIEW	131
Фунтиков М. Н., Агеева В. А. Исследование помехоустойчивости двухпозиционного FSK-сигнала средствами LabVIEW	132
Козуб М. С., Шутов П. Р. Методика измерений уровней побочных излучений модуля беспроводной связи устройства вызова экстренных оперативных служб	133
Каньшин И. А., Козуб М. С., Симонов И. А. Сравнение методик оценивания неопределенности измерений при проведении испытаний по энергоэффективности	134
Иевлев К. В., Козуб М. С. Анализ граничной дальности КВ радиосвязи	135
Иевлев К. В., Козуб М. С. Определение требуемой мощности КВ передатчика для обеспечения требуемой доступности	136
Проценко М. Б., Иевлев К. В., Козуб М. С., Громоздин В. В. Определение фактической чувствительности приёмников в СЧ диапазоне	137
Иевлев К. В., Козуб М. С. Методы измерения дальности действия РЛС	138
Маврин С. А., Маврин А. С. Построение алгоритма поиска неисправностей по критерию минимального времени	139
Широков И. Б., Кабайда С. Д., Широкова Е. И. Разработка устройства контроля остаточной емкости аккумуляторной батареи	140
Дурманов М. А., Маслий В. А. Система удаленного мониторинга состояния пасеки	141
Тыщук Ю. Н., Фролова М. А., Янковский С. И. Резистивно-ёмкостной метод в устройствах для определения физических параметров линии	142
Тымишак Ю. Ф., Ерисов А. А., Михайлюк Ю. П. Оценка отношения сигнал-шум при измерениях параметров радиосигналов цифрового эфирного телевидения формата DVB-T2	143
Кислицов А. С., Ерисов А. А., Михайлюк Ю. П. Использование динамической коррекции параметров передатчиков в синхронных сетях вещания цифрового наземного телевидения	144
Начаров Д. В., Ерисов А. А., Михайлюк Ю. П. Разработка универсального лабораторного стенда для дисциплин «основы телевидения и видеотехники» и «цифровое телевидение»	145

Дурманов М. А., Янковский С. И., Петренко А. А., Фролова М. А. Устройство для экологического мониторинга морской воды	146
Жбанова В. Л., Жбанова В. А., Денисова З. Ц. Цифровой колориметр для исследования разноцветных объектов.....	147
Воликов М. С., Дыкман В. З., Толстошеев А. П., Лисецкий И. В. Прибор для оперативной оценки качества воды в скважинах	148
Табакаев Д. И., Петренко А. А., Невмержицкий М. В., Мединский А. А., Кузьменко В. А. Система автоматического капельного полива растений в теплицах.....	149

СЕКЦИЯ 6

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Бадалян Б. Ф., Маргарян М. С., Карапетян А. К. Усовершенствование биометрической аутентификационной системы.....	152
Андросова Ю. В., Кузьмин В. А. Методика определения ракурса протяжённого надводного объекта с использованием радиолокационного дальностно-азимутального портрета	153
Преображенский А. П., Угрюмова А. А. Моделирование мягкого кодирования в системе передачи данных	154
Лукьянчиков А. В., Лызлов А. В., Рыжанков А. П. Особенности применение эффекта субдискретизации в приемной аппаратуре	155
Лукьянчиков А. В., Бажин А. С., Рыженко И. В. Система определения ориентации беспилотного летательного аппарата	156
Поляков А. Л., Сергиенко А. В., Дидус В. Т., Шундрин М. И. Моделирование полосы обзора космических аппаратов дистанционного зондирования Земли.....	157
Поляков А. Л., Молотиллов В. С., Дидус В. Т., Маленко В. А., Шундрин М. И. Реализация цифровой обработки информации бортовой метеорологической РЛС.....	158
Шундрин М. И., Начаров Д. В. Обнаружение маркированных объектов на видеоизображениях	159
Афонин И. Л., Шутов П. Р., Алиев И. Ф. Оценка результатов моделирования гетерогенной беспроводной сети для морской радиосвязи.....	160
Игнашева Е. П., Ульянов А. В. Применение каналов аудиоинформации при разработке интерактивных стендов	161
Чехов И. А., Гаспарян Г. А., Кулаков М. В. Применение конструктора зональной навигации для оптимизации стандартных маршрутов прибытия в аэропорт Шереметьево	162
Боков Г. В., Рудык Я. А. Развитие системы удаленного управления судном.....	163
Чепцов М. Н., Климов В. В. Разработка метода прогнозирования оценок качества работы транспортной сети мобильного оператора связи	164
Дурманов М. А., Частиков М. А. Повышение точности позиционирования на основе использования корректировочных коэффициентов	165
Байздренко А. А., Афонин А. И., Ничипуренко К. К., Филимонов И. Л. Учебный стенд для исследования корреляционно-экстремальных систем навигации	166
Байздренко А. А., Иващенко И. М., Игнашева Е. П., Ульянов А. В. Стенд для исследования локационных систем сопровождения по угловым координатам разностно-дальномерным методом	167
Жбанова В. Л., Жбанова В. А. Исследование цвета зубов цифровым колориметром.....	168
Андриянов Н. А. Распознавание фонетического алфавита с помощью методов компьютерного зрения.....	169
Начаров Д. В., Серяк Е. С., Михайлюк Ю. П. Исследование генераторов псевдослучайных последовательностей на основе регистра сдвига с линейной обратной связью	170
Афонин И. Л., Шереметьев К. С., Байздренко А. А., Козурман И. А. Разработка макета ультразвукового лоатора с цифровой обработкой информации для практикума в техническом вузе.....	171

Никутин Я. С., Начаров Д. В. Сравнительный анализ вариантов реализации искусственных нейронных сетей для распознавания символов на изображениях	172
Савинов В. В., Капнополо Д. В. Система цифровой предобработки и сбора изображений для сортировки мусора	173
Савинов В. В., Капнополо Д. В. Система классификации мусора	174

СЕКЦИЯ 7

ЦИФРОВАЯ И АНАЛОГОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Егоров В. В., Карташова М. В. Блок регистрации сигналов методом циклической вольт-амперометрии	176
Егоров В. В., Родин Ф. М., Малыш И. И. Разработка модульного дистанционно управляемого робота	177
Мельников А. В., Хижинский А. И. Анализ температурной стабильности каскада на биполярном транзисторе	178
Золотенкова М. К., Егоров В. В. Устройство переноса частот колебаний в слышимый диапазон	179
Широков И. Б., Евдокимов П. А., Соколова М. И., Широкова Е. И. Разработка интеллектуального светильника для теплиц	180
Скорик И. В., Иванченко Ю. А. Разработка резистивного датчика влажности почвы	181
Мельников А. В., Русев В. А. Усилители низкой частоты класса В с изменяемым напряжением цепей питания	182
Ломоносов С. Е., Половцев В. С., Ломоносова Е. С., Бутурлина А. Р. Разработка солнечной электростанции с изменяемым наклоном солнечных панелей	183
Ломоносов С. Е., Половцев В. С., Ломоносова Е. С., Бутурлина А. Р. Разработка системы управления солнечной электростанции с ориентацией панелей «Восток-Запад»	184
Ломоносов С. Е., Половцев В. С., Ломоносова Е. С., Бутурлина А. Р. Разработка солнечной электростанции с полноповоротными солнечными панелями	185
Ломоносов С. Е., Ломоносова Е. С., Половцев В. С., Бутурлина А. Р. Разработка системы управления солнечными панелями	186
Соколова М. И., Широков И. Б. Интерфейс и визуализация для системы локального позиционирования	187
Поляков А. Л., Смаилов С. Ф. Перепрограммируемая ёмкостная мини-клавиатура	188
Жбанова В. Л. Шаблоны многослойных матричных сенсоров	189

СЕКЦИЯ 8

КОМПОНЕНТНАЯ БАЗА РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Абрамов И. И., Коломейцева Н. В., Щербакова И. Ю., Ермак В. О. Расчет электростатического потенциала в канале квантовой диффузионно-дрейфовой модели полевых транзисторов на двухслойном графене	192
Абрамов И. И., Романова И. А., Поляков И. С. Влияние размеров областей на ВАХ вертикальных гетероструктур на основе графена и гексагонального нитрида бора	193
Абрамов И. И., Щербакова И. Ю., Коломейцева Н. В., Жадинец Д. И. Расчет ВАХ вертикальных гетероструктур на основе GaN/AlGaN	194
Мальцев Р. В., Михайлюк Ю. П. Исследование охлаждения сборки варисторов	195

СЕКЦИЯ 9

WEB-ТЕХНОЛОГИИ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Карлусов В. Ю., Николенко М. В. Классификация текстов по содержанию.....	198
Мурзин Д. Г., Дыбов Р. С., Евдокимов П. А. Применение AR/VR технологий в международном инженерном чемпионате «CASE-IN».....	199
Мурзин Д. Г., Ярова А. В., Мурзин В. М. Хакатон «Цифровой прорыв» — всероссийский конкурс для IT-специалистов	200
Мурзин Д. Г., Ярова А. В., Мурзин В. М. Библиотека для создания пользовательских интерфейсов React.JS	201
Савочкин А. А., Копцев П. А. Обоснование структуры контроллера устройства визуализации графической информации.....	202
Табакаев Д. И., Клещев Н. С. Создание веб-сервера на ESP32	203
Табакаев Д. И., Клещев Н. С. Проектирование ORM систем	204

СЕКЦИЯ 10

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ И ИНФОРМАЦИИ

Домуховский Н. А., Синадский А. Н. Модель машинного обучения для статистико-энтропийного метода обнаружения границ полей в нераспознанном сетевом трафике.....	206
Пырьев М. С., Синадский А. Н. Определение классификационных характеристик сетевых узлов по сетевой активности	207
Пырьев М. С., Синадский А. Н. Выявление аномальной активности сетевого узла на основе характеристик профиля его сетевого трафика	208
Егоров В. В., Котова К. Н. Система аварийной сигнализации с обратной связью в диапазоне УКВ-2	209
Зиборов С. Р., Игнатенко М. А. Емкостной датчик приближения объекта.....	210
Преображенский А. П., Геворгян М. Г. Моделирование социоинженерной атаки в информационной системе	211
Баранов А. Н., Косюк В. И., Баранов Н. А. Двухкоординатное устройство регистрации сейсмических колебаний	212
Завалейков А. А., Аввакумова В. Ю., Шевченко Н. В. Устройство дистанционного контроля для системы защиты помещений от несанкционированного доступа	213
Лашенко И. В., Василенко Е. Д., Яковлева Т. В. Методы по обеспечению безопасности локальной сети предприятия	214
Маслова М. А., Смирнов Н. С. Анализ сходимости входных данных для методик оценки рисков информационной безопасности	215
Лашенко И. В., Бузовский И. В., Ветцель М. А., Катасонов Р. В. Реализация лабораторного стенда для изучения принципов видеоаналитики	216
Склярчук В. Л., Сагова С. Д., Дымникова К. А., Мезенцева Ю. А. Разработка виртуальной лаборатории кафедры ЭиИБ с использованием GNS3	217
Зайцев С. А., Химич В. Ю. Создание системы защиты информации в организации: этапы, структура, реализация.....	218
Корниенко Е. Ю., Баранов А. Н., Черменева И. П., Забелина Е. А. Юридическая ответственность за несоблюдение требований законодательства в сфере защиты персональных данных	219

Баранов А. Н., Баранов Н. А., Шаргородский А. В. Комплексированная система физической защиты важных объектов и территорий	220
Лукьянчиков А. В., Ильяш Д. В. Анализ уязвимостей каналов связи протокола ZigBee	221
Ожиганова М. И., Пилькевич П. В., Луцышен В. А. Модель выявления однотипных действий пользователей на основании анализа журнальных записей операционной системы	222
Маслова М. А., Костиков В. А. Использование системы голосовой идентификации в качестве дополнительной защиты пользователя	223

СЕКЦИЯ 11

ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Афонин И. Л., Поляков А. Л., Дидус В. Т., Шундрин М. И. К 60-летию Щекатурина Андрея Алексеевича	226
Афонин И. Л., Поляков А. Л., Дидус В. Т., Шундрин М. И. К 60-летию Илькива Владимира Михайловича	228
Аввакумова В. Ю., Ермолаев А. К., Снегур Д. А. К 60-летию Вертегела Валерия Викторовича	230
Ермолов П. П., Яковлева Т. В. Эпоним «Фильтр Чебышева» (к 200-летию российского математика и механика)	231
Ермолов П. П., Яковлева Т. В. Эпоним «Модель Эберса-Молла» (к 100-летию соавторов модели биполярного транзистора)	232

ШКОЛА ЮНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

Щувайло Д. С. Автоматические вертикальные грядки	234
Щувайло Д. С. Машина с треугольными колёсами	234
Чеброва М. С. Разработка электрического высокоомного стержневого заземлителя для жилых домов	235
Минаев А. С. Автоматизированный комплекс для мониторинга качества воздуха выбрасываемого в атмосферу	235
Османов А. Ф. Экологические проблемы загрязнения в акватории Черного моря	236
Сурначев А. В. Разработка обучающих игр для младших школьников на Scratch	236

АЛФАВИТНЫЙ СПИСОК АВТОРОВ

А

Абдулгазиев О. Р.	79
Абрамов И. И.	192, 193, 194
Аввакумова В. Ю.	60, 82, 230, 213
Агеев Д. С.	45
Агеева В. А.	132
Азаров А. А.	55, 56
Алиев И. Ф.	160
Амелин А. А.	54, 57
Андриянов Н. А.	169
Андросова Ю. В.	153
Афонин А. И.	166
Афонин И. Л.	39, 110, 160, 171, 226, 228

Б

Бадалян Б. Ф.	152
Бажин А. С.	156
Байздренко А. А.	166, 167, 171
Баранов А. Н.	212, 219, 220
Баранов Н. А.	212, 220
Бардачев Д. С.	84
Бахтина Е. А.	40
Безгин А. А.	20, 118
Бойко В. А.	124
Боков Г. В.	163
Бугаёв П. А.	110, 111
Бузовский И. В.	216
Буй Д. К.	126
Бутурлина А. Р.	183, 184, 185, 186

В

Василенко Е. Д.	214
Ватрич А. Д.	53, 63, 73, 76, 90, 91
Ветцель М. А.	216
Войнаровская М. С.	108
Воликов М. С.	148
Волконский И. И.	111

Г

Гаспарян Г. А.	162
Геворгян М. Г.	211
Геворкян А. В.	100, 101
Герасимчук К. В.	50
Головацкая Е. Э.	25, 35
Головин В. В.	71, 103, 114, 116, 119, 120
Голосова Н. Ю.	39
Голушко В. Ю.	22
Гришкова И. А.	48

Громоздин В. В.	109, 112, 137
----------------------	---------------

Д

Дегтярев А. Н.	40, 41, 42, 43, 45
Дегтярев В. С.	62
Денисова З. Ц.	147
Дерман А. А.	125
Дидус В. Т.	157, 158, 226, 228
Доманин М. М.	28
Домуховский Н. А.	206
Дурманов М. А.	95, 141, 146, 165
Дурягин Д. С.	74
Дыбов Р. С.	52, 199
Дыкман В. З.	148
Дымникова К. А.	217

Е

Евдокимов П. А.	129, 180, 199
Егоров В. В.	130, 176, 177, 179, 209
Ерисов А. А.	143, 144, 145
Ермак В. О.	192
Ермакова Н. О.	62
Ермолаев А. К.	59, 230
Ермолов П. П.	231, 232

Ж

Жадинец Д. И.	194
Жбанова В. А.	147, 168
Жбанова В. Л.	147, 168, 189

З

Забелина Е. А.	219
Завалейков А. А.	213
Завалина К. В.	26
Завалишина О. Н.	24
Зайцев С. А.	218
Залисский Д. А.	36
Захаров А. С.	49
Заяц П. В.	23
Збирко А. И.	32
Зеленкевич Д. Ю.	114
Зиборов С. Р.	63, 73, 210
Золотенкова М. К.	179

И

Иванов С. Г.	23
Иванченко Ю. А.	181
Иващенко И. М.	167
Игнатенко М. А.	210

Игнашева Е. П.	161, 167
Иевлев К. В.	109, 112, 135, 136, 137, 138, 39
Ильяш Д. В.	107, 221
Иськив В. М.	54, 57, 76, 115

К

Кабайда С. Д.	140
Каленюк С. А.	71, 103, 116, 117
Каньшин И. А.	134
Капнопуло Д. В.	173, 174
Карапетян А. К.	152
Карлусов В. Ю.	198
Карташова М. В.	176
Катасонов Р. В.	216
Кацыка А. Д.	47
Каширин Д. А.	51
Кислицов А. С.	87, 144
Клецёв Н. С.	83, 203, 204
Климов В. В.	164
Кожемякин А. С.	41, 43
Козловец А. Н.	90
Козуб М. С.	109, 112, 113, 133, 134, 135, 136, 137, 138
Козурман И. А.	171
Колесник С. В.	34
Коломейцева Н. В.	192, 194
Колтунов А. С.	58
Комаров Д. Е.	128
Комисаренко А. И.	53
Копцев П. А.	202
Корнеева М. А.	108
Корниенко Е. Ю.	219
Корницкий Г. А.	47
Корчагин Ю. Э.	24, 25, 26, 35
Косак Р. Э.	100
Костиков В. А.	223
Косюк В. И.	212
Котова К. Н.	209
Коцур Е. О.	106, 107
Краснов Л. М.	47
Кривобок Л. С.	96, 97, 121, 122
Кудрявченко И. В.	85
Кузьменко В. А.	83, 84, 149
Кузьмин В. А.	153
Кулаков М. В.	62, 162
Куринный Ф. А.	72
Куркина Л. А.	65

Л

Ланин В. Л.	110, 125, 126, 127
------------------	--------------------

Лажно Б. Д.	33
Лашенко И. В.	36, 74, 214, 216
Липовой И. Е.	91
Лисенков Б. Н.	48
Лисецкий И. В.	148
Лисин Н. Д.	86, 87
Лисичкин В. Г.	124
Ломоносов С. Е.	183, 184, 185, 186
Ломоносова Е. С.	183, 184, 185, 186
Лукичев В. А.	38
Лукьянченко Н. К.	81
Лукьянчиков А. В.	80, 106, 107, 155, 156, 221
Лунев Е. Г.	20
Луцышен В. А.	222
Лызлов А. В.	155

М

Маврин А. С.	44, 139
Маврин С. А.	44, 139
Макаров В. К.	129
Малевиц И. Ю.	23
Маленко В. А.	34, 158
Малыш И. И.	177
Мальцев Р. В.	195
Манько А. С.	114
Маргарян М. С.	152
Маренков Н. М.	66
Маслий В. А.	141
Маслова М. А.	215, 223
Мединский А. А.	84, 106, 149
Мезенцева Ю. А.	217
Мельников А. В.	178, 182
Мельникова Т. В.	64
Минаев А. С.	235
Миронов А. Ф.	47
Миронов П. А.	47
Михайлюк Ю. П.	51, 143, 144, 145, 170, 195
Мишечек А. А.	125
Мозжеров Д. А.	54, 57
Молотиллов В. С.	158
Мотыжев С. В.	20
Мурзин В. М.	200, 201
Мурзин Д. Г.	199, 200, 201

Н

Науменко В. В.	85
Науменко Д. Д.	42
Начаров Д. В.	53, 145, 159, 170, 172
Нгуен Ж. В.	127
Неведров М. Г.	104, 105

Невмержицкий М. В.	83, 149
Нефедов А. С.	78
Николаев А. К.	46
Николаев К. Ю.	46
Николенко М. В.	198
Никутин Я. С.	27, 172
Ничипуренко К. К.	166
Новиков С. Д.	71, 103
Новикова Т. В.	79

О

Ожиганова М. И.	222
Оплемах Г. О.	76
Османов А. Ф.	236

П

Палаев И. С.	38
Палаев С. В.	37, 38
Паламарчук Д. В.	77, 116, 117
Палесика Я. Ю.	74
Паслён В. В.	28, 29, 30, 31, 32, 72
Пеньковская Т. К.	101
Петренко А. А.	83, 146, 149
Пилькевич П. В.	222
Подпорин С. А.	37
Половинкин А. О.	29
Половцев В. С.	183, 184, 185, 186
Поляков И. С.	193
Поляков А. Л.	34, 157, 158, 188, 226, 228
Посев Д. С.	31
Преображенский А. П.	64, 65, 66, 67, 154, 211
Проценко М. Б.	137
Пырьев М. С.	207, 208

Р

Редькина Е. А.	75, 81, 117
Родин Ф. М.	177
Романова И. А.	193
Рудык Я. А.	163
Рукошуев Е. Р.	27
Русев В. А.	182
Рыжанков А. П.	80, 155
Рыженко И. В.	156
Рязанова А. С.	80

С

Савинов В. В.	173, 174
Савочкин А. А.	59, 60, 79, 82, 118, 202
Сагова С. Д.	217
Сазонов О. И.	130

Сапожников Н. Е.	49
Сергиенко А. В.	157
Сердюк И. В.	83, 84, 86, 87
Серяк Е. С.	170
Симонов И. А.	119, 120, 134
Синадский А. Н.	206, 207, 208
Синадский Н. И.	128
Синицына А. А.	67
Склярчук В. Л.	217
Скорик И. В.	27, 181
Слезкин В. Г.	104, 105
Слезкин Г. В.	42, 104, 105
Смаилов С. Ф.	34, 188
Смирнов Н. С.	215
Снегур Д. А.	230
Соколенко В. Е.	95
Соколова М. И.	129, 180, 187
Стакозов А. О.	102
Сурначев А. В.	236
Сыпалова А. С.	96, 97, 121, 122

Т

Табакеев Д. И.	149, 203, 204
Темченко В. С.	102
Титов К. Д.	24, 25, 26, 35, 108
Ткаченко М. О.	68, 69, 70
Толстошеев А. П.	20, 148
Тымишак Ю. Ф.	143
Тыщук Ю. Н.	50, 96, 97, 121, 122, 142

У

Угрюмова А. А.	154
Ульченко А. В.	161, 167

Ф

Файден Д. А.	92, 93, 94
Филимонов И. Л.	166
Филиппов И. Ф.	77, 78
Фролова М. А.	142, 146
Фунтиков М. Н.	131, 132

Х

Хацкевич А. Д.	126
Хижинский А. И.	178
Химич В. Ю.	218

Ч

Частиков М. А.	165
Чеброва М. С.	235
Чекин К. А.	115
Чепцов М. Н.	164

Черменева И. П.	219
Чехов И. А.	62, 162

Ш

Шакиров И. Р.	80
Шаргородский А. В.	220
Шевченко Е. С.	43
Шевченко Н. В.	213
Шереметьев К. С.	171
Широков И. Б.	52, 55, 58, 140, 180, 187
Широкова Е. И.	140, 180
Шундрин М. И.	157, 158, 159, 226, 228
Шутов П. Р.	133, 160

Щ

Щекатурин А. А.	73, 90, 91, 92, 93, 94
Щербакова И. Ю.	192, 194
Щувайло Д. С.	234, 234

Ю

Юдин Б. С.	30
Ягнина О. А.	131
Яковлева Т. В.	75, 214, 231, 232
Якубов К. С.	116, 117
Янковский С. И.	142, 146
Ярова А. В.	200, 201
Ясенцев Д. А.	22

**ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет»**



**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

СИСТЕМА ГЛОБАЛЬНОГО ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЯ МИРОВОГО ОКЕАНА

Мотыжев С. В., Лунев Е. Г., Толстошеев А. П., Безгин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: bezghinaa@gmail.com

Аннотация — Рассмотрена система глобального оперативного контроля параметров океана и приповерхностной атмосферы на основе дрейферных технологий и описаны системы передачи информации.

1. Введение

Современное состояние цифровых технологий и инфокоммуникационных систем, обеспечивающих передачу информации на огромные расстояния из любой точки земного шара, позволяет создавать глобальные системы мониторинга. Измерительно-информационная система на основе дрейферных технологий как средство оперативного контактного мониторинга является одним из основных сегментов глобальной буйковой сети наблюдения Мирового океана и приповерхностной атмосферы.

2. Основная часть

Плановая численность современной дрейферной наблюдательной сети составляет 1250 буйев, примерно распределенных в океане с расчетом, что один буй находится в пределах участка размерами 500×500 км. На рис. 1 показано расположение измерительных буйев в Мировом океане в июне 2021 г.



Рис. 1

Работоспособность всей системы в целом регулируется специальным рабочим органом (ДБСР — Комиссия Сотрудничества по Буям Сбора Данных), созданным Межправительственной Океанографической Комиссией (МОК) и Всемирной Метеорологической Организацией (ВМО) [1].

Эта система обеспечивает мониторинг физических параметров океана (профили температуры воды, солёности, высоты волн, давления воздуха над водной поверхностью и пр.) и передачу данных из различных точек Мирового океана через глобальные спутниковые системы связи. Система мониторинга имеет ограниченные возможности для изучения физических процессов, характеризующихся высокой динамикой изменчивости параметров на интервале от единиц до десятков минут. К таким явлениям можно отнести: зарождение тропических ураганов, полярных циклонов и др. Уменьшение периода измерений для наблюдения за подобными явлениями приводит к уменьшению срока эксплуатации устройств мониторинга в связи с ограниченными энергоресурсами и увеличению финансовых затрат на передачу данных через системы связи.

Этот недостаток может быть устранен путем применения технологий «Морской Интернет Вещей»

(IoT) для построения интеллектуальной системы глобального мониторинга с применением измерительных сетей с адаптивной настройкой пространственно-временного разрешения измерений под скорость изменчивости величин контролируемых параметров.

Для сбора и передачи данных с буйев глобальной буйковой сети используются две спутниковые системы связи: Argos и Iridium. В России существует спутниковая система «Гонец», однако она не способна эффективно работать с малогабаритными автономными морскими измерительными устройствами, имеющими ограниченный запас питания. Связано это с рядом причин, в частности с тем, что спутники «Гонец» имеют более высокие орбиты (1400 км) по сравнению с Iridium (800 км), что приводит к необходимости использования более мощных передатчиков (излучаемая мощность 10 Вт).

Для построения интеллектуальной глобальной сети с двухсторонней связью на основе малогабаритных автономных буйев существует только спутниковая система связи Iridium. В прибрежных районах можно использовать различные системы связи: GSM, Wi-Fi, Zig-Bee, «433 МГц» и др. Выбор наиболее подходящей технологии беспроводной связи для приложения зависит от объема передаваемых данных, частоты передачи, расстояния передачи и доступного источника питания. В некоторых конкретных приложениях применяются технологии подводной акустической связи для сбора данных и связи между датчиками в подводной морской среде [2].

3. Заключение

Таким образом, рассмотрена международная глобальная система контроля мирового океана и приповерхностной атмосферы действующая на основе автономных буйев сбора данных (дрейфтеров) запущенных в разных точках Мирового Океана. Применение технологий MIoT позволит существенно улучшить существующую наблюдательную сеть.

4. Список литературы

- [1] Мотыжев, С. В. Дрейферная измерительно-информационная система оперативного контроля морских акваторий / С. В. Мотыжев, Е. Г. Лунев, А. П. Толстошеев и др. // Известия ЮФУ. Технические науки, 2015. — № 1 (162). — С. 24—41.
- [2] Bezgin, A. A. Development of the Intelligent Monitoring System for Water Parameters / A. A. Bezgin, E. G. Lunev, S.V. Motychev and Yu. B. Gimpilevich // 2020 Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems WECONF, 2020. — P. 1—4.

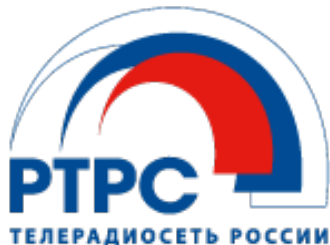
GLOBAL OBSERVATION SYSTEM OF THE WORLD OCEAN

Motyzhev S. V., Lunev E. G., Tolstosheev A. P.,
Bezgin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A global operational control of the ocean parameters and near-surface atmosphere system based on drifter technologies is considered, and information transmission systems are described.

Филиал ФГУП РТРС «Радиотелевизионный передающий центр республики Крым»

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



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

Секция 1

РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ, СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА

ВЛИЯНИЕ ОШИБОК ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ЦЕЛЕУКАЗАНИЯ НА ОБНАРУЖЕНИЕ ВОЗДУШНЫХ ЦЕЛЕЙ ДАЛЬНОБОЙНЫМИ СРЕДСТВАМИ ПОРАЖЕНИЯ

Ясенцев Д. А., Голушко В. Ю.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Ясенцев Д. А.

Московский авиационный институт, Россия

E-mail: nature-fox@mail.ru

Аннотация — В работе исследуется вероятность попадания воздушной цели в зону поиска аппаратуры конечного наведения в зависимости от ошибок предварительного целеуказания. Исследования проводятся с использованием математического моделирования.

1. Введение

Одной из основных особенностей современных дальноточных управляемых средств поражения (УСП) подвижных объектов, у которых дальность пуска составляет несколько десятков или сотен километров, является наличие на борту носителя системы предварительного целеуказания, обеспечивающей систему наведения УСП информацией о текущих координатах цели и параметрах её движения (направление движения в выбранной системе координат и путевая скорость). На основании оценок вышеперечисленных данных формируется требуемая траектория полёта УСП.

Большая часть современных управляемых ракет класса «воздух-воздух» дальнего действия на конечном этапе наведения на цель используют активные радиолокационные головки самонаведения (АРЛГСН). Учитывая этот факт, точность предварительного целеуказания при пуске подобных ракет должна быть достаточной для попадания цели в зону поиска АРЛГСН на этапе самонаведения.

Для расчёта необходимой траектории движения УСП на борту носителя требуется сформировать оценки текущих координат цели, направления её движения и путевой скорости. Поскольку оценки координат цели и параметров её движения отличаются от истинных на величину ошибок измерения, при некоторых величинах ошибок ракета на этапе самонаведения может не обнаружить искомую цель. Учитывая значительную стоимость подобных УСП и их ограниченный боекомплект, требуется оценить граничные величины ошибок предварительного целеуказания, при которых объект поиска попадает в зону обзора АРЛГСН на конечном этапе наведения.

2. Основная часть

Рассмотрим следующую тактическую ситуацию. Авиационный носитель, имеющий на своём борту дальноточную управляемую ракету (УР), оснащённую АРЛГСН, осуществляет наблюдение воздушной цели (ВЦ) противника. Построение траектории отметки цели осуществляется в прямоугольной декартовой системе координат, связанной с носителем. Движение цели описывается её курсом и постоянной путевой скоростью. На момент осуществления этапа прицеливания на носителе УР получены оценки начальных координат, курса и путевой скорости, которые характеризуют текущие координаты отметки цели.

Используя имеющиеся оценки навигационных составляющих траектории цели, на носителе рассчитывается угол упреждения УР (угол между текущим угловым положением ВЦ относительно носителя и

требуемым курсом ракеты), который необходим для сближения УР и цели таким образом, чтобы цель попала в зону поиска аппаратуры АРЛГСН ракеты [1].

Зона поиска АРЛГСН характеризуется следующими параметрами — угловой шириной и положением центра, а также минимальной и максимальной дальностями обнаружения цели.

Так как задача оценки влияния ошибок предварительного целеуказания на вероятность попадания искомой цели в зону поиска является статистической [2], то в работе проводится анализ вероятности попадания цели в зону поиска аппаратуры конечного этапа наведения при вариации условий наблюдения с помощью математического моделирования.

Еще одним важным параметром, характеризующим обнаружение ВЦ, является время ее нахождения в зоне поиска АРЛГСН. Учитывая важность данного показателя, в работе помимо вероятности попадания цели в зону поиска АРЛГСН оценивается также и время возможного радиоконтакта.

3. Заключение

Поскольку ошибки измерения носят случайный характер, для набора статистики проводилась многократная имитация пуска ракеты при одинаковых начальных условиях, но со случайными значениями ошибок путевой скорости, координат и курса ВЦ. Кроме того, были проведены оценки влияния характеристик АРЛГСН на вероятность попадания цели в зону поиска и время ее нахождения в ней.

4. Список литературы

- [1] Абчук, В. А. Справочник по исследованию операций / В. А. Абчук, Ф. А. Матвейчук, Л. П. Томашевский. — М.: Воен. изд-во М-ва обороны СССР, 1979. — 368 с.
- [2] Корн, Г. Справочник по математике. Определения, теоремы, формулы / Г. Корн, Т. Корн; 6-е изд. — СПб.: Изд-во «Лань», 2003. — 831 с.

EFFECT OF ERRORS OF PRELIMINARY TARGET DESIGNATION ON DETECTION OF AIR TARGETS BY LONGRANGE MISSILES

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

Abstract — In the paper, the probability of an air target falling into the search zone of the final guidance equipment, depending on the errors of preliminary target designation, is considered. The research is carried out using mathematical modeling.

МОДУЛЬ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СИГНАЛОВ МЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

Малевич И. Ю.², Заяц П. В.¹, Иванов С. Г.²,
Научный руководитель: д-р. техн. наук, проф. Малевич И. Ю.

¹ООО «Аналоговые системы», Беларусь

²ОАО «КБ Радар» — управляющая компания холдинга «Системы радиолокации», Беларусь

E-mail: zaiats_p@mail.ru

Аннотация — Представлены результаты разработки аналого-цифрового модуля преобразования сигналов для радиосредств метрового диапазона.

1. Введение

Модуль преобразования сигналов (МПС) является одним из ключевых элементов радиоканала современных радиоинформационных систем и в значительной степени определяет технические возможности радиосредств в части формирования и обработки сигналов.

2. Основная часть

В соответствии с принципами функционирования цифровых радиосистем МПС представляет цифро-аналоговое устройство, которое обеспечивает формирование сигнала излучения (СИ), его масштабирование и передачу в антенну, регистрацию принимаемого сигнала (ПС), его фильтрацию, оцифровку и разложение на квадратурные составляющие Re и Im .

На рис. 1 показана структура МПС, реализующая указанные функции преобразования сигналов в верхней части метрового диапазона частот.

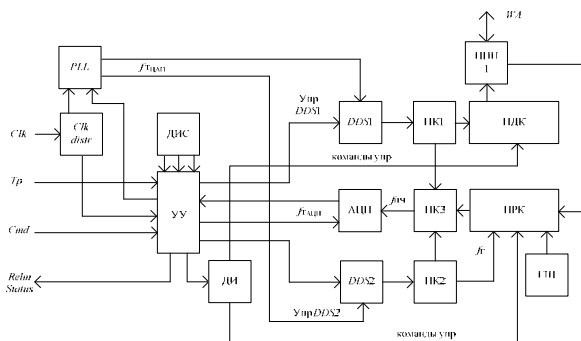


Рис. 1

Опорный сигнал тактовой частоты (Clk) поступает на разветвитель $Clk\ distr$, один из выходов которого предназначен для тактирования устройства управления (УУ), второй используется в качестве опорного сигнала для синтезатора с фазовой автоподстройкой частоты (PLL), который формирует монодромный сигнал для тактирования цифровых синтезаторов $DDS1$ и $DDS2$.

УУ, выполненное на ПЛИС, принимает Clk ; команды управления (Cmd) из модуля цифрового формирования и обработки информации (МЦФОИ), определяющие режим работы, тип СИ, его частоту, амплитуду и фазу; импульс начала периода повторения рабочего цикла (Tr); обеспечивает согласованное функционирование устройств МПС и формирует из образов в $DDS1$ маломощный СИ, а в $DDS2$ — сигнал гетеродина.

СИ с выхода $DDS1$ подается через переключатель каналов (ПК1) в передающий канал (ПДК), где выполняется его усиление и фильтрация. Полученный мощный СИ через твердотельный переключатель «прием-передача» (ППП) подводится к антенне.

В приемном режиме радиосигнал через ППП подается в приемный канал (ПРК), где выполняется его маломощное усиление, преобразование на промежуточную частоту и фильтрация.

Полученные в АЦП отсчеты ПС поступают в УУ, где выполняется фазовое детектирование, выделение квадратурных составляющих Re и Im и их децимация. Синхронизированные с фронтом Tr данные данных передаются в МЦФОИ.

Датчики измерения состояния (ДИС) выполняют сбор диагностической информации о состоянии подсистем МПС и их работоспособности, измеряют уровень выходной и отраженной мощности, потребляемый ток, температуру, напряжение питания, давление, влажность. УУ в виде кодов состояния основных параметров блоков и общего сигнала исправности ($Status$) пересылает диагностическую информацию по каналу данных в МЦФОИ.

Синхронизация цифровых синтезаторов частоты $DDS1$ и $DDS2$ выполняется на монохромных сигналах промежуточной частоты посредством их поочередного с помощью ПК подключения к АЦП, оцифровки и фазировки в УУ относительно фронта Tr .

Экспериментальные типы формируемых МПС сигналов показаны на рис. 2.

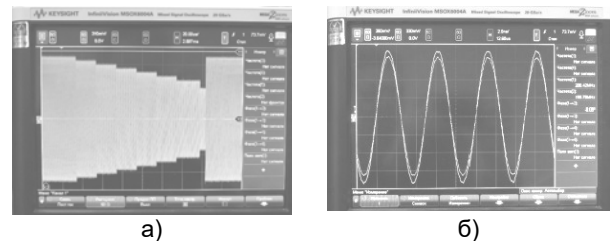


Рис. 2

На рис. 2,б показаны результаты синхронизации сигналов $DDS1$ и $DDS2$ на частоте 200 МГц. Разбаланс апертур формируемых сигналов составляет 13° .

3. Заключение

Таким образом, разработан МПС с широкими функциональными возможностями для радиосредств метрового диапазона.

Показана возможность формирования сложных сигналов и обеспечения высокостабильного и одновременного запуска синтезаторов частоты МПС, что позволяет использовать разработанное устройство и в цифровых антенных решетках.

VHF SIGNAL CONVERSION MODULE

Zayats P. V.¹, Ivanov S. G.², Malevich I. Yu.²

Scientific adviser: Malevich I. Yu.

¹LLC «Analog systems», Belarus

²JSC «KB Radar» — Managing Company of «Radar Systems», Belarus

Abstract — The results of the development of an analog-to-digital signal conversion module for VHF radio systems are presented.

СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АЛГОРИТМА РАЗЛИЧЕНИЯ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ КВАЗИРАДИОСИГНАЛОВ

Корчагин Ю. Э., Титов К. Д., Завалишина О. Н.
Воронежский государственный университет, Россия
E-mail: titovkd@gmail.com

Аннотация — Проверена работоспособность статистического алгоритма различения сверхширокополосных квазирадиосигналов с помощью компьютерного моделирования. Определены границы применимости найденных асимптотических выражений для характеристик алгоритма.

1. Введение

При создании современных и перспективных систем связи и передачи данных крайне актуальной задачей является разработка алгоритмов различения сигналов. Их использование позволяет установить факт наличия в принимаемой реализации других сигналоподобных помех, адаптировать устройство к приёму такой аддитивной смеси и оптимальным образом осуществить обработку полезного сигнала.

В работе [1] выполнен синтез и анализ алгоритма различения двух сверхширокополосных (СШП) квазирадиосигналов (КРС). Решение такой задачи возможно выполнить аналитически, а для проверки работоспособности синтезированного алгоритма различения, а также установления границ применимости асимптотических выражений его характеристик в данной работе выполнено статистическое моделирование алгоритма различения нескольких СШП КРС, которое имеет аналогичную структуру, однако требует существенно больших вычислительных мощностей.

2. Основная часть

Для синтеза алгоритма различения СШП КРС с неизвестными параметрами использовался метод максимального правдоподобия (МП) [2], согласно которому устройство различения формирует логарифм функционала отношения правдоподобия (ЛФОР) для каждого сигнала, а затем на основе попарного сравнения ЛФОР с порогом выносит решение, какой из возможных сигналов присутствует в принятой реализации [2]. В результате анализа эффективности алгоритма различения было получено выражение для средней вероятности ошибки, расчёт суммы четырехкратных интегралов [1] которого возможен только с помощью численных методов и приводит к появлению и накоплению ошибок.

Полученное выражение является лишь асимптотически точным с увеличением априорного интервала возможных значений длительности, порога и отношения сигнал-шум (ОСШ). С целью верификации синтезированного алгоритма различения СШП КРС, а также установления границ применимости асимптотического выражения средней вероятности ошибки выполнено статистическое моделирование ЛФОР на выходе приёмника СШП КРС. Для моделирования алгоритма различения формировались дискретные отсчёты ЛФОР, точность аппроксимации которого определялась максимальной относительной среднеквадратичной погрешностью. Анализ реализации ЛФОР проводился на априорном интервале возможных значений длительности, затем формировались дискретные отсчёты ЛФОР и определялся наибольший отсчёт, который сравнивался с порогом, на ос-

нове чего фиксировалась средняя вероятность ошибки.

На рис. 1 показаны зависимости средней вероятности ошибки p_e различения от ОСШ z при различных отношениях энергий двух сигналов Δ . Линиями обозначены зависимости, рассчитанные аналитически, а маркерами — отсчёты ЛФОР при наличии од-

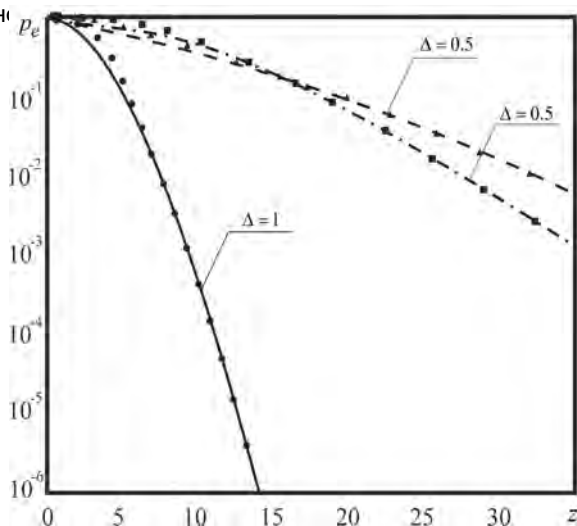


Рис. 1

3. Заключение

Асимптотическое выражение для средней вероятности ошибки удовлетворительно описывает экспериментальные зависимости. Приемлемая сходимость экспериментальных и теоретических зависимостей наблюдается уже при z больших 6.

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

4. Список литературы

- [1] Korchagin, Y. Distinguishing between Two Ultra-Wideband Quasi-Radio Signals with Unknown Amplitudes and Initial Phases / Y. Korchagin, K. Titov, O. Zavalishina // 2021 Ural Symposium on Biomedical Engineering, Radioelectronics and Information Technology (USBREIT). — 2021. — P. 247—250.
- [2] Тихонов, В. И. Оптимальный прием сигналов / В. И. Тихонов. — М.: Радио и связь, 1983. — 320 с.

STATISTICAL MODELING OF THE ALGORITHM FOR ULTRA-WIDEBAND QUASI-RADIO SIGNALS DISTINGUISHING

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

Abstract — The efficiency of the statistical algorithm for distinguishing ultra-wideband quasi-radio signals using computer modeling is tested. The limits of applicability of the found asymptotic expressions for the characteristics of the algorithm are determined.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ КВАЗИРАДИОСИГНАЛОВ С НЕИЗВЕСТНЫМ ВРЕМЕНЕМ ПРИХОДА

Корчагин Ю. Э., Титов К. Д., Головацкая Е. Э.
Воронежский государственный университет, Россия
E-mail: titovkd@gmail.com

Аннотация — Синтезирован алгоритм обнаружения последовательности сверхширокополосных квазирегиональных сигналов с неизвестным временем прихода на фоне гауссовского белого шума. Найдены характеристики обнаружения последовательности сверхширокополосных квазирегиональных сигналов.

1. Введение

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

В работе [1] рассмотрена задача обнаружения последовательности СШП КРС с известным временем прихода на фоне шума. В силу особенностей процесса распространения сигнала в беспроводном канале, а также из-за возможной неточности модели на приёмной стороне может также оказаться неизвестным время прихода сигнала. В работе [2] рассмотрена задача обнаружения одиночного конечного сигнала с неизвестным временем прихода. Для повышения эффективности канала связи на практике необходимо использовать последовательности сигналов. Таким образом, необходимо исследовать алгоритмы обнаружения последовательности СШП КРС с неизвестным временем прихода на фоне гауссовского белого шума.

2. Основная часть

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

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

Аналогично [2] были определены характеристики КП алгоритма обнаружения, однако было учтено, что на вход приёмника поступает некогерентная последовательность сигналов, имеющих гармоническую составляющую в математической модели сигнала. На рис. 1 показаны зависимости вероятности пропуска сигнала β от отношения сигнал-шум z . Линиями обо-

значены зависимости при различном числе импульсов в последовательности ν .

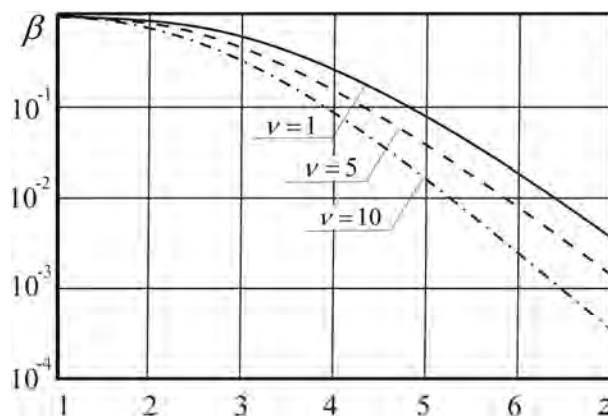


Рис. 1

3. Заключение

В работе синтезирована структура обнаружителя последовательности СШП КРС с неизвестным временем прихода и получены выражения для характеристик обнаружения вероятности ложной тревоги и вероятности пропуска сигнала. Неизвестное время прихода сигнала приводит к снижению эффективности обнаружителя. Из рис. 1 видно, что с ростом числа импульсов вероятность пропуска сигнала уменьшается.

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

4. Список литературы

- [1] Корчагин, Ю. Э. Обнаружение последовательности сверхширокополосных квазирегиональных сигналов на фоне шума / Ю. Э. Корчагин, К. Д. Титов. — Нижний Новгород : Изв. ВУЗов. Радиофизика, 2020. — Т. 63. — С. 619—632.
- [2] Трифонов, А. П. Характеристики квазиправдоподобного обнаружения конечного сигнала с неизвестным временем прихода / А. П. Трифонов, А. В. Сморгонский. — Киев : Изв. ВУЗов. Радиотехника, 2008. — 17 с.
- [3] Тихонов, В. И. Оптимальный прием сигналов / В. И. Тихонов. — М. : Радио и связь, 1983. — 320 с.

CHARACTERISTICS OF DETECTION OF A SEQUENCE OF ULTRA-WIDEBAND QUASI-RADIO SIGNALS WITH AN UNKNOWN ARRIVAL TIME

Korchagin Yu. E., Titov K. D., Golovatskaya E. E.
Voronezh State University, Russia

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

ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ ПРИХОДА СВЕРХШИРОКОПОЛОСНОГО КВАЗИРАДИОСИГНАЛА С НЕИЗВЕСТНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТЬЮ НА ФОНЕ ШУМА И ПОМЕХ

Корчагин Ю. Э., Титов К. Д., Завалина К. В.
Воронежский государственный университет, Россия
E-mail: titovkd@gmail.com

Аннотация — Выполнен синтез алгоритма оценки времени прихода сверхширокополосного квазирadioсигнала с неизвестной длительностью на фоне гауссовского белого шума. Найдены структура и статистические характеристики алгоритма оценки времени прихода. Исследовано влияние априорного незнания длительности сигнала на точность оценки времени прихода.

1. Введение

Задача оценки времени прихода радиосигнала, наблюдаемого на фоне шума, актуальна для многих практических приложений статистической радиофизики и неоднократно рассматривалась в литературе [1, 2]. В работе [2] рассмотрен алгоритм оценки времени прихода радиосигнала с неизвестными амплитудой и начальной фазой, который не удовлетворяет условию относительной узкополосности и назван сверхширокополосным (СШП) квазирadioсигналом (КРС). Однако, в силу особенностей процесса распространения сигнала в беспроводном канале, а также из-за возможной неточности модели на приёмной стороне может также оказаться неизвестной длительность сигнала.

В работе выполнен синтез и анализ квазиравдоподобного (КП) алгоритма оценки времени прихода СШП КРС с неизвестными амплитудой, начальной фазой и длительностью на фоне гауссовского белого шума.

2. Основная часть

Для синтеза алгоритма оценки времени прихода СШП КРС использовался метод максимального правдоподобия, согласно которому формируется логарифм функционала отношения правдоподобия (ЛФОР), зависящий от четырех неизвестных параметров: амплитуды, начальной фазы, длительности и времени прихода. Одним из возможных способов преодоления параметрической неопределённости является использование КП алгоритма оценки. Выполнив максимизацию ЛФОР по амплитуде и начальной фазе, т.е. заменив неизвестные значения их КП оценками, а вместо неизвестной длительности использовав некоторое ожидаемое значение из области возможных значений, можно записать выражение для КП оценки времени прихода, которая определяется как положение абсолютного (наибольшего) максимума ЛФОР. Полученное выражение определяет структуру измерителя времени прихода СШП КРС.

При анализе КП алгоритма оценки времени прихода для полного статистического описания найдена её плотность вероятности. Точность оценки характеризовалась величинами смещения, дисперсии и рассеяния, которые находились с помощью усреднения по реализации шума при фиксированных значениях амплитуды, начальной фазы и длительности.

На рис. 1 показаны зависимости проигрыша в точности КП оценки времени прихода от величины расстройки длительности ожидаемого сигнала при различных отношениях сигнал-шум z_0 . Величину проигрыша в эффективности оценки можно охарактеризовать

отношением рассеяний оценки времени прихода при наличии и при отсутствии расстройки по длительности.

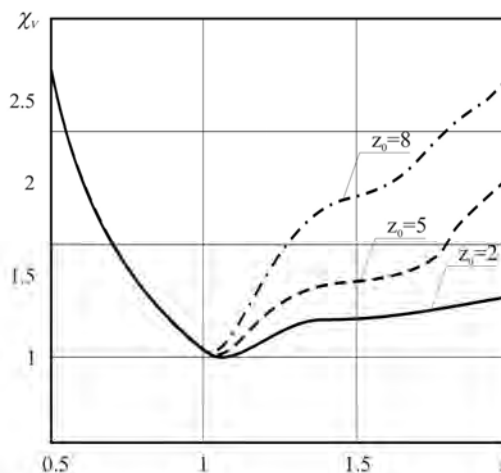


Рис. 1

3. Заключение

Полученные результаты позволяют оценить влияние априорного незнания длительности СШП КРС на точность оценки его времени прихода. Найденные выражения для проигрышей в точности оценки времени прихода количественно характеризуют относительное увеличение его рассеяния. Несовпадение ожидаемого значения длительности с его истинным значением может привести к увеличению рассеяния КП оценки времени прихода в несколько раз.

4. Список литературы

- [1] Куликов, Е. И. Оценка параметров сигналов на фоне помех / Е. И. Куликов, А. П. Трифонов. — М. : Сов. радио, 1978. — 296 с.
- [2] Трифонов, А. П. Эффективность оценки времени прихода сверхширокополосного квазирadioсигнала / А. П. Трифонов, П. Е. Руднев // Матер. XV Междунар. конф. «Радиолокация, навигация, связь». — Воронеж : ОАО Концерн «Созвездие», 2009. — Т. 1. — С. 10—17.

ESTIMATION OF THE TIME ARRIVAL OF ULTRA-BAND QUASI-RADIO SIGNAL WITH UNKNOWN DURATION ON THE BACKGROUND OF NOISE AND INTERFERENCE

Korchagin Yu. E., Titov K. D., Zavalina K. V.
Voronezh State University, Russia

Abstract — The synthesis of an algorithm for estimating the time arrival of an ultra-wideband quasi-radio signal with an unknown duration on the background of Gaussian white noise has been performed. The structure and statistical characteristics of the algorithm for estimating the time arrival are found. The influence of a priori ignorance of the duration on the accuracy of the time arrival is examined.

ПРИНЦИП РАБОТЫ ШИН ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ПЕРЕДАЧ ДАННЫХ

Скорик И. В., Рукосуев Е. Р., Никутин Я. С.

Научный руководитель: канд. техн. наук. Скорик И. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: firstdrz@gmail.com, klikker23@mail.ru

Аннотация — Рассматриваются принципы работы шин последовательной передачи данных, описание и основные характеристики шин I²C и SPI. Шина — соединение, служащее для передачи данных между функциональными блоками.

1. Введение

В телекоммуникации и информатике под последовательной передачей данных понимают процесс передачи данных по одному биту за один промежуток времени, последовательно один за одним по одному каналу связи или компьютерной шине, в отличие от параллельной передачи данных, при которой несколько бит пересылаются одновременно по линии связи из нескольких параллельных каналов.

2. Основная часть

Рассмотрим принцип работы протокола I²C/TWI (рис. 1).

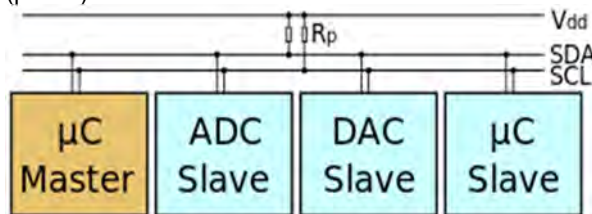


Рис. 1

Шина I²C/TWI (Inter-Integrated Circuit / Two-wire Interface) синхронная, состоит из двух линий: данных (SDA) и тактов (SCL). Есть ведущий и ведомые. Инициатором обмена всегда выступает ведущий, обмен между двумя ведомыми невозможен. Классическая адресация включает 7-битное адресное пространство с 16 зарезервированными адресами. Единицей обмена информацией является пакет, обрамленный стартовым и стоповым условиями. Мастер в начале каждого пакета передает один байт, где указывает адрес ведомого и направление передачи последующих данных. Данные передаются 8-битными словами. После каждого слова передается один бит подтверждения приема приемной стороной. Стандартные напряжения +5 В или +3,3 В, однако допускаются и другие. Основной режим работы — 100 кбит/с; 10 кбит/с в режиме работы с пониженной скоростью. Также немаловажно, что стандарт допускает приостановку тактирования для работы с медленными устройствами.

Рассмотрим принцип работы протокола SPI.

SPI (Serial Peripheral Interface) — последовательный синхронный стандарт передачи данных, предназначенный для обеспечения простого и недорогого высокоскоростного сопряжения микроконтроллеров и периферии. SPI является синхронным интерфейсом, в котором любая передача синхронизирована с общим тактовым сигналом, генерируемым ведущим устройством. Принимающая периферия синхронизирует получение битовой последовательности с тактовым сигналом. К одному последовательному периферийному интерфейсу ведущего устройства микросхемы может присоединяться несколько мик-

росхем. Ведущее устройство выбирает ведомое для передачи, активируя сигнал «выбор устройства» на ведомой микросхеме. Периферия, не выбранная процессором, не принимает участия в передаче по SPI. Передача осуществляется пакетами. Длина пакета составляет 1 байт. Ведущее устройство инициирует цикл связи установкой низкого уровня на выводе выбора подчиненного устройства (SS) того устройства, с которым необходимо установить соединение. Подлежащие передаче данные ведущее и ведомое устройства помещают в сдвиговые регистры. После этого ведущее устройство начинает генерировать импульсы синхронизации на линии SCLK, что приводит к взаимному обмену данными. Передача данных осуществляется бит за битом от ведущего по линии MOSI и от ведомого по линии MISO (рис. 2).



Рис. 2

3. Заключение

Последовательная передача всегда используется при связи на дальние расстояния и в большинстве компьютерных сетей. Последовательные компьютерные шины становятся всё более распространёнными даже на коротких расстояниях, по мере улучшения обеспечения целостности сигнала и скорости передачи данных в новых технологиях последовательной передачи она начинает перевешивать преимущество простоты параллельной шины и перекрывать недостатки.

SERIAL BUSES OPERATION PRINCIPLE

Skorik I. V., Rukosuev E. R., Nikutin Ya. S.
 Scientific adviser: Skorik I. V.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The principles of operation of serial buses, as well as description and main characteristics of I²C and SPI buses are considered. Bus is a connection for transferring data between functional blocks.

РАЗРАБОТКА БОРТОВЫХ АЛГОРИТМОВ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОДОЛЬНОМ ДВИЖЕНИЕМ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА НА РЕЖИМЕ ВЗЛЕТА

Паслён В. В., Доманин М. М.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Паслён В. В.
Донецкий национальный технический университет, Донецк
 E-mail: mdomanin@mail.ru

Аннотация — Проведена разработка управления продольным движением беспилотного летательного аппарата на режиме взлета.

1. Введение

В настоящее время авиационные беспилотные комплексы получили большое распространение. Беспилотные летательные аппараты могут помочь решить большое количество научных и прикладных задач, связанных с экологией, геологией, зоологией, метеорологией, с изучением климата, сельским хозяйством, поиском полезных ископаемых и т.д. Они способны наблюдать за птицами, млекопитающими, вести радиолокационную и радиационную разведку, следят за перемещением транспорта и людей, за движением судов, изменением метеоусловий и ледовой обстановки на реках, вести аэро-, фото- и кино съемку.

Целью работы является разработка бортовых алгоритмов автоматического управления продольным движением беспилотного летательного аппарата на режиме взлета и определение скорости взлета, наклона траектории, угла тангажа, угла атаки.

2. Основная часть

Набор высоты полёта может производиться с разной скоростью и разными углами наклона траектории. При неизменном режиме работы двигателей, увеличение угла наклона траектории сопровождается уменьшением скорости полёта. Точки пересечения характеристики располагаемой мощности с кривыми потребных мощностей определяют значения соответствующих углов наклона траектории, скорости полёта, углов атаки. Вертикальная скорость набора высоты вычисляется по формуле

$$V_y = V \sin \theta. \quad (1)$$

Вертикальная скорость V_y является функцией двух переменных скорости полёта V и угла наклона траектории θ , которые изменяются разнонаправлено — если одна из них увеличивается, то другая при этом уменьшается, и наоборот. Следовательно, V_y имеет максимум при каких-то значениях V и θ . Вертикальная скорость V_y имеет большие значения при меньших скоростях полёта, одновременно с V_y растёт и угол атаки. Если начать расчет графика V_y при меньших скоростях полёта V , то V_y , пройдя через максимум, начнёт уменьшаться. Но при этом соответствующие углы атаки будут иметь чрезмерно большие величины. Принимая во внимание ограничение угла атаки по условию безопасности полёта величиной 8 градусов, получим, соответствующие этому ограничению, значения скорости полёта $V = 34,4$ м/с, вертикальной скорости $V_y = 9,2$ м/с, угла наклона траектории $\theta = 15,5^\circ$, угла тангажа $\psi = 23,5^\circ$. Реализация потребного значения угла атаки $\alpha = 8$ градусов обеспечивается отклонением руля высоты,

согласно балансировочной характеристики. На угол $\varphi = 5,2^\circ$. Разумеется, что при полёте на другой высоте, с другим полётным весом количественные значения V , V_y , θ , ψ будут другими, но общий характер их изменения останется прежним. Максимально достижимое значение V_y при этих новых условиях полёта будет, как и прежде, определяться максимально допустимым значением угла атаки $\alpha = 8$ град. Угол отклонения руля высоты сохранит своё прежнее значение $\varphi = 5,2^\circ$.

3. Заключение

Если производить набор высоты при не меняющемся режиме работы двигателя с постоянным балансировочным углом отклонения руля высоты, обеспечивающим полёт с максимально допустимым углом атаки, то подъём будет происходить с максимально возможной вертикальной скоростью. Величина вертикальной скорости будет меняться из-за уменьшения плотности воздуха с увеличением высоты полёта, но она всякий раз будет наибольшей в данных конкретных условиях полёта. Скорость полёта, угол наклона траектории, угол тангажа будут меняться, но, главное, скорость набора высоты будет наибольшей.

4. Список литературы

- [1] Мосолов, В. Е. Системы автоматического управления угловым движением летательных аппаратов / В. Е. Мосолов, В. Н. Харитонов. — М. : Изд-во МАИ, 1995. — 85 с.
- [2] Голубев, И. С. Основы устройства, проектирования конструирования и производства летательных аппаратов (Дистанционно-пилотируемые летательные аппараты) / под ред. Голубева И. С., Янкевича Ю.И. — М. : Изд-во МАИ, 2006. — 524 с.
- [3] Лисейцев, Н. К. Беспилотные самолеты вертикального взлета и посадки / под ред. Лисейцева Н. К. — М. : Изд-во МАИ, 2009. — 254 с.

DEVELOPMENT OF ON-BOARD ALGORITHMS FOR AUTOMATIC LONGITUDINAL MOVEMENT OF UNMANNED AIRCRAFT IN TAKE-OFF MODE

Paslen V. V., Domanin M. M.
 Scientific adviser: Paslen V. V.

Donetsk National Technical University, Donetsk

Abstract — Design of a longitudinal movement control for an unmanned aerial vehicle in take-off mode has been carried out.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КАНАЛОВ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

Паслён В. В., Половинкин А. О.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Паслён В. В.
Донецкий национальный технический университет, Донецк
E-mail: polovinkin3301@gmail.com

Аннотация — В работе представлен анализ исследования характеристик каналов управления с целью дальнейшего противодействия беспилотным летательным аппаратам (БПЛА).

1. Введение

Противодействие деятельности беспилотных летательных аппаратов является достаточно актуальной задачей в связи с массовым распространением последних при выполнении задач разведки. Выполнение эффективных мероприятий по противодействию проводится после анализа характеристик сигналов управления.

2. Основная часть

Важными параметрами сигналов управления полетом беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) являются энергетические показатели сигналов (мощность излучаемых сигналов) и использование помехоустойчивых кодов при передаче. Сигналы управления наземного пункта управления являются объектом обнаружения, а приёмное оборудование на борту беспилотного летательного аппарата — объектом подавления.

Специфика и особенности каналов управления современными БПЛА (режим ППРЧ) диктуют основные требования к системам противодействия, реализующим пассивные методы обнаружения сигналов НПУ (канала управления). Наземные ПУ используют следящие за БПЛА поворотные антенны диаметром до 1,2 м с усилением до 40 дБи с остронаправленной диаграммой направленности (ДН) антенны до $3,5^\circ$ — 5° .

Мощности передатчиков БПЛА и ПУ составляют порядка 5—15 Вт. На БПЛА используются либо все-направленные антенны, либо направленные антенны с шириной ДН порядка 60° — 90° и усилением 2—4 дБи.

Малая мощность передаваемых сигналов управления затрудняет их обнаружение. Псевдослучайная перестройка рабочей частоты характеризуется скоростью перестроения и измеряется в количестве скачков за одну секунду. Вид применяемой модуляции полезных сигналов также влияет на помехоустойчивость системы.

Без решения проблемы качественной идентификации, система может почти непрерывно реагировать на многочисленные сигналы посторонних РЭС и иметь ложные срабатывания, что значительно снижает возможность ее практического применения в реальных условиях обстановки. Снижение чувствительности с целью минимизации ложных срабатываний может значительно ухудшить вероятность обнаружения сигналов управления.

Применение псевдослучайной перестройки рабочей частоты значительно затрудняет факт обнаружения работы радиоэлектронных систем управления летательным аппаратом. Сигналы с псевдослучайной перестройкой канала управления БПЛА являются приоритетной задачей при построении систем

обнаружения. Высокая чувствительность приемного тракта системы необходима для возможности обнаружения сигналов управления малой мощности. Требования к высокой избирательности приёмного тракта системы обусловлены необходимостью обнаружения сигналов в условиях сложной радиоэлектронной обстановки и большого количества мешающих сигналов. Быстродействие системы обнаружения и подавления необходимо для обнаружения сигналов, использующих быстрое псевдослучайное перестроение рабочей частоты.

Основные проблемы, связанные с качественным выполнением задач обнаружения и пеленгования, также связаны с двумя ключевыми параметрами сигналов канала управления БПЛА — малая мощность и режим быстрого псевдослучайного перестроения рабочей частоты передаваемых сигналов.

Таким образом, анализ параметров и характеристик сигналов управления позволит использовать средства радиоэлектронной борьбы и эффективно выполнять задачи по борьбе с системами управления беспилотных летательных аппаратов.

3. Заключение

Таким образом, используя результаты исследования характеристик каналов управления беспилотными летательными аппаратами можно провести эффективные меры по радиоэлектронной борьбе с системами управления беспилотных летательных аппаратов.

STUDY OF CONTROL CHANNELS CHARACTERISTICS OF UNMANNED AERIAL VEHICLES

Paslen V. V., Polovinkin A. O.

Scientific adviser: Paslen V. V.

Donetsk National Technical University, Donetsk

Abstract — In the paper, an analysis of the study of characteristics of control channels were considered in order to further counteract unmanned aerial vehicles (UAVs).

РАДИОМАСКИРОВКА СТАЦИОНАРНЫХ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ НАНОМАТЕРИАЛОВ

Паслён В. В., Юдин Б. С.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Паслён В. В.
Донецкий национальный технический университет, Донецк
E-mail: yudin-bogdan@mail.ua

Аннотация — В работе рассмотрены существующие наноматериалы для радиомаскировки стационарных объектов, а также защитно-маскировочный экран на основе данных материалов.

1. Введение

Наноматериалы являются новой междисциплинарной областью науки и техники, изучающей наномир. Частицы размером 1—100 нанометров придают сделанным из них материалам совершенно новые свойства и новое поведение. Наноматериалы, и способы их получения — нанотехнологии, имеют громадный потенциал для использования во всех практических областях. Нанотехнологическая революция полностью изменит все жизненно важные сферы деятельности человека и общества [1].

2. Основная часть

Центральным конструкторским бюро специальных радиоматериалов (ОАО «ЦКБ РМ») в г. Москва разработан сверх широкодиапазонный радиопоглощающий материал на основе наноструктурного ферромагнитного микропровода (НФМП) в стеклянной изоляции (рис. 1). Данный материал МРПК-1Л в 2006 году принят к практическому использованию.

Основным радиопоглощающим элементом в нём является НФМП, представляющий собой тонкий металлический сердечник в стеклянной изоляции. Технология получения НФМП обеспечивает одновременное плавление металла, размягчение стеклянной трубки, окружающей навеску металла, и закалку получающегося композита со скоростью 106 град/с. В результате получается трёхслойный композит, состоящий из металлического проводника диаметром 1—30 мк, наноструктурного переходного слоя толщиной порядка 50 нм и стеклянной изоляции толщиной 2—30 мк.

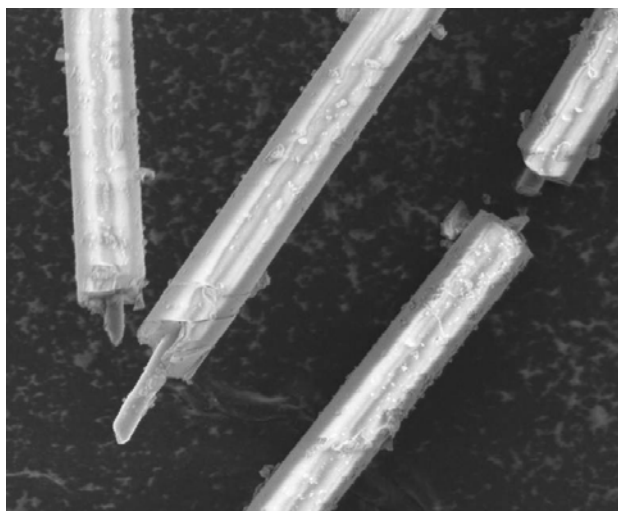


Рис. 1

Благодаря разнице коэффициента термического расширения металла и стекла, а также наличию

наноструктурного переходного слоя, материал металлического сердечника находится под воздействием гигантских напряжений (109 Па) и обладает уникальными электрофизическими характеристиками в СВЧ-диапазоне.

Материал МРПК-1Л на основе НФМП обладает следующими характеристиками:

- рабочий диапазон длин волн: 0,2—15 см;
- коэффициент отражения, не хуже –17 дБ;
- масса 1 м² — 1 кг;
- рабочий диапазон температур — от -60 до +60°C.

На основе данного материала разработан защитно-маскировочный экран. Он предназначен для скрытия от радиолокационных средств и защиты техники от современных средств, действующих из верхней полусферы, обеспечивает защиту укрываемой техники.

Защитно-маскировочный экран обеспечивает защиту укрываемой техники комбинированным гибким покрытием на поверхности земли. Важно, что защитный маскировочный экран соответствует требованиям, предъявляемым к технике для работы в различных климатических условиях [2].

3. Заключение

Таким образом, защитные материалы на основе нанотехнологий, позволяют обеспечить защиту важных стратегических объектов различного назначения (пункты управления, базы, склады, электростанции и др.). Уникальность технического решения защитно-маскировочного экрана обеспечивает возможность создания укрытий различной формы и размера.

4. Список литературы

- [1] Калинина, Н. Е. Наноматериалы и нанотехнологии: получение, строение, применение / Н. Е. Калинина, В. Т. Калинин. — Днепропетровск : Изд-во Маковецкий, 2012. — 192 с.
- [2] Бартон, Д. Справочник по радиолокационным измерениям / Д. Бартон, Г. Вард.; под ред. Вейсбейна М. М. — М. : Сов. Радио, 1976. — 392 с.

RADIO MASKING OF STATIONARY OBJECTS USING NANOMATERIALS

Paslen V. V., Yudin B. S.

Scientific adviser: Paslen V. V.

Donetsk National Technical University, Donetsk

Abstract — In the article, the existing nanomaterials for radio masking of stationary objects, as well as a protective-masking screen based on these materials, are considered.

ОБЗОР МЕТОДОВ ПОДАВЛЕНИЯ СПУТНИКОВЫХ РАДИОСИСТЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Паслён В. В., Посев Д. С.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Паслён В. В.
Донецкий национальный технический университет, Донецк
E-mail: dposev@bk.ru

Аннотация — Рассмотрены физические и радиоэлектронные методы подавления спутниковых радиосистем беспилотных летательных аппаратов. Проведен анализ и сделан вывод эффективности средств подавления.

1. Введение

Известные проекты беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) разработаны или разрабатываются в большинстве для решения следующих задач:

- разведка или целеуказание;
- выполнение активных действий.

Рынок беспилотных летательных аппаратов — один из наиболее быстрорастущих сегментов авиационного рынка во всем мире. На сегодняшний день разработкой БПЛА для решения различных задач в РФ занимается ряд фирм (ОКБ «Сокол» (Казань), НИИ «Кулон», КБ «Луч») и коммерческих организаций (ООО «Текнол») [1].

2. Основная часть

Известно, что поражение БПЛА средствами противовоздушной обороны (ПВО), в большинстве случаев, является низкоэффективным. В связи с этим перспективным направлением противодействия БПЛА считается применение средств радиоэлектронного противодействия (РЭП), ресурс которых, при наличии внешнего питания, практически неограничен.

В работе рассматриваются особенности противодействия БПЛА средствами РЭП. Средства РЭП могут применяться одним из нескольких способов или их комбинацией:

- подавление или навязывание ложных режимов работы командной радиолинии управления (КРУ) и радиолиниям передачи данных БПЛА;
- подавление или навязывание ложных режимов работы каналу навигации БПЛА, основанному на приеме и обработке сигналов одной или нескольких спутниковых радионавигационных систем (СРНС).

Этапу применения средств РЭП предшествует раскрытие средствами радио- и радиотехнической разведки (РТРР) факта полета БПЛА как источника радиоизлучения (ИРИ), вскрытие сигнально-частотных параметров КРУ и сигналов СРНС, которые потенциально могут быть использованы для навигации БПЛА в данном районе. Эти сигнально-частотные параметры передаются средствам РЭП в качестве целеуказания. Применение средств РЭП против БПЛА обладает рядом преимуществ и недостатков.

Подавление канала управления и навигации БПЛА возможно только при условии активного дистанционного управления БПЛА с использованием навигации по сигналам СРНС. Полет БПЛА в режиме «радиомолчания» по заблаговременно заложенной программе, как правило, не позволяет вскрыть факт полета такого БПЛА средствами РТРР и, соответственно, сформировать целеуказание средствами РЭП на противодействие таким БПЛА.

Основным недостатком средств РЭП, основанных на подавлении каналов управления и навигации БПЛА радиоэлектронными помехами, является то, что излучение соответствующих помех никак не гарантирует требуемой реакции БПЛА на подобное воздействие, а именно — прекращение полета в направлении защищаемого объекта. Действия БПЛА в результате воздействия могут варьироваться в широком диапазоне, от продолжения полета по заданной траектории (например, за счет использования лазерного высотомера и электронной карты местности) до включения «режима возврата» на своей ПУ [2].

3. Заключение

Можно сделать вывод о том, что средства РЭП действительно являются высокоэффективным и перспективным средством противодействия БПЛА, однако на современном этапе своего развития они не позволяют самостоятельно гарантированно предотвратить полет БПЛА к контролируемому периметру, имеют ограничения по применимости, в связи с необходимостью обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) с другими РЭС, не обладают высокой степенью избирательности в отношении поражаемых целей, и как следствие — могут быть использованы в составе комплекса противодействия БПЛА только в совокупности с другими средствами.

В дальнейших исследованиях планируется найти решение постановки помех, прекращения полета или же задание ложной цели полета, для БПЛА, которые передвигаются по заранее заложенной программе.

4. Список литературы

- [1] Gunsfriend. Беспилотный летательный аппарат [Электронный ресурс] / Gunsfriend Corporation. — Режим доступа: <https://gunsfriend.ru/bespilotnye-letatelnye-apparaty-bpla-rossii-ssa-i-mira-istoria-sozdania-i-razvitiia-raznovidnosti-zadaci-i-vozmognosti-dostoinstva-i-nedostatki>.
- [2] Исраил, Р. Г. Радиоэлектронное подавление систем навигации и радиосвязи [Электронный ресурс] / Р. Г. Исраил. — 2021. — Режим доступа: https://israil-95reg.livejournal.com/341457.html?utm_source=embed_pos t.

OVERVIEW OF METHODS FOR SUPPRESSION OF SATELLITE RADIOSYSTEM OF UNMANNED AIRCRAFT

Paslen V. V., Posev D. S.

Scientific adviser: Paslen V. V.

Donetsk National Technical University, Donetsk

Abstract — Physical and electronic methods of suppression of unmanned aerial vehicles are considered. The analysis is carried out and the conclusion is made of the effectiveness of the means of suppression.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ ОХРАНЕ ОБЪЕКТОВ БОЛЬШОЙ ПРОТЯЖЕННОСТИ

Паслён В. В., Збирко А. И.

Научный руководитель: канд. техн. наук. доц. Паслён В. В.
Донецкий национальный технический университет, Донецк
E-Mail: Zbirko98@bk.ru

Аннотация — В работе рассматривается вопрос о возможности применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) при охране объектов большой протяженности. Проведено исследование и получены результаты. В ходе исследования выбран оптимальный вариант использования комплексов с БПЛА при охране объектов большой протяженности.

1. Введение

В современных условиях особую опасность для объектов большой протяженности представляют несанкционированные действия физических лиц. Результаты их действий не предсказуемы: от хищения имущества до создания чрезвычайной ситуации на объекте. Применение беспилотных летательных аппаратов позволит обеспечить надежную охрану периметра и контролировать третье измерение охраняемого пространства — высоту.

2. Основная часть

Применение видеодронов с встроенными камерами высокого разрешения при охране объектов большой протяженности позволит обеспечить видеофиксацией труднодоступные места. Одной из основных особенностей беспилотного летательного аппарата является поиск нарушителя на открытом пространстве, а при необходимости захват объекта и сопровождение его до момента прибытия охраны. Однако для осуществления охраны периметра недостаточно иметь несколько БПЛА с встроенными камерами высокого разрешения. Система безопасности объекта большой протяженности и беспилотный летательный аппарат должны быть объединены в единый комплекс [1].

Для осуществления охраны периметра БПЛА должен обладать рядом обязательных характеристик:

- средства визуального обнаружения нарушителей, как в светлое, так и в темное время суток; днем видеокамера должна распознавать человека на открытом пространстве с высоты 50—100 м; для обнаружения целей в ночное время суток БПЛА оборудуется тепловизором; цель типа «человек» обнаруживается тепловизором на удалении до 300 м;

- возможность вылета при максимально широком диапазоне температур, а также в холодное и теплое время года;

- возможность вылета в дождь и снег.

Процесс интеграции комплексов с БПЛА в уже налаженную систему охраны объекта сопряжен с определенными трудностями. Однако это позволит уменьшить затраты на построение системы безопасности объекта и увеличить способность обнаружения нарушителей в самых труднодоступных местах [1].

Интегрированная система безопасности объекта состоит из наземного комплекса, мобильного комплекса, и воздушного сектора. Принцип действия системы следующий. Датчик движения фиксирует факт нарушения границы и место проникновения.

Камеры видеонаблюдения захватывают объект и ведут его до момента подлета беспилотного летательного аппарата, который автоматически выдвигается к заданному квадрату, приняв сигнал тревоги. БПЛА входящий в состав системы безопасности объекта большой протяженности обеспечивает видеонаблюдение за объектом с высоты от 100 до 400 м в радиусе до 25 км от наземной станции управления. При необходимости беспилотному летательному аппарату можно задать площадь поиска и он будет с определенным перекрытием патрулировать выбранный участок. Видеоинформация с БПЛА по радиоканалу передается на наземную станцию управления [2].

3. Заключение

Таким образом, следует прийти к следующему заключению. Применение беспилотных летательных аппаратов для охраны объектов большой протяженности технически целесообразно. В классификацию технических средств охраны объектов необходимо включить БПЛА, так как их применение в целях охраны объектов большой протяженности экономически выгодно и в полной мере соответствует задачам, возлагаемым на технические средства охраны.

4. Список литературы

- [1] Бурков, В. Н. Модели управления промышленной безопасностью / В. Н. Бурков, А. В. Толстых, Т. И. Овчинникова // Проблемы безопасности и чрезвычайные ситуации. — 2004. — №3. — С. 30—41.
- [2] Фетисов, В. С. Беспилотная авиация: терминология, классификация, современное состояние: научное издание / В. С. Фетисов, Л. М. Неугодникова, В. В. Адамовский. — Уфа: Фотон, 2014. — 217 с.

STUDY OF THE CAPABILITIES OF UNMANNED AERIAL VEHICLES IN A CASE OF PROTECTION OF LONG-RANGE OBJECTS

Paslen V. V., Zbirko A. I.

Scientific adviser: Paslen V. V.

Donetsk National Technical University, Donetsk

Abstract — In the article, the possibility of using unmanned aerial vehicles for the protection of long-range objects is discussed. The study was conducted and the results were obtained. In the course of the study, the optimal use of complexes with UAVs for the protection of long-range objects was selected.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЧС

Лахно Б. Д.

Научный руководитель: канд. тех. наук, доц. Паслён В. В.
Донецкий национальный технический университет, Донецк
E-mail: bogdanlahno@yandex.ua

Аннотация — Рассмотрены варианты применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в процессе подготовки и проведения мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций ликвидации последствий стихийных бедствий, техногенных, экологических катастроф. Приведены примеры БПЛА используемых в деятельности МЧС.

1. Введение

Сложность решений, стоящих перед Министерством по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС) Донецкой Народной Республики задач, связана с огромными рисками и требует высокую подготовку личного состава, а также использование эффективных технологических средств. Предотвращение чрезвычайных ситуаций и их выявление на начальных этапах являются важнейшими целями при разработке новой техники, а также форм и методов ее реализации. В сочетании с вышеизложенным использование беспилотных летательных аппаратов является актуальным вопросом в обеспечении деятельности МЧС в подобных случаях.

2. Основная часть

С внедрением БПЛА процессы проведения спасательных операций, разведки и оказания помощи людям были значительно упрощены и ускорены, так как они позволяют обследовать зону чрезвычайной ситуации площадью до 100 м², не подвергая опасности людей, а качество фотографий, сделанных с высоты 250 м, позволяет рассматривать довольно хорошо объекты размером метр на метр [1].

Возросло реагирование служб на внешние природные и техногенные угрозы. Для управления БПЛА были разработаны специальные мобильные пункты, позволяющие принимать и передавать видео- и телеметрическую информацию, передаваемую с БПЛА в Центр планирования.

БПЛА обеспечивает поиск пострадавших в результате аварии (катастрофы) технических средств и пропавших без вести людей. Поиск должен осуществляться в соответствии с заранее заданным полетным заданием или в соответствии с траекторией полета, которая изменяется оператором [2]. Он оснащен системами наведения, бортовыми радиолокационными системами, датчиками и видеокамерами. Во время полета, как правило, управление беспилотным летательным аппаратом осуществляется автоматически с помощью бортовой системы навигации и управления. Бортовая система связи работает в разрешенном диапазоне радиочастот и обеспечивает передачу данных с борта на землю и с земли на борт. Эффективность такой системы во многом определяется уровнем ее технического оснащения и правильной организацией взаимодействия всех ее элементов. Для решения задачи сбора и обработки информации в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности, безопасности людей на водных объектах, а также обмена этой информацией рекомендуется использовать комплексные технические средства космического, воздушного, наземного или наводного

базирования. Фактор времени крайне важен при планировании и принятии мер по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, а также для обеспечения пожарной безопасности. Представление полной, объективной и достоверной информации, не искаженной и не модифицированной субъективными факторами, имеет важное значение для принятия соответствующих оперативных управленческих решений [3].

3. Заключение

Таким образом, можно сделать вывод, что беспилотные самолёты подходят именно для мониторинга и обнаружения ЧС, т.к. имеют возможность преодолевать большие расстояния. Беспилотные вертолёты внедряются для обеспечения пожарной безопасности. Преимуществом данного типа БПЛА является способность зависания в точке, что позволяет просмотреть и передать информацию об уровне и масштабе пожара. Для разведки и наблюдения ЧС на высоте до 400 м используют аэростаты.

Дальнейшим направлением моих исследований является:

- аналитический обзор по литературным источникам актуальности мероприятий по ликвидации ЧС с применением БПЛА;
- просмотр способов взлётов и посадок БПЛА;
- изучение алгоритмов полёта БПЛА для различных целей.

4. Список литературы

- [1] Вытовтов, А. В. Современные беспилотные летательные аппараты / А. В. Вытовтов, А. В. Калач, С. Ю. Разиньков // Вест. Белгород. гос. технол. ун-та им. В.Г. Шухова. — 2015 — С. 70—75.
- [2] Воропаев, Н. П. Применение беспилотных летательных аппаратов в интересах МЧС России / Н. П. Воропаев // Вест. Санкт-Петербург. ун-та Гос. противопожарной службы МЧС России. — 2014. — С. 13—18.
- [3] Концепция применения воздушных робототехнических комплексов для мониторинга и ликвидации чрезвычайных ситуаций на примере системы «Иркут-МЧС» / С. П. Тодосейчук, А. Н. Переяслов, А. М. Моржин, Ю. И. Малов, А. В. Колдаев // Технологии гражданской безопасности. — 2006. — С. 48—56.

USAGE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES FOR OPERATIONS OF THE EMERGENCY CONTROL MINISTRY

Lakhno B. D.

Scientific supervisor: Paslen V. V.

Donetsk National Technical University, Donetsk

Abstract — The variants of the use of unmanned aerial vehicles (UAVs) in the preparation and implementation of measures for the prevention of emergency situations, the elimination of the consequences of natural disasters, technological and environmental disasters are considered. Examples of UAVs used in the activities of the Emergency Control Ministry are given.

АВТОГЕНЕРАТОР БОРТОВОГО ОТВЕТЧИКА НА ОСНОВЕ ТИТАНО-КЕРАМИЧЕСКИХ ТРИОДОВ

Поляков А. Л., Колесник С. В., Смаилов С. Ф., Маленко В. А.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, с.н.с. Поляков А. Л.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: BelkaSqiroll@gmail.com

Аннотация — В докладе представлены вариант реализации автогенератора авиационного бортового ответчика на основе титано-керамических триодов ГИ-25.

1. Введение

В обеспечении безопасности воздушного движения важную роль играют системы вторичной радиолокации. В свою очередь, в системах вторичной радиолокации ключевую позицию занимают авиационные бортовые ответчики.

Учитывая тот факт, что бортовые ответчики должны обеспечивать дальность действия системы вторичной радиолокации от 200 до 400 км, они должны обладать достаточно большой мощностью. В то же время массогабаритные характеристики должны быть минимально возможными.

Оптимизировать данное противоречие представляется возможным, реализуя радиопередающее устройство (РПДУ) ответчика на основе титано-керамических триодов ГИ-25.

2. Основная часть

На рис. 1 показан внешний вид титано-керамического триода ГИ-25.



Рис. 1

Основные характеристики импульсного генераторного триода ГИ-25 представлены в таблице 1.

Таблица 1

Тип	P, кВт	λ, см	U _п , В	U _н , В	I _н , А	I _а , А
ГИ-25	4	29,8	30	6,3	0,89—1,01	5

Задающий генератор ответчика на лампе ГИ-25 строится по схеме с общей сеткой. На первом этапе осуществляется расчет электронного режима генератора. Угол отсечки θ тока триода выбираем в пределах от 70 до 120°, что является оптимальным. Для выбранного угла отсечки определяем коэффициенты Берга a_1 и a_0 по графикам, показанным на рис. 2. Коэффициент $a_1 = 0,47$ (красная точка на графике), $a_0 = 0,28$ (синяя точка на графике). Величину E_a источника питания выбираем близкую к номинальному значению — $E_a = 27$ В [1,2].

Для схемы с общей сеткой расчет граничного коэффициента использования анодного напряжения выполняем по формуле

$$\xi_{oc} = \frac{1+D}{2} + \sqrt{\frac{(1+D)^2}{4} - \frac{2P_1(1+D)}{S_{гп} \alpha_1 E_a^2} + \frac{2P_1}{S(1-\cos\theta)}}.$$

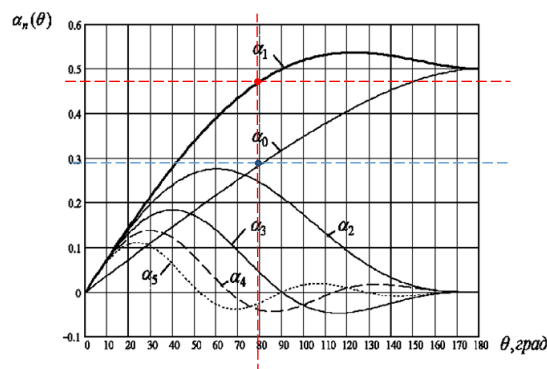


Рис. 2

После определения амплитуды первой гармоники и постоянной составляющей тока лампы производится расчет напряжения возбуждения на сетке, эквивалентное выходное сопротивление генератора и напряжение смещения на сетке. Далее после расчета параметров сеточной цепи, определения коэффициентов усиления и обратной связи были определены энергетические параметры генератора, КПД и рассчитаны номиналы элементов схемы.

3. Заключение

Таким образом, реализована схема задающего генератора и усилителя мощности авиационного бортового ответчика на триодах ГИ-25. Выходная мощность составляет порядка 300 Вт, что позволяет обеспечить дальность действия системы вторичной радиолокации в пределах 400 км.

4. Список литературы

- [1] Определение коэффициентов Берга [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://digteh.ru/Sxemoteh/RejRab/Berg>.
- [2] Основы теории ламповых генераторов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://siblec.ru/radiotekhnika-i-elektronika/ustrojstva-generirovaniya-i-formirovaniya-radiosignalov/1-osnovy-teorii-lampovykh-generatorov>.

AUTOGENERATOR FOR ON-BOARD RESPONDER BASED ON TITANIUM-CERAMIC TRIODES

Polyakov A. L., Kolesnik S. V., Smailov S. F., Malenko V. A.

Scientific adviser: Polyakov A. L.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the report, a variant of the implementation of an aircraft on-board responder autogenerator, based on GI-25 titanium-ceramic triodes, is presented.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБНАРУЖЕНИЯ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНОГО КВАЗИРАДИОСИГНАЛА С НЕИЗВЕСТНЫМ ВРЕМЕНЕМ ПРИХОДА НА ФОНЕ УЗКОПОЛОСНОЙ ПОМЕХИ

Корчагин Ю. Э., Титов К. Д., Головацкая Е. Э.
Воронежский государственный университет, Россия
E-mail: titovkd@gmail.com

Аннотация — Выполнен синтез и анализ алгоритма обнаружения сверхширокополосного квазирadioсигнала с неизвестным временем прихода на фоне гауссовского белого шума и узкополосной помехи. Найдены характеристики обнаружения сверхширокополосного квазирadioсигнала при воздействии помехи.

1. Введение

В радиофизике и её приложениях актуальна задача обнаружения сигнала, которая неоднократно рассматривалась в литературе в предположении, когда сигнал является сверхширокополосным (СШП). Среди множества СШП сигналов выделяют отдельный класс — СШП квазирadioсигналы (КРС), структура которых подобна узкополосным радиосигналам, но условие относительной узкополосности для них не выполняется [1]. При этом часто используется позиционно-импульсная модуляция, что приводит к необходимости приема СШП сигналов с неизвестным временем прихода.

В реальных устройствах обнаружение СШП сигнала происходит не только на фоне шума, но и в условиях воздействия помех, которые, как правило, являются узкополосными.

В данной работе проведен синтез и анализ алгоритма обнаружения СШП КРС с неизвестным временем прихода на фоне гауссовского белого шума и узкополосной помехи.

2. Основная часть

В работе рассмотрен квазиправдоподобный (КП) алгоритм обнаружения СШП КРС, наблюдаемого на фоне гауссовского белого шума и узкополосной помехи, при этом время прихода полезного сигнала неизвестно. Предполагалось, что мешающий сигнал присутствует в эфире только при наличии в нем полезного сигнала.

Для синтеза обнаружителя СШП КРС с неизвестными параметрами и не учитывающего возможного наличия помехи (параметры мешающего сигнала неизвестны) использовался метод максимального правдоподобия [2]. Предполагалось, что вместо неизвестных амплитуды, начальной фазы и длительности использовались их ожидаемые значения, а вместо неизвестного времени прихода — его КП оценка. Располагая принятой реализацией, представляющей аддитивную смесь полезного сигнала, шума и узкополосной помехи, обнаружитель формирует логарифм функционала отношения правдоподобия, сравнивает его с порогом, который выбирается в соответствии с заданным критерием оптимальности, и выносит решение о наличии или отсутствии полезного сигнала [2].

Аналогично [3] определены характеристики КП обнаружения, однако было учтено наличие гармонической составляющей в математической модели сигнала. На рис. 1 показаны зависимости средней вероятности ошибки P_e от параметра узкополосности K . Линиями обозначены зависимости при различных значениях отношения сигнал-шум (ОСШ) z .

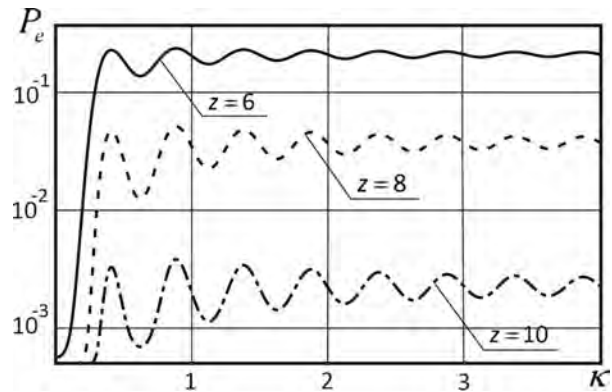


Рис. 1

3. Заключение

В работе синтезирована структура обнаружителя СШП КРС с неизвестным временем прихода и получены выражения для характеристик обнаружения вероятности ложной тревоги и вероятности пропуска сигнала. Из рисунка видно, что рост ОСШ приводит к уменьшению средней вероятности ошибки, а с ростом параметра узкополосности степень влияния на эффективность обнаружения снижается.

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

4. Список литературы

- [1] Радзиевский, В. Г. Обработка сверхширокополосных сигналов и помех / В. Г. Радзиевский, П. А. Трифонов. — М.: Радиотехника. 2009. — 288 с.
- [2] Тихонов, В. И. Оптимальный прием сигналов / В. И. Тихонов. — М.: Радио и связь. 1983. — 320 с.
- [3] Трифонов, А. П. Характеристики квазиправдоподобного обнаружения финитного сигнала с неизвестным временем прихода / А. П. Трифонов, А. В. Сморгонский. — Киев: Изв. ВУЗов. Радиэлектроника, 2008. — С. 17.

CHARACTERISTICS OF DETECTING ULTRA-WIDEBAND QUASI-RADIO SIGNAL WITH AN UNKNOWN ARRIVAL TIME AGAINST THE BACKGROUND OF NARROW-BAND INTERFERENCE

Korchagin Yu. E., Titov K. D., Golovatskaya E. E.
Voronezh State University, Russia

Abstract — Synthesis and analysis of the algorithm for detecting ultra-wideband quasi-radio signal with an unknown arrival time against the background of Gaussian white noise and narrow-band interference are performed. The characteristics of detecting an ultra-wideband quasi-radio signal under the influence of interference are found.

ПРИМЕНЕНИЕ SDR ПРИЁМНИКА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРИНЦИПА РАДИОМОНИТОРИНГА

Лашченко И. В., Залисский Д. А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Лашченко И. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: daniilandreyvich@gmail.com

Аннотация — Рассмотрена проблема защиты информации путем поиска источника радиосигнала и представлены методы реализации в лабораторном практикуме.

1. Введение

В данной статье рассматривается возможность изучения принципов контроля радиообстановки, поиска источников излучения различных диапазонов, определение характеристик излучений в лабораторном практикуме. Такая деятельность может проводиться с целью обеспечения электромагнитной совместимости, санитарных норм, законодательных ограничений и в рамках технической защиты информации.

2. Основная часть

Специальные аппаратно-программные комплексы радиомониторинга используют многоканальный сканирующий приемник, который может обнаруживать сигналы в определенном диапазоне либо осуществлять постоянный контроль выбранных частот. Для обнаруженных работающих передатчиков в выделенной зоне определяют основные параметры сигналов, проводят демодуляцию и декодирование информации для контроля связи, например, с акустической информацией в помещении. Комплексы радиомониторинга позволяют достоверно классифицировать сигналы и обнаруживать незаконно действующие передатчики.

При наличии сканирующего приемника и ПК можно для решения аналогичных задач использовать программное обеспечение RadiInspector [1], которое может использоваться для эффективного и высокоскоростного контроля спектра, выполнения метрологических измерений параметров излучений и решения других прикладных задач радиомониторинга. Это ПО поддерживает множество современных измерительных, сканирующих устройств и анализаторов спектра, имеющих подключение к компьютеру. Проводится анализ и обработка сигналов стандартов DECT, TETRA, 2G(GSM), 3G(LTE), Bluetooth, DMR, APCO25, DVB, 802.15.4. Это ПО позволяет хранить в базе данных все измерения, даже единожды обнаруженный сигнал будет сохранен. Можно обеспечить удаленное управление. Изучение такого ресурса позволяет теоретически изучить все возможности современного радиомониторинга.

В лабораторном практикуме для получения информации можно использовать SDR-приемник. Простейший приемник на микросхемах RTL2832U + R820T имеет следующие характеристики:

- диапазон частот — от 24 до 1750 МГц;
- модуляция — AM, FM, NFM, LS, USB, CW (ADS-B, D-STAR, AIS и др.);
- полоса обзора — от 250 кГц до 3 МГц;
- чувствительность — 0,22 мкВ (на 438 МГц в режиме NFM);
- динамический диапазон — 50 дБ (в режиме CW).

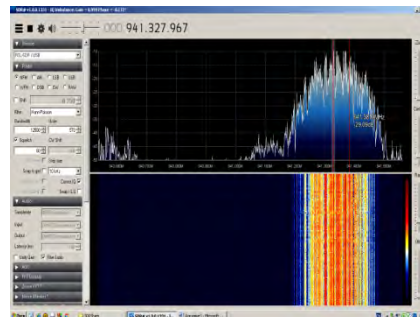


Рис. 1

При использовании такого приемника для радиомониторинга проводится аналогово-цифровое преобразование полученного радиосигнала (микросхема R820T) и последующая его обработка (микросхема RTL2832U), используется специальное ПО SDRSharp. Окно SDRSharp показано на рис. 1. Приемник можно использовать как анализатор спектра, селективный измеритель, устройство контроля качества принимаемых сигналов, как приемник сигналов различных типов.

3. Заключение

Планируется проводить радиомониторинг на основе Lime SDR приемника, имеющего диапазон частот от 100 кГц до 3,8 ГГц. Приемник имеет следующие характеристики: полоса частот 64,44 МГц, 12-разрядный АЦП с $F_d = 160$ МГц и 12-разрядной ЦАП с $F_d = 640$ МГц, два канала передачи и приёма, USB 3.0 и интерфейс для связи с ПК [2].

4. Список литературы

- [1] Программное обеспечение RadiInspector [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.inspectorsoft.ru/radiinspector>.
- [2] LimeSDR — SDR приёмопередатчик [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/395191>.
- [3] Радиомониторинг [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://rfdsp.ru/radiomonitoring.html>.

APPLICATION OF SDR RECEIVER TO STUDY OF THE RADIO MONITORING PRINCIPLE

Lashchenko I. V., Zalisky D. A.
Scientific adviser: Lashchenko I. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The problem of information protection by a radio signal source searching is considered and methods of implementation of radio monitoring principle in a laboratory practicum are presented.

СУДОВАЯ РЛС KODEN MDC-2041 — ОЧЕРЕДНОЕ ПРИОБРЕТЕНИЕ СЕВАСТОПОЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Палаев С. В., Подпорин С. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: spalaiev@yahoo.com

Аннотация — Представлена судовая РЛС KODEN MDC-2041, которая установлена в лаборатории кафедры «Судовождение и безопасность судоходства». Показана комплектация судовой РЛС.

1. Введение

С незапамятных времен человечество тянуло покорять водное пространство нашей планеты, которое окутано множеством тайн. Ничто не могло остановить путешественников в открытии новых земель. И тогда смельчаки на судах, примитивной конструкции, отправлялись в море, не зная, вернутся ли они домой. В те времена ориентирами для моряков служили небесные светила (солнце, луна и звезды), а наблюдение за окружающей обстановкой велось вахтенным марсовым матросом. И конечно же, о таком навигационном судовом оборудовании, которое сегодня находится в арсенале современных судоводителей, — они не могли, даже и мечтать. Современное навигационное судовое оборудование — это комплекс приборов и систем, устанавливаемых на судах, для обеспечения безопасности судоходства [1, 2].

2. Основная часть

В условиях борьбы за рынки сбыта производители технических средств судовождения совершенствуют свои радионавигационные приборы и системы. Такие производители, как JRC, Samsung, Icom, производят свою продукцию, ориентируясь в основном, на промышленный и коммерческий флот. Другие, например, Furuno, Simrad, Koden, Raymarine, выпускают навигационную аппаратуру для широкого спектра потребителей. Компания Koden Electronics Co., Ltd основана в Японии. Датой основания считается 3 октября 1947 г. За прошедшие с тех пор годы, компания стала одной из самых крупных и успешных на рынке судовой навигационной электроники и промышленного оборудования для флота. Ярчайшим моментом в летописи компании является установка специального оборудования на марсоходе Rover, созданном для NASA [1].

Поэтому не случайно было принято решение об оснащении кафедры «Судовождение и безопасность судоходства» Севастопольского государственного университета новой судовой радиолокационной станцией (РЛС) компании Koden (рис. 1).



Рис. 1

Судовая РЛС KODEN MDC-2041 установлена в 29 аудитории кафедры, рядом с навигационным тренажером «Navi-Trainer Pro 5000». При этом такое сочетание тренажера с действующей аппаратурой является наиболее оптимальным для подготовки будущих судоводителей.

Судовая РЛС KODEN MDC-2041 с мощностью передатчика 4 кВт, включает компактный, тонкий 10,4 дюймовый цветной жидкокристаллический (LCD) дисплей с антибликовым покрытием и двухфутовую антенну закрытого типа (рис. 1), которая имеет скорости вращения 24 и 48 оборотов в минуту. Модель MDC-2041 имеет СТО (Свидетельство о типовом одобрении) Российского морского регистра судоходства №12.00088.315 от 17.01.2012 г. и предназначена для установки на судах валовой вместимостью до 300 регистровых тонн (за исключением пассажирских и высокоскоростных судов).

3. Заключение

Таким образом, можно сделать следующие выводы.

Судовая РЛС KODEN MDC-2041 позволит студентам изучать устройство, принцип действия, научиться правильно настраивать оборудование и получать с него информацию, необходимую судоводителю для обеспечения безопасности судовождения в рамках таких учебных дисциплин как «Технические средства судовождения. Часть 3: Радионавигационные приборы и системы» и «Предотвращение столкновений судов. Часть 2: Использование РЛС и САРП при расхождении судов».

Образование в Севастопольском государственном университете в полной мере соответствует требованиям Минтранса России.

4. Список литературы

- [1] Навигационное судовое оборудование [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.navtech.ru/published/SC/html/scripts/index.php?categoryID=560>.
- [2] Пузачёв, А. Н. Использование технических средств для предотвращения столкновений судов [Электронный ресурс] : учеб. пособие. — Владивосток : Морск. гос. ун-т, 2011. — 232 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/> — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/20155/#1>.

RADAR KODEN MDC-2041 AS ANOTHER ACQUISITION OF THE SEVASTOPOL STATE UNIVERSITY

Palaev S. V., Podporin S. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — Radar KODEN MDC-2041, which is installed in the laboratory of the department, is presented. The equipment of the ship's radar is shown.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИДОВ ОРИЕНТАЦИИ СУДОВОЙ РЛС

Палаев С. В.¹, Палаев И. С.¹, Лукичев В. А.²

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Палаев С. В.

¹Севастопольский государственный университет, Россия

²Черноморское высшее военно-морское училище имени П.С. Нахимова, Россия

E-mail: spalaiev@yahoo.com

Аннотация — Проведено исследование видов ориентации судовой РЛС, составлены рекомендации по выбору режимов работы РЛС в различных условиях плавания.

Общие рекомендации по выбору видов ориентации работы судовой РЛС в различных условиях плавания приведены в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Вид ориентации	Рекомендации
1.	«North Up»	Основной режим при плавании в открытом море и в прибрежном плавании
2.	«Head Up»	1. Основной режим при плавании в стесненных водах и районах лоцманской проводки курсами южных направлений. 2. Резервный режим при отказе гирокомпаса
3.	«Course Up»	Основной режим при плавании в стесненных водах и районах лоцманской проводки курсами южных направлений

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 используются три вида ориентации радиолокационного изображения экрана судовой РЛС: ориентация по «КУРСУ» («Head Up»); ориентация по «СЕВЕРУ» («North Up»); ориентация «КУРС СТАБИЛИЗИРОВАННЫЙ» («Course Up») [2]. Для проведения экспериментальных исследований использована материальная база кафедры «Судовождение и безопасность судоходства» — навигационный тренажер «Navi-Trainer Pro 5000».

Наглядное представление о работе судовой РЛС при различных видах ориентации радиолокационного изображения на экране судовой РЛС дают рис. 1—3, на которых показаны фотоснимки изображений прохода пролива Босфор в южном направлении. На рис. 1 показан вид ориентации «Head Up»; на рис. 2 — «North Up»; на рис. 3 — «Course Up».

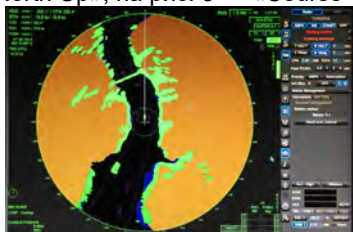


Рис. 1

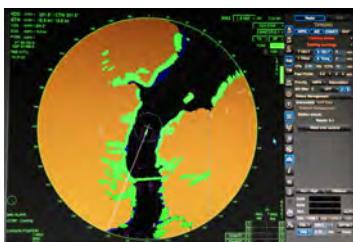


Рис. 2

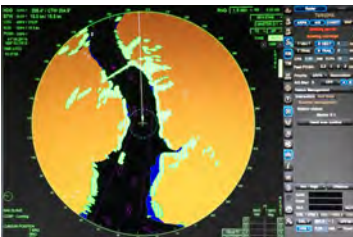


Рис. 3

Результаты таблицы 1 наглядно демонстрируют, что наличие трёх видов ориентации судовой РЛС является важнейшей характеристикой индикаторного устройства РЛС, так как позволяют судоводителю в зависимости от условий плавания выбрать такой режим, который наилучшим образом соответствует решаемой задаче.

3. Заключение

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

— судовой РЛС является незаменимым средством обеспечения навигационной безопасности мореплавания;

— выработаны рекомендации для судоводителей по использованию судовой РЛС, в части касающейся видов ориентации радиолокационного изображения.

4. Список литературы

- [1] Песков, Ю. А. Практическое пособие по использованию САРП / Ю. А. Песков. — М. : Транспорт, 1995. — 224 с.
- [2] Демиденко, П. П. Судовые радиолокационные и радионавигационные системы : учеб. пособие / П. П. Демиденко. — Одесса : Феникс, 2009. — 372 с.

EXPERIMENTAL STUDIES OF TYPES OF ORIENTATION OF A SHIP'S RADAR

Palaei S. V.¹, Palaei I. S.¹, Lukichev V. A.²

Scientific adviser: Palaei S. V.

¹Sevastopol State University, Russia

²Nahimov Black Sea Higher Naval School, Russia

Abstract — The study of the types of orientation of the ship's radar was carried out. Recommendations on the choice of radar operating modes in various navigation conditions are compiled based on the results of practical tests.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В АКВАТОРИЯХ

Афонин И. Л., Иевлев К. В., Голосова Н. Ю.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Афонин И. Л.
Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: kostya-ievlev@yandex.ru

Аннотация — Разработана система позволяющая обеспечить своевременную и надежную передачу метеорологических данных в акваториях порта. Самоорганизующиеся mesh-сети обеспечивают необходимую скорость передачи метеорологических данных и требуемую надежность.

1. Введение

При швартовке крупнотоннажных судов, учитывая их габариты и большую массу, необходимо принимать особые меры предосторожности как при выполнении маневрирования, так и в момент выполнения первого контакта судна с причалом. В результате того, что в большинстве случаев размеры таких судов оказываются соизмеримы с размерами акватории маневрирования, последнее происходит в очень стесненных условиях. Из-за значительной инерционности судов изменение их параметров движения происходит медленно и требует больших усилий [1].

2. Основная часть

Методом для расчетов промежуточных точек поверхностей выбрана ABOS (Approximation Based On Smoothing) интерполяция, как наиболее оптимальная для расчета неравномерно распределенных точек трехмерного пространства. Данный метод широко используется в геологии, географии, метеорологии и других областях, в которых имеется необходимость построения разного рода карт.

Для примера использовано расположение буйев с координатами бухты порта в городе Новороссийск и в качестве интерполируемого параметра взята скорость ветра в м/с.

Входные значения — охват акватории системой из трех буйев:

- буй №1 — 44.68°N 037.81°E 7.2 м/с;
- буй №2 — 44.72°N 037.79°E 7.8 м/с;
- буй №3 — 44.67°N 037.88°E 6.7 м/с.

В данном случае расположение буйев представляет собой треугольную геометрическую фигуру и подбирается таким образом, чтобы охват интересующей нас акватории был по возможности максимальным. На рис. 1 показана 3D модель построения гидрометеорологического поля с тремя буйами.

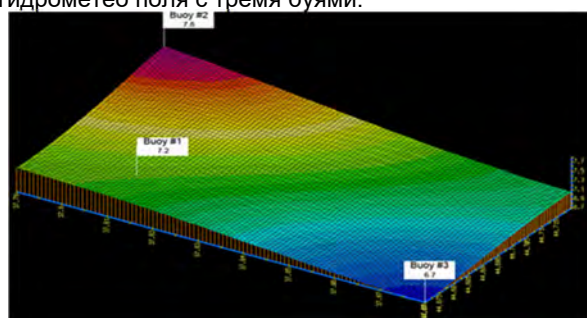


Рис. 1

В следующем примере рассмотрен вариант расстановки четырех буйев. В этом случае получаем дополнительную опорную точку для расчетов, то есть прирост к точности интерполяции. Но ввиду особенностей протяженности акватории или местности можем получить небольшой выигрыш. Для наглядности использована та же акватория, что и в первом примере.

Входные значения — охват акватории системой из четырех буйев:

- буй №1 — 44.68°N 037.81°E 7.2 м/с;
- буй №2 — 44.72°N 037.79°E 7.8 м/с;
- буй №3 — 44.72°N 037.85°E 7.5 м/с;
- буй №4 — 44.67°N 037.88°E 6.7 м/с.

На рис. 2 показана 3D модель построения гидрометеорологического поля с четырьмя буйами.

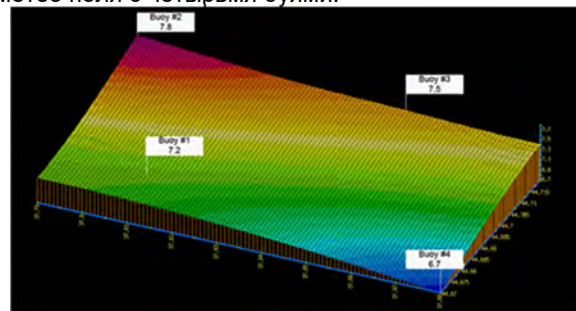


Рис. 2

На рис. 3 показано сопоставление карты Цемесской бухты с цветовой картой математической модели.

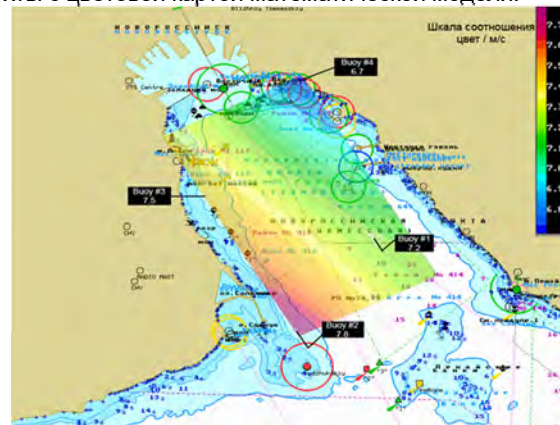


Рис. 3

3. Заключение

Таким образом, исходя из результатов работы видно, что дополнительный буй изменяет структуру рассчитываемого поля и повышает точность. Но в данном случае мы не можем говорить о, своего рода, критической точности для дальнейшего применения системы из четырех буйев в интересующей нас акватории.

4. Список литературы

- [1] Всемирная метеорологическая организация. Руководство по морскому метеорологическому обслуживанию. — 2018. — ISBN 978-92-63-40471-8, Женева, Швейцария.

SYSTEM FOR MONITORING METEOROLOGICAL CONDITIONS IN WATER AREAS

Afonin I. L., Ievlev C. V., Golosova N. Y.

Scientific adviser: Afonin I. L.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A system is designed to ensure timely and reliable transmission of meteorological data in the port waters. Self-organizing mesh networks provide the required speed of transmission of meteorological data and the required reliability.

ОПЫТ РАСЧЁТА СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОЙ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ

Дегтярев А. Н., Бахтина Е. А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Дегтярев А. Н.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: degtyaryov1966@yandex.ru

Аннотация — Показано, что дистанционная передача энергии в настоящее время нецелесообразна.

1. Введение

В настоящее время сложилось впечатление, что «наука может всё». Примером указанного заблуждения является утверждение о том, что можно «безнаказанно» передавать энергию от источника к беспилотному летательному аппарату путём излучения.

Авторы хотели показать, что есть некоторые условия, которые должен выполнять любой разработчик радио- и электрооборудования. Прежде всего, эти условия связаны с ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬЮ.

2. Основная часть

Рассчитаем мощность, потребляемую беспилотным летательным аппаратом (БПЛА) DJI Mini 2.

БПЛА имеет следующие характеристики [1]:

- геометрические размеры: 245×289×56 мм;
- дальность полета: 6000 м;
- максимальная высота полета: 4000 м;
- диапазон рабочих частот: 2,4—2,4835 ГГц;
- время полета от полного заряда 30 минут;
- энергоёмкость аккумулятора: 17,32 Вт·ч.

Потребляемая БПЛА постоянная мощность равна

$$P_{\text{вт}} = \frac{17,32}{30 \cdot 60} = 9,62 \cdot 10^{-3} \text{ Вт.}$$

С учетом коэффициента полезного действия выпрямителя $\eta = 0,9$ мощность на входе приёмника БПЛА определяется как

$$P_b = \frac{P_{\text{вт}}}{\eta} = \frac{9,62 \cdot 10^{-3}}{0,9} = 10,7 \text{ мВт.}$$

Мощность излучения передающей антенны P_a согласно уравнению дальности радиосвязи равна

$$P_a = \frac{P_b}{G_a G_b \left(\frac{\lambda}{4\pi L} \right)^2 v^2}, \quad (1)$$

где G_a и G_b — коэффициенты усиления передающей и приёмной антенн соответственно; λ — длина волны излучения; L — длина трассы; v — множитель ослабления излучения на трассе.

Габариты приёмной антенны ограничены размерами БПЛА. Примем длину волны, равной $\lambda = 30$ см.

Частота электромагнитного излучения равна

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{30 \cdot 10^{-2}} = 1 \cdot 10^9 \text{ Гц,}$$

где c — скорость света.

Выбор частоты излучения для передачи энергии в 1 ГГц обеспечивает хорошую электромагнитную совместимость энергосистемы БПЛА с его бортовой аппаратурой передачи данных, работающей в диапазоне частот 2,4—2,4835 ГГц.

В качестве приёмной антенны будем использовать проволочную антенну типа HB9CV, имеющую малую массу [2].

Ориентировочный расчёт с помощью программы [2] даёт коэффициент усиления приёмной антенны

$$G_b = 6,5 \text{ дБ (или 4,5),}$$

Пусть передающая антенна является зеркальной параболической антенной. Примем длину трассы равной $L = 1000$ м. Будем считать, что множитель ослабления излучения на трассе равен $v = 1$.

Коэффициент усиления параболической антенны вычисляется согласно формуле [2]

$$G_a = 10 \lg \left[k \left(\frac{\pi D}{\lambda} \right)^2 \cos \Phi \right],$$

где D — диаметр антенны; k — коэффициент использования поверхности антенны; Φ — угол прихода волны от облучателя (примем $k = 0,55$, $\Phi = 0^\circ$).

В таблице 1 приведены результаты расчётов значений P_a (согласно (1)), G_a , D и ширины $\Delta\theta$ диаграммы направленности антенны по уровню -3 дБ с помощью калькулятора [2].

Таблица 1

P_a , кВт	17,392	7,8	4,4	2,8	1,9	1,4	1,1
G_a	239,9	537	955	1513,6	2187,8	2951,2	3890,5
D , м	2	3	4	5	6	7	8
$\Delta\theta$, град	10,4	6,9	5,2	4,1	3,5	3	2,6

3. Заключение

Для того, чтобы обеспечить на входе приёмника полезную мощность 10,7 мВт на дальности 1 км необходимо излучать мощность 1,1 кВт на частоте 1 ГГц. Антенна передатчика имеет диаметр 8 м.

Такую систему изготавливать нецелесообразно.

4. Список литературы

- [1] Квадрокоптер DJI Mini 2 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.djimsk.ru/catalog/products/mavic/dji_mini_2/kvadrokofter_dji_mini_2.html.
- [2] Онлайн расчёт антенны HB9CV - 3G-aerial [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://3g-aerial.biz/onlajn-raschety/raschety-antenn/raschet-antennyy-hb9cv>.

EXPERIENCE OF REMOTE ENERGY TRANSMISSION SYSTEM CALCULATION

Degtyaryov A. N., Bachtina E. A.

Scientific adviser: Degtyaryov A. N.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — It is shown that a remote transmission of energy is currently impractical.

СОГЛАСОВАННЫЕ ФИЛЬТРЫ НА ОСНОВЕ ЛИНЕЙНЫХ ЗВЕНЬЕВ ПЕРВОГО ПОРЯДКА

Дегтярев А. Н., Кожемякин А. С.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Дегтярев А. Н.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: degtyaryov1966@yandex.ru

Аннотация — Обосновывается структурная схема согласованного фильтра, исключающая применение узкополосных элементов.

1. Введение

Согласованные фильтры (СФ) строятся с использованием трансверсальных фильтров (ТФ) [1]. В состав ТФ входит линия задержки, которая является узкополосным устройством.

Целесообразно разработать структурную схему СФ, исключающую применение узкополосных элементов.

2. Основная часть

Будем строить СФ согласно структурной схеме, показанной на рис. 1. В этом устройстве элементы задержки заменены одинаковыми фильтрами с комплексными коэффициентами передачи, равными $K(j\omega)$.

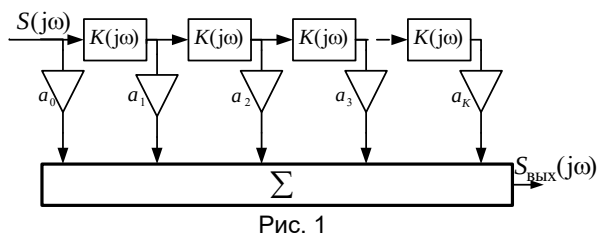


Рис. 1

Спектральная плотность выходного сигнала такого согласованного фильтра определяется как

$$S_{\text{вых}}(j\omega) = S(j\omega) \sum_{k=0}^K a_k K^k(j\omega).$$

Комплексный коэффициент передачи согласованного фильтра имеет вид

$$K_{\text{СФ}}(j\omega) = \sum_{k=0}^K a_k K^k(j\omega).$$

Очевидно, что для упрощения конструкции фильтра составляющие его звенья должны реализовываться достаточно просто.

Пусть $K(j\omega)$ является комплексным коэффициентом передачи фильтра нижних частот первого порядка, т.е.

$$K(j\omega) = \frac{1}{j\omega\tau + 1}.$$

Обратное преобразование Фурье от $K^k(j\omega)$ запишется как

$$g_k(t) = 1(t) \cdot \frac{1}{(k-1)!} \cdot \frac{1}{\tau^k} \cdot t^{k-1} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}},$$

где $1(t)$ — функция Хевисайда.

Импульсная характеристика СФ запишется как

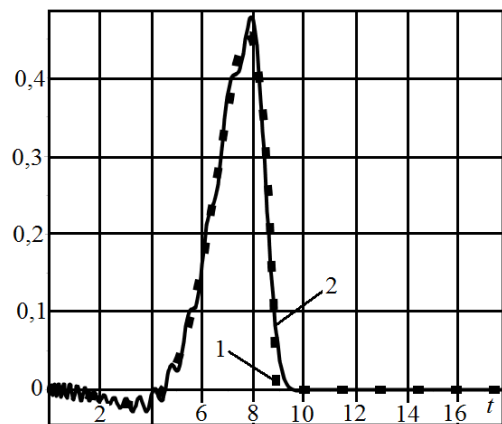
$$g_{\text{СФ}}(t) = \sum_{k=0}^K a_k g_k(t) = 1(t) e^{-\frac{t}{\tau}} \sum_{k=0}^K a_k \frac{1}{(k-1)!} \cdot \frac{1}{\tau^k} \cdot t^{k-1}, \quad (1)$$

т.е. представляет собой произведение убывающего

со временем множителя $1(t)e^{-\frac{t}{\tau}}$ на полином. Таким образом, согласно теореме Вейерштрасса, можно определить коэффициенты a_k полинома, который минимизирует средний квадрат ошибки аппроксимации функции $g_{\text{СФ}}(t)$.

В качестве примера рассмотрим случай, когда $s(t)$ представляет собой импульсную характеристику нормированного фильтра Баттерворта 2-го порядка.

Примем число слагаемых ряда, входящего в (1), равным $N = 155$; длительность сигнала $T_s = 8,89$; постоянную времени определим как $\tau = 0,05$. Результат аппроксимации импульсной характеристики согласованного фильтра показан на рис. 2.



1 — требуемая импульсная характеристики
2 — результат аппроксимации

Рис. 2

3. Заключение

В предлагаемой структурной схеме СФ элементы задержки заменены одинаковыми фильтрами нижних частот первого порядка.

4. Список литературы

- [1] Гоноровский, И. С. Радиотехнические цепи и сигналы / И. С. Гоноровский. — М.: Сов. Радио, 1971. — 672 с.

MATCHED FILTERS BASED ON FIRST-ORDER LINEAR CIRCUITS

Degtyaryov A. N., Kozhemyakin A. S.

Scientific adviser: Degtyaryov A. N.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The structural diagram of the matched filter is substantiated, which excludes the use of narrow-band elements.

ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ СИСТЕМЫ «СОГЛАСОВАННЫЙ ФИЛЬТР-КОРРЕЛЯТОР»

Дегтярев А. Н., Науменко Д. Д., Слёзкин Г. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Дегтярев А. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: degtyaryov1966@yandex.ru

Аннотация — Показано, что отношение сигнал-шум на выходе системы «согласованный фильтр-коррелятор» незначительно меньше, по сравнению с отношением на выходе классической системы.

1. Введение

Развитие систем передачи информации с шумоподобными сигналами приводит к необходимости рассматривать функциональные пространства, в которых описываются корреляционные функции (КФ) сигналов. Введение координатных функций позволит повысить объем алфавита передаваемых сигналов, и, следовательно, скорость передачи информации.

Использование предложенной [1] в процедуры ортогонализации позволяет создать систему, приемная часть которой представляет собой систему «согласованный фильтр-коррелятор».

Целесообразно определить, как изменяется отношение сигнал-шум на выходе рассматриваемой системы, по сравнению с классическим вариантом, содержащим либо коррелятор, либо согласованный фильтр.

2. Основная часть

Пусть система состоит из согласованного фильтра (СФ) и подключенного к его выходу коррелятора (К). На вход СФ, согласованного с сигналом $s(t)$, поступает аддитивная смесь $s(t)$ и реализации белого шума $n(t)$. СФ имеет импульсную характеристику $g(t)$ и квадрат модуля комплексного коэффициента передачи $K^2(\omega)$, равный квадрату модуля спектральной плотности сигнала $S^2(\omega)$. Выходной сигнал СФ записывается следующим образом

$$z(t) = \int_{-\infty}^{\infty} [s(\tau) + n(\tau)]g(t - \tau)d\tau = R_s(t) + x(t),$$

где $R_s(t) = \int_{-\infty}^{\infty} s(\tau)g(t - \tau)d\tau$ — КФ сигнала;

$x(t)$ — помеха на выходе согласованного фильтра.

Пусть на входе СФ действует дельта-коррелированный белый шум со спектральной плотностью мощности вида $W(\omega) = \frac{N_0}{2}$. Спектральная плотность мощности помехи $W_X(\omega)$ на выходе СФ запишется как

$$W_X(\omega) = \frac{N_0}{2} S^2(\omega).$$

КФ $R_X(t)$ помехи $x(t)$ имеет вид

$$R_X(t) = \frac{N_0}{2} R_S(t).$$

Отношение сигнал-шум в отсчётный момент времени имеет вид

$$\rho_0 = \sqrt{2E_S / N_0},$$

где E_S — энергия сигнала.

Поскольку $E_S = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S^2(\omega)d\omega$, то

$$\rho_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S^2(\omega)d\omega}{N_0}}.$$

Дисперсия помехи на выходе системы равна

$$D_y = \frac{1}{2\pi} \frac{N_0}{2} \int_{-\infty}^{\infty} S^6(\omega)d\omega.$$

Отсчётное значение сигнала на выходе системы равно

$$E_R = \int_{-\infty}^{\infty} R_S^2(t)dt = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S^4(\omega)d\omega.$$

Отношение сигнал/шум на выходе системы равно

$$\rho = \frac{E_R}{\sqrt{D_y}} = \frac{\frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S^4(\omega)d\omega}{\sqrt{\frac{1}{2\pi} \frac{N_0}{2} \int_{-\infty}^{\infty} S^6(\omega)d\omega}}.$$

На основании неравенства Буняковского-Шварца получаем, что $\frac{\rho}{\rho_0} \leq 1$. Если сигнал равен импульс-

ной характеристике нормированного фильтра Баттерворта n -го порядка, то

$$\frac{\rho}{\rho_0} = \frac{\sqrt{2(2n-1)}}{\sqrt{8n^2 - 6n + 1}}.$$

Если $n = 5$, то $\frac{\rho}{\rho_0} \approx 0,973$.

3. Заключение

На выходе системы «согласованный фильтр-коррелятор» отношение сигнал-шум незначительно меньше, по сравнению с отношением на выходе согласованного фильтра или коррелятора.

4. Список литературы

- [1] Дегтярев, А. Н. Ортогонализация функций и повышение помехоустойчивости высокоскоростных систем передачи информации / А. Н. Дегтярев. — М.: Инфра-М, 2015. — 152 с.

NOISE IMMUNITY OF "MATCHED FILTER-CORRELATOR" SYSTEM

Degtyaryov A. N., Naumenko D. D., Slyozkin G. V.
Scientific adviser: Degtyaryov A. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — It is shown that the signal-to-noise ratio at the output of the "matched filter-correlator" system is slightly less than the ratio at the output of the classical system.

СОГЛАСОВАННЫЕ ФИЛЬТРЫ НА ОСНОВЕ ЛИНЕЙНЫХ ЗВЕНЬЕВ ВТОРОГО ПОРЯДКА

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

Аннотация — Обосновывается структурная схема фильтра, согласованного с полосовым сигналом.

1. Введение

Согласованные фильтры (СФ) строятся с использованием трансверсальных фильтров (ТФ) [1]. В состав ТФ входят узкополосные линии задержки, применение которых не всегда оправдано. В работе [2] обоснована структурная схема фильтра, согласованного с видеосигналом, в которой линия задержки заменена на каскадное соединение фильтров нижних частот первого порядка.

Целесообразно разработать структурную схему фильтра, согласованного с полосовым сигналом, исключая применение линий задержки.

2. Основная часть

Будем строить СФ согласно структурной схеме, показанной на рис. 1. В этом устройстве элементы задержки заменены одинаковыми звеньями второго порядка с комплексными коэффициентами передачи, равными $K(j\omega)$.

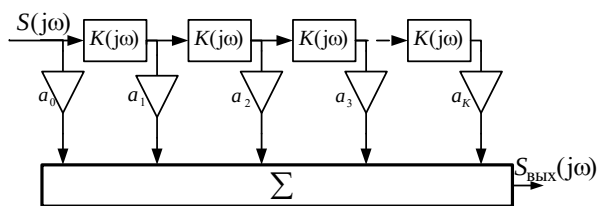


Рис. 1

Передаточная функция каскадного соединения k звеньев определяется как [1]

$$K_k(p) = \frac{1}{(p-b_1)^k (p-b_2)^k} = \sum_{j=1}^k \left\{ \frac{A_{1j}}{(p-b_1)^{k-j+1}} + \frac{A_{2j}}{(p-b_2)^{k-j+1}} \right\}, \quad (1)$$

где b_1 и b_2 — полюсы передаточной функции звеньев второго порядка, которые являются комплексно сопряженными,

$$A_{1j} = \frac{1}{(j-1)!} \left[\frac{d^{j-1}}{dp^{j-1}} \frac{1}{(p-b_2)^k} \right]_{p=b_1}, \quad (2)$$

$$A_{2j} = \frac{1}{(j-1)!} \left[\frac{d^{j-1}}{dp^{j-1}} \frac{1}{(p-b_1)^k} \right]_{p=b_2}. \quad (3)$$

Взятие производных в выражениях (2) и (3) даёт

$$A_{1j} = \frac{(-1)^{j-1}}{(j-1)!} \cdot \frac{1}{(b_1-b_2)^{k+j-1}} \cdot \prod_{n=k}^{k+j-2} n. \quad (4)$$

$$A_{2j} = \frac{(-1)^{j-1}}{(j-1)!} \cdot \frac{1}{(b_2-b_1)^{k+j-1}} \cdot \prod_{n=k}^{k+j-2} n. \quad (5)$$

Импульсную характеристику каскадного соединения k звеньев определим, взяв обратное преобразо-

вание Лапласа от выражения (1) с учетом (4) и (5). Получаем

$$g_k(t) = 1(t) \sum_{j=1}^k \left\{ \frac{(-1)^{j-1}}{(j-1)!} \cdot \frac{e^{b_1 t}}{(b_1-b_2)^{k+j-1}} \cdot \frac{t^{k-j}}{(k-j)!} \prod_{n=k}^{k+j-2} n + \frac{(-1)^{j-1}}{(j-1)!} \cdot \frac{e^{b_2 t}}{(b_2-b_1)^{k+j-1}} \cdot \frac{t^{k-j}}{(k-j)!} \prod_{n=k}^{k+j-2} n \right\}. \quad (6)$$

Поскольку b_1 и b_2 являются комплексно сопряженными, то можно записать

$$b_1 = \sigma + j\omega, \quad (7)$$

$$b_2 = \sigma - j\omega. \quad (8)$$

После преобразований (6) с учётом (7) и (8) импульсная характеристика k звеньев запишется как

$$g_k(t) = 1(t) e^{\sigma t} \sum_{j=1}^k \frac{2 \cdot (-1)^{j-1} \prod_{n=k}^{k+j-2} n}{(j-1)! (k-j)! (2\omega)^{k+j-1}} \cdot t^{k-j} \times \left\{ \frac{e^{j\omega t} + (-1)^{k+j-1} e^{-j\omega t}}{2 \cdot j^{k+j-1}} \right\}, \quad (9)$$

где j — мнимая единица.

Импульсная характеристика СФ имеет вид

$$g_{C\Phi}(t) = \sum_{n=1}^k a_n g_n(t). \quad (10)$$

Из (9, 10) следует, что $g_{C\Phi}(t)$ представляет собой сумму произведений экспоненты $e^{\sigma t}$ на $\sin \omega t$ или $\cos \omega t$ и полинома. Таким образом, согласно теореме Вейерштрасса можно определить коэффициенты a_n полинома, который минимизирует средний квадрат ошибки аппроксимации функции $g_{C\Phi}(t)$.

3. Заключение

В предлагаемой структурной схеме СФ элементы задержки заменены одинаковыми фильтрами второго порядка.

4. Список литературы

- [1] Гоноровский, И. С. Радиотехнические цепи и сигналы / И. С. Гоноровский. — М.: Сов. Радио, 1971. — 672 с.
- [2] Дегтярев, А. Н. Синтез согласованных фильтров [Электронный ресурс] / А. Н. Дегтярев, И. Л. Афонин, А. Л. Поляков, А. С. Кожемякин // Журнал радиоэлектроники. — 2021. — № 4. — Режим доступа: <http://jre.cplire.ru/jre/apr21/9/text.pdf>.

MATCHED FILTERS BASED ON SECOND-ORDER LINEAR CIRCUITS

Degtyaryov A. N., Shevchenko E. S., Kozhemyakin A. S.
 Scientific adviser: Degtyaryov A. N.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The structural scheme of a filter matched with a bandpass signal is justified.

ВЫБОР АЛГОРИТМА ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ПО МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИНИМАЛЬНОЙ СОВОКУПНОСТИ ПАРАМЕТРОВ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Маврин С. А., Маврин А. С.

Научный руководитель: канд. техн. наук Маврин С. А.

Черноморское высшее военно-морское училище имени П.С.Нахимова, Россия,

E-mail: mavriny@mail.ru

Аннотация — В работе предложена методика по определению минимальной совокупности параметров для контроля технического состояния сложных технических систем (СТС).

2. Основная часть

Рассмотрим пример синтеза оптимальных алгоритмов диагностирования СТС с использованием информационного подхода [1].

Пусть СТС имеет функциональную модель, изображённую на рис. 1. Отказ ЗРК может произойти вследствие отказа одного из составляющих элементов.

При этом $p = 0,9$, $q = 0,1$, $D_3 = 0,99$, $D = 0,89$, $F = 0,05$.

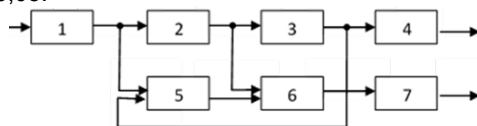


Рис. 1

Вероятностные характеристики безотказности элементов СТС для этапов нормальной эксплуатации и старения, рассчитанные по результатам выполнения Π_i -х проверок ($i = \overline{1,7}$), представлены в таблице 1.

Таблица 1

Номер элемента	Вероятность выполнения i -й проверки, P_i	Вероятность отказа i -го элемента, Q_i	Условная вероятность безотказной работы i -го элемента, $P(y_i/0)$	Условная вероятность отказа i -го элемента, $P(y_i/1)$
1	2	3	4	5
Этап нормальной эксплуатации				
1	0,9705	0,0295	0,2301	0,1412
2	0,9608	0,0392	0,3054	0,1398
3	0,9901	0,0099	0,0774	0,1440
4	0,9852	0,0148	0,1159	0,1433
5	0,9901	0,0099	0,0774	0,1440
6	0,9901	0,0099	0,0774	0,1440
7	0,9852	0,0148	0,1159	0,1433
Этап старения				
1	0,7409	0,2591	0,2248	0,1267
2	0,6704	0,3296	0,2859	0,1146
3	0,9049	0,0951	0,0825	0,1547
4	0,8608	0,1392	0,1208	0,1472
5	0,9049	0,0951	0,0825	0,1547
6	0,9049	0,0951	0,0825	0,1547
7	0,8608	0,1392	0,1208	0,1472

Соответствующие значения условных вероятностей получены с использованием формул полной вероятности [2, 3]. Используя предложенный подход, определим минимальную совокупность контролируемых элементов (параметров). Для этого воспользуемся соотношениями (2—4) из [1].

Первоначально процесс выбора контролируемых элементов (параметров) представляется последовательностью проверок с известными вероятностными характеристиками безотказности и рассчитанными информационными характеристиками составных частей СТС.

При оптимизации варьировались расстановка и количество контролируемых элементов (параметров) с учётом построения функциональной модели СТС. Ограничение накладывалось на число контролируе-

мых элементов M в соответствии с условием $M < N$, где $N = 7$.

Полученные результаты для соответствующих последовательностей контролируемых элементов в виде зависимостей

$$I_0(D) = q \cdot I_1(D) + p \cdot I_0(D),$$

$$I_{0\gamma}(D) = q \cdot I_{1\gamma}(D) + p \cdot I_{0\gamma}(D),$$

показаны на рис. 2.

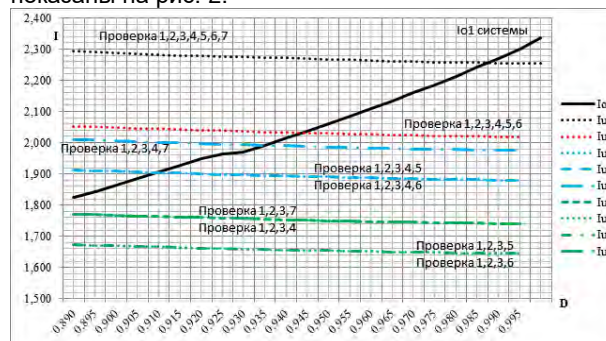


Рис. 2

3. Заключение

Полученные результаты свидетельствуют, что при данных условиях для определения технического состояния СТС минимальное количество контролируемых параметров составляет 5 параметров, при этом наиболее предпочтительной последовательностью проверок будет — 1-2-3-4-7.

4. Список литературы

- [1] Маврин, С. А. Методика по определению минимальной совокупности параметров для контроля технического состояния сложных технических систем / С. А. Маврин, А.С. Маврин // Матер. конф. : «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций». — 2020. — Вып. 3. — Севастополь : Изд-во СевГУ, 2020. — С. 26—27.
- [2] Вентцель, Е. С. Теория вероятности / Е. С. Вентцель. — М. : Высшая школа, 1998. — 576 с.
- [3] Вентцель, Е. С. Теория вероятностей / Е. С. Вентцель, Л. А., Овчаров. — М. : Наука, 1969. — 366 с.

SELECTION OF A TECHNICAL DIAGNOSTIC ALGORITHM FOR THE METHOD OF DETERMINING THE MINIMUM SET OF PARAMETERS OF COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS

Mavrin S. A., Mavrin A. S.

Scientific adviser: Mavrin S. A.

Nahimov Black Sea Higher Naval School, Russia

Abstract — In the paper, a method to determine the minimum set of parameters to control the technical state of complex technical systems is proposed.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ НА ВХОДЕ ПРИЁМНИКА В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВИЯ АДДИТИВНОЙ И МУЛЬТИПЛИКАТИВНОЙ ПОМЕХ

Дегтярев А. Н., Агеев Д. С.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Дегтярев А. Н.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: degtyaryov1966@yandex.ru

Аннотация — Для повышения помехоустойчивости систем передачи информации предлагается осуществлять предварительную обработку входного сигнала приёмника.

1. Введение

В условиях аддитивной и мультипликативной помех эффективным является разнесённый приём [1]. Однако он технически сложно реализуется.

Целесообразно разработать метод предварительной обработки входного сигнала приёмника, повышающий помехоустойчивость системы.

2. Основная часть

На вход приёмника поступает смесь $x(t)$ сигнала $s(t)$ и реализаций мультипликативной $\xi(t)$ и аддитивной $n(t)$ помех

$$x(t) = s(t)\xi(t) + n(t). \quad (1)$$

Обработка $x(t)$ описывается преобразованием

$$\int_T x(t)R(t, \tau)dt = z(\tau), \quad (2)$$

где T — длительность $x(t)$; $R(t, \tau)$ — ядро преобразования; $z(\tau)$ — реализации выходного случайного процесса. Потребуем, чтобы математическое ожидание $z(\tau)$ было равно $s(\tau)$, а дисперсия была бы минимальной.

Математическое ожидание имеет вид

$$m(\tau) = M \left\{ \int_T [s(t)\xi(t) + n(t)]R(t, \tau)dt \right\} = s(\tau), \quad (3)$$

где $M\{\cdot\}$ — оператор математического ожидания.

Дисперсия запишется как

$$\sigma^2(\tau) = D \left\{ \int_T [s(t)\xi(t) + n(t)]R(t, \tau)dt \right\} = \min, \quad (4)$$

где $D\{\cdot\}$ — оператор взятия дисперсии.

Таким образом, поставленная цель достигается путем определения ядра $R(t, \tau)$, которое минимизирует $\sigma^2(\tau)$ при условии выполнения равенства (3).

Пусть $n(t)$ — стационарный случайный процесс, и $M\{n(t)\} = 0$. Тогда из (3) получаем

$$m(\tau) = \int_T s(t)M\{\xi(t)\}R(t, \tau)dt.$$

Если $\xi(t)$ — стационарный случайный процесс, и $M\{\xi(t)\} = c$, то выражение (3) преобразуется к виду

$$m(\tau) = c \int_T s(t)R(t, \tau)dt = s(\tau).$$

Будем искать $R(t, \tau)$ в виде

$$R(t, \tau) = \rho(t) \sum_{n=1}^N \varphi_n(t)\varphi_n(\tau),$$

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

В этом случае справедливо

$$s(t) = \sum_{n=1}^N \beta_n \varphi_n(t),$$

где β_n — коэффициенты Фурье.

Вес $\rho(t)$ будем искать в виде

$$\rho(t) = \sum_{k=1}^K \alpha_k \psi_k(t),$$

где α_k — неизвестные коэффициенты; $\psi_k(t)$ — задаваемые линейно независимые функции.

Преобразовываем правую часть (4) и получаем

$$\begin{aligned} \sigma^2(\tau) = & \int_T \int_T \left[\sum_{n=1}^N \beta_n \varphi_n(t) \sum_{n=1}^N \beta_n \varphi_n(\tilde{t}) B_{\xi\xi}(t, \tilde{t}) + \right. \\ & + \sum_{n=1}^N \beta_n \varphi_n(t) B_{\xi n}(t, \tilde{t}) + \sum_{n=1}^N \beta_n \varphi_n(\tilde{t}) B_{n\xi}(t, \tilde{t}) + \\ & \left. + B_{nn}(t, \tilde{t}) \right] R(t, \tau) R(\tilde{t}, \tau) dt d\tilde{t} - \frac{1}{c^2} \left\{ \sum_{n=1}^N \beta_n \varphi_n(t) \right\}^2, \quad (5) \end{aligned}$$

где $B_{\xi\xi}(t, \tilde{t})$ — автокорреляционная функция мультипликативной помехи; $B_{\xi n}(t, \tilde{t})$ и $B_{n\xi}(t, \tilde{t})$ — взаимные корреляционные функции мультипликативной и аддитивной помех; $B_{nn}(t, \tilde{t})$ — автокорреляционная функция аддитивной помехи.

3. Заключение

Минимизация (5) проводится путем определения коэффициентов α_k , входящих в $\rho(t)$.

В [2] обосновывается структурная схема рассматриваемого устройства.

4. Список литературы

- [1] Зюко, А. Г. Теория передачи сигналов / А. Г. Зюко, Д. Д. Кловский, М. В. Назаров, Л. М. Финк. — М.: Связь, 1980. — 288 с.
- [2] Дегтярев, А. Н. Каналоформирующие фильтры на основе гильбертовых преобразований с воспроизводящим ядром / А. Н. Дегтярев // Вісник СевНТУ. Сер. Інформатика, електроніка, зв'язок. — 2012. — № 131. — С. 194 — 201.

PRE-PROCESSING OF SIGNALS AT THE RECEIVER INPUT UNDER THE CONDITIONS OF ADDITIVE AND MULTIPLICATIVE INTERFERENCES

Degtyaryov A. N., Ageev D. S.

Scientific adviser: Degtyaryov A. N.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — To increase the noise immunity of information transmission systems, it is proposed to carry out preliminary processing of the input signal of the receiver.

КОГНИТИВНЫЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ SDR-ТЕХНОЛОГИЙ

Николаев К. Ю., Николаев А. К.

Научный руководитель: Николаев К. Ю.

Севастопольское высшее военно-морское училище имени П. С. Нахимова, Россия

E-mail: konsta-niko@yandex.ru

Аннотация — В работе рассмотрены особенности когнитивных систем связи на основе SDR-технологий и перспективы их применения.

1. Введение

Повсеместное внедрение беспроводных телекоммуникационных систем и широкое использование радиоустройств различного назначения ставит перед современным обществом ряд задач, требующих решения в ближайшем будущем. Исследования, проводимые различными организациями, например такими как FAC USA (Федеральная комиссия связи), свидетельствуют о том, что спектр, являющийся достаточно ограниченным естественным ресурсом, используется с очень низкой эффективностью, несмотря на то что практически весь частотный диапазон жестко распределен и лицензирован. Поэтому, задача повышения коэффициента использования радиочастотного спектра становится очень актуальной. Такой высокий уровень востребованности и дефицит радиочастотного спектра и определяют острую необходимость отработки различных подходов и технологических решений.

2. Основная часть

Одним из подходов решения данной проблемы является использование механизма динамического управления, который позволяет вторичным пользователям, не закрепленным за конкретным частотным диапазоном, передавать информацию в диапазоне первичных пользователей в то время, когда этот диапазон свободен от штатной загрузки их передающих устройств. Примером движения в этом направлении стало введение стандарта IEEE 802.22 в 2011 г., работающего в диапазоне 54—698 МГц, до этого времени, используемого для вещания аналогового телевидения и позволяющего при помощи одной базовой станции, передавать данные в радиусе до 100 км, не создавая при этом проблем другим станциям телевизионного вещания. Однако необходимо учесть, что механизм динамического управления спектром технически очень сложен и его применение возможно только в интеллектуальных радиосистемах, отличительной особенностью которых является возможность извлечения, анализа и фиксации информации из радиосреды, прогнозирования изменений параметров канала связи и его адаптация к изменяющимся характеристикам среды распространения радиоволн, помеховой обстановке и загрузке частотного диапазона. Подобные интеллектуальные радиосистемы описаны Д. Митолой в 1995—2000 гг., им же введен и термин «когнитивное радио» (Cognitive Radio, CR) [1]. Свойство когнитивности применительно к радиосистеме, обозначает способность данной системы решать задачи — мониторинга спектра (для обнаружения не задействованных в данное время частотных полос), анализа параметров радиоканала с получением передаваемой информации и прогнозированием состояния радиоканала, контроля уровня излучаемой мощности и управления процессом динамического распределения частот, а также выбор приоритета сообщений, а именно —

передача наиболее актуальных данных в первую очередь, а менее важных — позднее.

Выполняющая данные функции CR-система, приобретает структуру, показанную на рис. 1.

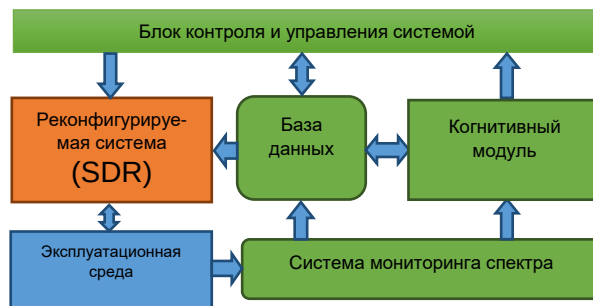


Рис. 1

3. Заключение

Целесообразность создания подобных систем становится очевидной при бурном росте возможностей цифро-аналоговых (Digital-Analog Converter, DAC) и аналого-цифровых (Analog-Digital Converter, ADC) конвертеров, в частности, динамического диапазона и высокой частоты дискретизации, необходимых для вычленения сигналов в полосе частот и отсеивания сигналов вне полосы. Все это делает повсеместный переход к архитектуре SDR неизбежным.

4. Список литературы

- [1] Митола, Дж. Архитектура программного обеспечения радио / Дж. Митола // IEEE Commun. Mag. — 1995. — Т. 33. — № 5. — С. 26—38.

COGNITIVE COMMUNICATION SYSTEMS BASED ON SDR TECHNOLOGIES

Nikolaev K. Yu., Nikolaev A. K.

Scientific adviser: Nikolaev K. Yu.

Nahimov Black Sea Higher Naval School, Russia

Abstract — The features of cognitive communication systems based on SDR technologies and the prospects for their application are considered.

РАДИОЛОКАЦИОННЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИИ ОБЪЕКТА

Краснов Л. М., Миронов А. Ф., Кацыка А. Д., Корницкий Г. А., 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 — Предложен метод анализа доплеровского процесса во временной области.

1. Введение

В настоящее время особый интерес представляют методы анализа отраженных доплеровских сигналов большой длительности. В известных работах [1, 2] для анализа параметров движения используется метод измерения временной задержки сигнала.

Предлагается альтернативный подход, основанный на анализе доплеровского процесса во временной области.

2. Основная часть

Основная идея метода поясняется с помощью рис. 1.

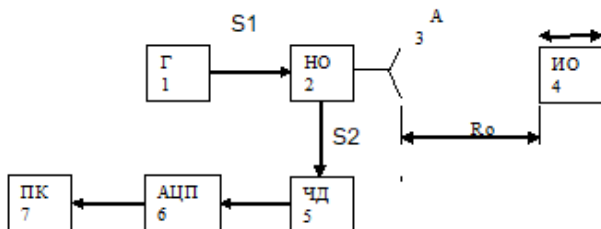


Рис. 1

Генератор 1 вырабатывает на частоте ω_0 зондирующий радиосигнал постоянной амплитуды A_1

$$S_1(t) = A_1 \cos \omega_0 t,$$

который через направленный ответвитель 2 поступает на антенну 3. Антенна излучает в направлении исследуемого объекта 4 радиоволну

$$H_1 = H_{10} e^{i(\omega_0 t)}.$$

Среднее положение объекта 4 находится на расстоянии R_0 от антенны и характеризуется вибрационным перемещением относительно антенны с амплитудой x_m по гармоническому закону

$$x(t) = x_m \cos \frac{2\pi}{T} t,$$

где x_m и T — амплитуда и период вибрации объекта, пример которого показан на рис. 2, а.

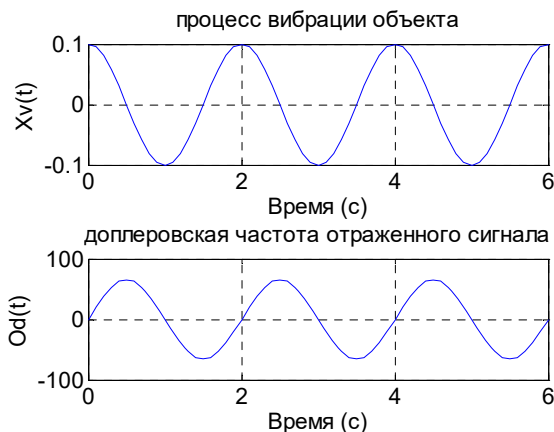


Рис. 2

Отраженная от объекта радиоволна на входе антенны имеет вид

$$H_2 = H_{20} e^{i[\omega_0 t - 2kr(t)]}, \quad (1)$$

где k — фазовая постоянная; $r(t)$ — текущее расстояние от антенны до вибрирующей поверхности радиолокационного объекта, при чем,

$$r(t) = R_0 + x_m \cos \frac{2\pi}{T} t, \quad (2)$$

где $R_0 = \text{const}$.

Отраженный сигнал (1) в апертуре антенны с учетом соотношения (2), можно переписать в виде

$$H_2 = H_{20} e^{i[\omega_0 t - 2k(R_0 + x_m \cos \frac{2\pi}{T} t)]} = H_{20} e^{i\varphi(t)},$$

В антенне отраженный сигнал преобразуется в физический сигнал

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

$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \frac{d\varphi}{dt} = f_0 + x_m \frac{4\pi}{\lambda T} \sin \left(\frac{2\pi}{T} t \right). \quad (3)$$

Сигнал $S_2(t)$ подается на частотный дискриминатор 5, который выделяет напряжение, пропорциональное процессу изменения доплеровской частоты

$$f_{\text{доп}}(t) = x_m \frac{4\pi}{\lambda T} \sin \left(\frac{2\pi}{T} t \right). \quad (4)$$

График изменения которого показан на рис. 2, б.

В компьютере текущая доплеровская частота анализируется, и определяются точки максимума доплеровской частоты

$$f_{\text{доп max}}(t) = x_m \frac{4\pi}{\lambda T} \quad (5)$$

и период T , равный интервалу между соседними максимумами. Затем вычисляют амплитуду вибрации объекта по формуле

$$x_m = f_{\text{доп max}} \lambda T / (4\pi).$$

3. Заключение

Предложенный метод относится к области контрольно-измерительной техники и может быть использован для измерения амплитуды и периода вибрации объекта (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] Информационные технологии в радиотехнических системах / В. А. Васин [и др.]; под ред. Федорова И. Б. — М.: Изд-во МГТУ им Баумана, 2003. — 671 с.

RADAR METHOD FOR OBJECT VIBRATION PARAMETERS MEASURING

Krasnov L. M., Mironov A. F., Katsyka A. D.,
 Kornitsky G. A., Mironov P. A.
 Scientific adviser: Krasnov L. M.

Nahimov Black Sea Higher Naval School, Russia

Abstract — A method to analyze the Doppler process in the time domain is proposed.

МЕТОДИКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Гришковец И. А., Лисенков Б. Н.

ОАО «МНИПИ», Беларусь

E-mail: irina.grishkovets22101999@gmail.com

Аннотация — Разработана методика задания последовательности измерительных тестов для автоматизированного контроля тестовых структур на полупроводниковой пластине.

1. Введение

Контроль параметров множества тестовых структур на полупроводниковой пластине проводят с помощью матричного коммутатора. Это ставит задачу формирования программы обхода тестовых структур и программ тестирования каждой из них.

2. Основная часть

Разработана методика программирования автоматизированного измерительного комплекса (АИК) в составе измерителя ИППП-1, персонального компьютера (ПК) и матричного коммутатора.

Методика реализована путем формирования на экране ПК виртуальных окон (панелей) управления АИК и включает следующие операции:

— выбор типа тестируемого элемента (диод, транзистор, и др.), в соответствии с которым на экране ПК отображается измерительная схема формируемого теста с соответствующим количеством узлов;

— задание портов матричного коммутатора, соответствующих электродам (узлам) выбранного элемента;

— установку типа испытательного и измеряемого сигнала по каждому электроду тестируемого элемента.

Элемент, выбранный из множества элементов, подсоединенных к портам коммутатора, индицируют в главном окне управления АИК с помощью дерева моделей измерения. Узлы этого элемента отображают на поле ЭЛЕМЕНТ измерительной схемы.

Для иллюстрации разработанной методики на рис. 1 показаны фрагменты главного окна управления АИК. На одном из них отображается файл (дерево) моделей измерения, а на другом — измерительная схема для тестирования биполярного транзистора (с узлами: коллектор — С, база — В и эмиттер — Е), представленная в виде таблицы.

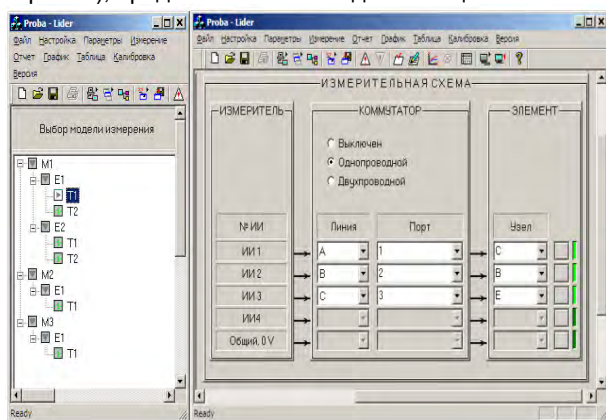


Рис. 1

На поле «Измерительная схема» показано, что:

— коммутатор подключен и измерителю ВАХ по однопроводной схеме;

— входы матричного коммутатора (А, В, С) подключены к каналам измерителя (ИИ1, ИИ2, ИИ3), соответственно;

— порты коммутатора (1, 2, 3) соединены, например, с помощью зондов или присоединительного устройства, с узлами (С, В, Е) биполярного транзистора.

Из схемы следует, что, при тестировании выбранного элемента, в матричном коммутаторе должны быть замкнуты между собой: линия А — с портом 1, линия В — с портом 2 и линия С — с портом 3.

Таким образом, измерительная схема, представленная в виде таблицы в главном окне управления, полностью определяет состояние матричного коммутатора во всех тестах выбранного элемента.

Задание значений токов и напряжений в узлах измерительной схемы (на электродах тестируемого элемента) осуществляют в окне «Настройка параметров измерения», показанном на рис. 2.

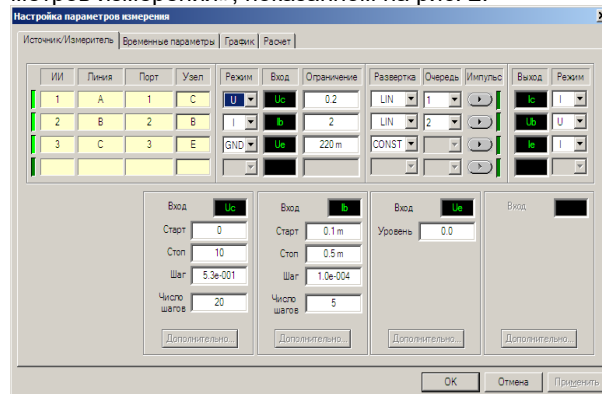


Рис. 2

3. Заключение

Предложенная методика позволяет визуально проанализировать полную измерительную схему, представленную в виде таблицы на экране ПК и определить узлы коммутатора, которые должны быть замкнуты. Это повышает оперативность формирования последовательности тестов при программировании АИК и не требует специальных знаний в области программирования.

4. Список литературы

- [1] Лисенков, Б. Н. Матричный коммутатор для измерения ВАХ и ВФХ / Б. Н. Лисенков, Н. В. Грицев // Матер. 13-й Междунар. науч.-техн. конф. «Приборостроение 2020» г. Минск, 18—20 нояб. 2020 г. — Минск : Изд-во БНТУ, 2020. — С. 72—74.

PROGRAMMING PROCEDURE FOR AUTOMATED MEASURING COMPLEX

Grishkovets I. A., Lisenkov B. N.

MNIPI, Belarus

Abstract — The technique has been developed for specifying a sequence of measurement tests for automated control of test structures on a semiconductor wafer.

ПРИМЕНЕНИЕ СПУТНИКОВЫХ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ В КОМПЛЕКСАХ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Сапожников Н. Е., Захаров А. С.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Сапожников Н. Е.

Черноморское высшее военно-морское училище имени П. С. Нахимова, Россия

E-mail: sanyok510@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрен вопрос о возможности применения спутниковых радионавигационных средств в комплексах военного назначения.

1. Введение

Дальнейшее развитие комплексов морского высокоточного оружия требует не только совершенствования системы морской космической разведки и целеуказания [1], а также применения в интересах Министерства обороны других источников информации — в том числе и спутниковых радионавигационных систем (СРНС), так как их эффективность находится в прямой зависимости от времени и качества привязки мобильных огневых комплексов, средств разведки и обеспечивающих сил к местности театра военных действий.

2. Основная часть

Спутниковая радионавигация является одним из перспективных направлений прикладной космонавтики. Она определяет качественно новый уровень координатно-временного обеспечения наземных, морских, воздушных и космических потребителей [2]. Это подтверждается такими важными преимуществами современных СРНС типа ГЛОНАСС и GPS (NAVSTAR), как глобальность рабочей зоны, неограниченная пропускная способность, скрытность, живучесть, высокая точность и непрерывность измерений пространственных координат потребителей, их скорости движения и пространственной ориентации, текущего времени и т. д. Аппаратура потребителей СРНС становится основным навигационным устройством при решении задачи определения местоположения воздушных, космических, наземных и морских потребителей [3].

В области угломерных измерений на быстропеременяющихся в пространстве и вращающихся объектах, в частности, боевой авиации, в радиолокационных и зенитных ракетных системах, существуют ощутимые проблемы в разработке методов и средств использования СРНС в качестве основного средства повышения тактико-технических параметров объектов военно-космической обороны в условиях маневренного боя.

Для решения этой проблемы в комплексах высокоточного оружия предлагается использовать следующие методы навигационных определений:

- дальномерный — основан на измерениях дальности D_i между i -м НС и потребителем;
- псевдодальномерный — определение длительности интервала между моментами времени, заданными в различных шкалах;
- разностно-дальномерный и псевдоразностно-дальномерный — основаны на измерении разности дальностей или псевдодальностей от потребителя до нескольких НС;
- псевдорадиально-скоростной;
- радиально-скоростной (доплеровский) — основан на измерении доплеровских смещений частот сигналов, принимаемых от трех НС;

— разностно-радиально-скоростной — основан в определении трех разностей дальностей двух радиальных скоростей НС;

— комбинированные — используют дополнительные измерители координат, имеющиеся у потребителя.

Применение СРНС дает ряд преимуществ:

- широкий диапазон точностей — от единиц метров до субсантиметров практически на любых расстояниях;
- производительность спутниковых технологий выше, чем в обычных технологиях в 10—15 раз;
- возможность выполнения кинематических измерений, то есть в движении;
- возможность непрерывных наблюдений;
- возможность одновременно определять три координаты;
- высокий уровень автоматизации;
- почти полная независимость от погоды;
- возможность применения информации, представленной в вероятностной форме [4].

3. Заключение

Таким образом, использование СРНС в комплексах военного назначения значительно повысит их эффективность и боевые возможности, в совокупности с уже имеющимися на вооружении Российской армии средствами.

4. Список литературы

- [1] Бычков, В. В. Система морской космической разведки и целеуказания / В. В. Бычков, В. Г. Черкашин // Морской сборник. — 2021. — Вып. 2. — М.: АО «Красная Звезда», 2021. — С. 56—62.
- [2] Тяпкин, В. Н. Методы определения навигационных параметров подвижных средств с использованием спутниковой радионавигационной системы Глонасс / В. Н. Тяпкин, Е. Н. Гарин. — Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. — 260 с.
- [3] Пичугин, С. М. Повышение точности и надежности комплекса навигационных средств обеспечения полетов с использованием обратной связи по решению навигационной задачи: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. — М., 2014. — 116 с.
- [4] Сапожников, Н. Е. Вероятностное отображение информации / Н. Е. Сапожников, Д. В. Моисеев. — Севастополь: ЧВВМУ им. П. С. Нахимова, 2018. — 294 с.

THE USAGE OF SATELLITE RADIONAVIGATION SYSTEMS IN MILITARY COMPLEXES

Sapozhnikov N. E., Zakharov A. S.

Scientific adviser: Sapozhnikov N. E.

Nahimov Black Sea Higher Naval School, Russia

Abstract — The issue of the possibility of using satellite radio navigation aids in military complexes is considered.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО И АВТОМАТИЧЕСКОГО ВОЖДЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Тыщук Ю. Н., Герасимчук К. В.

Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: gerasimchukkirill@mail.ru

Аннотация — В работе рассматриваются методы построения систем параллельного и автоматического вождения сельскохозяйственной техники, используемые для достижения максимальных качественных и количественных показателей при внедрении информационных технологий в сельское хозяйство.

1. Введение

Активное развитие и внедрение информационных технологий во все сферы производства привело к возможности значительного облегчения труда механизаторов и повышения продуктивности агропромышленного комплекса даже без увеличения площадей, отводимых под поля. Системы параллельного вождения требуют активного участия механизатора в управлении машиной по схеме «измерение текущих координат сельхозмашины — отображение отклонений от заданного маршрута на табло в кабине — вращение механизатором рулевого колеса для удержания агрегата на заданном маршруте». Полноценное автопилотирование отличается тем, что отклонения от заданной траектории вводятся непосредственно в систему управления машиной, исключая запаздывание человеческой реакции и снижая нагрузку на механизатора [1].

2. Основная часть

При построении систем параллельного вождения можно ограничиться использованием широко развёрнутых глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) ГЛОНАСС и GPS, способных обеспечить точность определения местоположения ± 30 см без использования наземных базовых станций или платных сигналов коррекции. Для развёртывания системы параллельного вождения на технике необходима установка приёмника сигнала ГНСС, вычислительного устройства, рассчитывающего отклонение текущего курса от заданного, и курсоуказателя, информирующего механизатора о необходимости внесения коррекции в текущий курс машины.

Преимущества данного метода являются:

- простота установки оборудования на любую сельскохозяйственную машину;
- доступность сигнала GPS в любой точке земной поверхности;
- отсутствие необходимости оплаты специализированных сигналов коррекции координат;
- низкие требования к повышению квалификации эксплуатирующих систему механизаторов.

Недостатками по отношению к системам с автоматическим управлением можно считать относительно высокое вероятное отклонение от маршрута (порядка ± 30 см) и необходимость задействования механизатора во внесении коррекции курса.

Для организации систем автоматического вождения также используются сигналы ГНСС, однако для нужд точного земледелия отклонение в ± 30 см является слишком большим. Добиться повышения точности определения местоположения можно несколькими способами.

Способ, не требующий применения дорогостоящих базовых станций (БС) и снижающий отклонение от маршрута до ± 15 см, заключается в применении сигналов коррекции, передаваемых специализированными спутниками, находящимися на геостационарной орбите. К сожалению, зона покрытия бесплатным корректирующим сигналом достаточно мала и едва охватывает западную часть России, однако всегда доступны платные корректирующие сигналы, покрывающие все области, пригодные для ведения сельского хозяйства [2].

Применение базовых станций, использующих технологию *Real Time Kinematic (RTK)*, позволяет снизить отклонение от маршрута до величин порядка $\pm 2,5$ см. Общий принцип технологии RTK состоит в том, что базовая станция или сеть станций с точно известными координатами принимают сигнал ГНСС, вычисляют его погрешность и рассчитывают поправки, применимые в радиусе работы конкретной станции (для стационарных станций радиус работы составляет 50 км, для мобильных станций — 5 км). Далее рассчитанный сигнал коррекции посредством радиоканала или GSM/GPRS связи передаётся на приёмник машины. Сложение координат, получаемых машиной от ГНСС, и поправки, получаемой от БС, даёт точное определение местоположения.

Стоит отметить, что помимо повышенной точности определения координат системы автоматического вождения требуют установки на машину датчиков, обеспечивающих обратную связь системы управления, и управляющих устройств, исполняемых в виде гидравлических управляющих клапанов или электрических рулевых колёс.

Главным преимуществом систем автоматического вождения является высокая точность ведения машины по маршруту, обеспечивающая минимум зон перекрытия или расхождения обрабатываемых участков, что в свою очередь минимизирует расход горюче-смазочных материалов, вносимых в почву веществ и семян, а также значительно повышает продуктивность единицы площади почвы.

3. Заключение

Становится очевидной необходимость создания высокоточных, простых в применении и при этом дешёвых систем автоматического вождения, доступных для фермерских хозяйств любых уровней развития.

4. Список литературы

- [1] Координатное земледелие / В. И. Балабанов [и др.] // Навигационные технологии в сельском хозяйстве. — 2013. — 117 с.
- [2] Решения для сельского хозяйства [Электронный ресурс] / Topcon. — Режим доступа: <https://agro.topcon.pro>.

ANALYSIS OF METHODS OF DESIGNING SYSTEMS FOR PARALLEL AND AUTOMATIC DRIVING OF AGRICULTURAL MACHINERY

Tyschuk Y. N., Gerasimchuk K. V.

Scientific adviser: Tyschuk Y. N.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the report, the methods of designing systems for parallel and automatic driving of agricultural machinery, used to achieve maximum qualitative and quantitative indicators in the implementation of information technologies in agriculture, are considered.

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ПАНЕЛИ СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ

Михайлюк Ю. П.¹, Каширин Д. А.²

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Михайлюк Ю. П.

¹Севастопольский государственный университет, Россия

²ФГУП «102 Предприятие электрических сетей» МО РФ, Россия

E-mail: YPMikhaylyuk@sevsu.ru

Аннотация — Приведены результаты разработки устройства позиционирования панели солнечной батареи с использованием многоопорной конструкции.

1. Введение

Солнечная энергетика относится к числу перспективных и быстро прогрессирующих направлений альтернативной энергетики. В [1] отмечено, что объемы энергии, генерируемые солнечными электростанциями (СЭС) и автономными СЭС в совокупности составляют более 160 ГВт и увеличивается. Солнечные батареи (СБ) — это звено СЭС, которое производит электрическую энергию (постоянный ток) под действием солнечного света фотонов, поступающих при прямом и рассеянном солнечном излучении. Общая мощность СБ и их количество зависят от необходимого количества электроэнергии в сутки. Общий КПД СЭС определяется не только типом используемой панели СБ (ПСБ), но и составом и качеством обслуживающей электроники, выбором места размещения станции, погодными условиями и ориентацией панели: наилучшие условия для генерации электроэнергии будут при ярком солнце и при ориентации ПСБ перпендикулярно солнечному свету. В докладе приводятся результаты разработки устройства позиционирования ПСБ.

2. Основная часть

На настоящее время распространены три основных способа ориентации ПСБ: ручной способ — наводка на Солнце производится оператором; пассивный способ — поворот ПСБ в течение дня производится по заданному алгоритму управления; активный способ, обеспечивающий постоянную ориентацию на максимальный поток солнечного излучения.

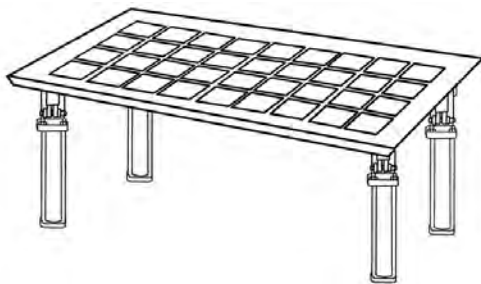


Рис. 1

В первом способе количество выработанной в течение дня энергии напрямую зависит от работы оператора [2]. Пассивные системы сложны и дороги, поскольку требуют учета в алгоритме не только постоянных параметров (географическая широта, продолжительность дня и др.), но и изменяющихся (данных метеослужбы для каждого конкретного местоположения). В отличие от пассивных систем активные ориентируют поверхность ПСБ на максимум потока солнечного излучения, что делает использование таких систем наиболее экономически целесообразным и требует минимума затрат на обслуживание.

Из устройств позиционирования получили распространение одноосевые и двухосевые трекеры

(для них характерны проблемы, связанные с ветровым воздействием) и лишенные этого недостатка многоопорные конструкции (рис. 1).

На рис. 2 показана структурная схема солнечной электроустановки (СЭУ) с многоопорным устройством позиционирования ПСБ.

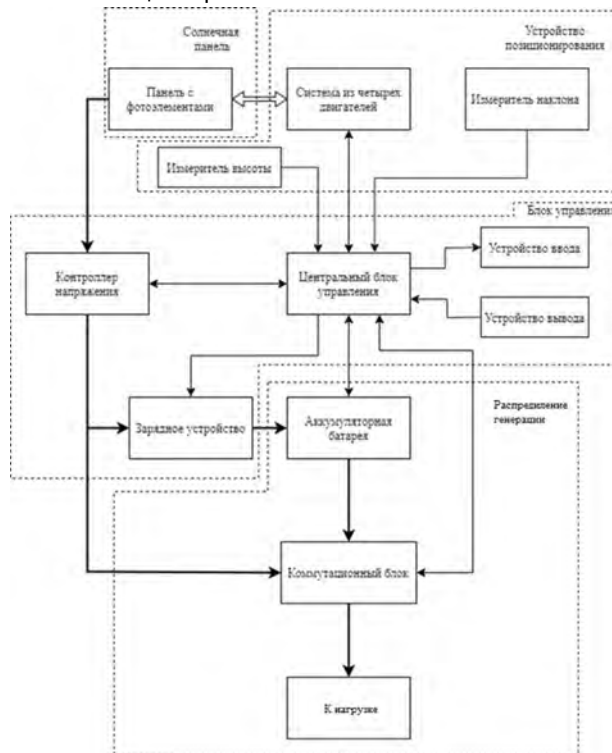


Рис. 2

3. Заключение

Разработано многоопорное устройство позиционирования ПСБ; проведены выбор и обоснование элементов структурной и принципиальной схем устройства; показано повышение эффективности СЭУ при использовании разработанного устройства.

4. Список литературы

- [1] Рынок возобновляемой энергии России: текущий статус и перспективы развития / АРВЭ — ассоциация развития возобновляемой энергетики, 2019. — 18 с.
- [2] Андреев, В. М. Фотоэлектрическое преобразование концентрированного солнечного излучения/ В. М. Андреев, В. А. Грилихес, В. Д. Румянцев. — Л. : Наука, 1989. — 310 с.

SOLAR PANEL POSITIONING DEVICE DESIGN

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

Abstract — The results of the designing of a solar panel positioning device using a multi-support structure are presented.

ПИТАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ЭНЕРГИЕЙ СВЧ

Дыбов Р. С., Широков И. Б.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: rrost7@gmail.com

Аннотация — В работе описана система питания летательных аппаратов энергией СВЧ. Данная система представляет собой схему, которая позволяет передавать и питать приборы СВЧ энергией.

1. Введение

Интерес к использованию передачи энергии по СВЧ-лучу для питания двигателей аэрокосмических летательных аппаратов обусловлен тем, что в этом случае такие аппараты могут обладать улучшенными или уникальными параметрами, так как источник энергии, потребляемой двигателем, удален от самого аппарата. Например, вертолет, питаемый энергией СВЧ, поступающей по вертикальному лучу, может служить в качестве наблюдательного пункта или пункта радиосвязи. Снабжение такого аппарата энергией по лучу может продолжаться неопределенно долго — дни, недели и даже месяцы.

2. Основная часть

Система вертолета, работающего на энергии СВЧ, в общем случае состоит из двух главных подсистем: 1) подсистемы СВЧ-луча, из которого вертолет черпает энергию, и 2) собственно вертолета, работающего на энергии СВЧ. Подсистема СВЧ-луча состоит из источника энергии СВЧ и оптической системы, фокусирующей эту энергию в узкий пучок.

Главной особенностью данной модели вертолета является объединение приемной антенны и выпрямителя. Приемная антенна должна иметь ненаправленную диаграмму, чтобы не возникали проблемы увеличения веса, связанные с необходимостью сохранения жестких допусков на размеры и надлежащей ориентацией ненаправленной антенны. Такие требования к выпрямителю и направленной антенне лучше всего можно удовлетворить, объединив выпрямитель и приемную антенну в одно устройство — ректенну. Идея ректенны заключается в том, чтобы разделить большую приемную антенну на множество малых апертур с ненаправленными свойствами и затем выпрямить независимо ВЧ-энергию, принимаемую каждой апертурой. Последующее суммирование мощности постоянного тока всех апертур позволяет получить мощность, соответствующую большой апертуре, и вместе с тем сохранить ненаправленные свойства малой апертуры. Чтобы к. п. д. ректенны был высоким, сзади неё на расстоянии $n\lambda/4$, где n — некоторое нечетное число, располагают плоский отражающий экран.

Ректенна собрана из 16 модулей, в которой диоды включены по последовательно-параллельной схеме, чтобы обеспечить напряжение и ток, необходимые для питания электродвигателя (рис. 1).

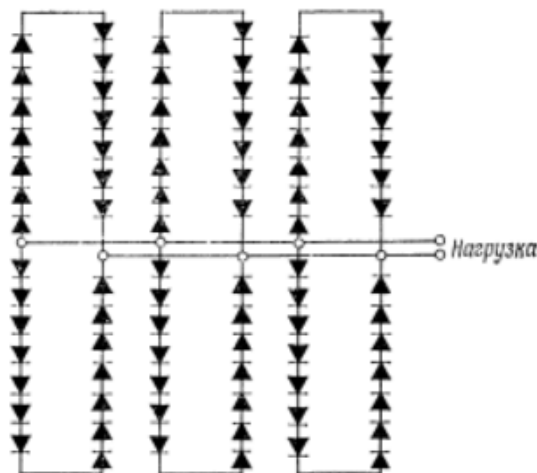


Рис. 1

Одной из привлекательных особенностей ректенны является ее очень высокая надежность. Полупроводниковые диоды, используемые для выпрямления, обладают большим сроком службы, а включены они по такой схеме, что даже выход из строя многих диодов не сильно ухудшит характеристики антенны. Вторая положительная особенность ректенны — потенциально высокий к. п. д.

3. Заключение

В рамках этой статьи описана система питания летательных аппаратов энергией СВЧ. Эта система может быть применена к космическим аппаратам, воздушным пунктам наблюдения.

SUPPLYING AIRCRAFT WITH MICROWAVE ENERGY

Dybov R. S., Shirokov I. B.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the article, the microwave power supply system for aircraft is described. This system is a circuit that allows you to transmit and to power devices with microwave energy.

ОПТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗАТОР СПЕКТРА

Ватрич А. Д., Комисаренко А. И., Начаров Д. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Щекатурин А. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: vatrach_a@mail.ru

Аннотация — Приведены результаты исследования оптического анализатора спектра радиосигнала, позволяющего проводить высокоточные спектральные измерения.

1. Введение

Исследования в области, связанной с оптикой, привели к появлению множества отраслей и организаций, которым требуются передовые оптические спектральные измерения радиосигнала. Эти отрасли включают телекоммуникации, бытовую электронику, здравоохранение, биологические науки и медицинские исследования, безопасность, зондирование, микроскопию и газовый и химический анализ, а также мониторинг окружающей среды.

2. Основная часть

Оптический анализатор радиочастотного спектра (ОАС или OSA — Optical Spectrum Analyzer) — это прецизионный прибор, предназначенный для измерения и отображения распределения мощности оптического источника в заданном диапазоне частот.

Все оптические радиочастотные (РЧ) спектральные измерения могут обеспечить эффективный анализ сверхбыстрых сигналов для контроля характеристик оптических телекоммуникационных систем, определять моды Фабри-Перо микросхем усиления и линий поглощения газа.

Традиционные спектральные методы измерения радиосигнала основаны на фотонных детектировании в сочетании с анализатором электрического спектра, а полностью оптический анализатор радиочастотного спектра измеряет спектр РЧ сигнала.

Оптический анализатор РЧ спектра обнаруживает оптический сигнал непосредственно в оптической области, через нелинейно-оптическую систему Керра, позволяющую устранить возникающее уязвимое место в электронике от оптико-электрического преобразования.

Полностью оптический подход позволяет расширить полосу пропускания до терагерцового диапазона и применяются в ряде нелинейных волноводных высоконелинейных волокнах (НВВВ), таких как кремний, халькогенидное стекло, нитрид кремния и волноводах из легированного кварцевого стекла. При реализации на интегрированные волноводные платформы, оптический анализатор спектра (ОАС) имеет преимущества: компактный и допускающий интеграцию дополнительных оптических структуры для расширенной функциональности.

Схема, показанная на рис. 1, поясняет принцип работы ОАС.

Тестируемый оптический сигнал, имеющий радиочастотный спектр, смешивается с непрерывным зондирующим лучом с заданным электрическим полем, затем оба запускаются в нелинейную среду. Из-за почти мгновенной реакции эффекта кросс-фазовой модуляции (КФМ) в среде фаза непрерывного зондирующего луча модулируется по интенсивности ИУ, с индексом модуляции.

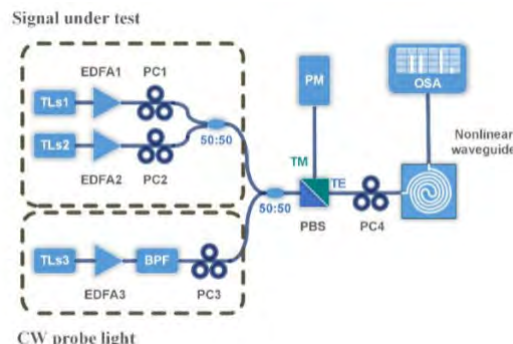


Рис. 1

На рис. 1 использованы следующие обозначения: TLs — настраиваемый лазерный источник; EDFA — волоконный усилитель, легированный эрбием; PC — контроллер поляризации; BPF — полосовой фильтр; PBS — поляризационный светоделитель; PM — измеритель мощности.

Комбинированные сигналы распространяются через нелинейный волновод. Это приводит к тому, что РЧ спектр отображается на боковой полосе оптического спектра, который затем может быть измерен непосредственно ОАС.

Для усовершенствования работы прибора предполагается применение микроконтроллера STM32F105/107 для разработки генератора сигнала. Это позволит уменьшить энергопотребление системы, а встроенная функция передачи данных при помощи интерфейса Ethernet, позволит передавать полученную информацию по каналу связи.

3. Заключение

Рассмотрен принцип действия оптического анализатора спектра.

Выявлена перспектива развития и применения оптических анализаторов спектра на основе микроконтроллера STM32.

4. Список литературы

- [1] All-optical radio frequency spectrum analyzer with a 5 THz bandwidth based on CMOS-compatible high-index doped silica waveguides [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.osapublishing.org/ol/abstract.cfm?uri=ol-46-7-1574>.
- [2] All-silica fiber-optic temperature-depth-salinity sensor based on cascaded EFPIs and FBG for deep sea exploration. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.osapublishing.org/oe/fulltext.cfm?uri=oe-29-15-23953&id=453272>.

OPTICAL SPECTRUM ANALYZER

Vatrach A. D., Komisarenko A. I.,

Nacharov D. V.

Scientific adviser: Schekaturin A. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of studies of an optical spectrum analyzer of a radio signal, which makes it possible to carry out high-precision spectral measurements, are presented.

ПЕРЕДАЮЩАЯ ЧАСТЬ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ СВЕРХМАЛОМЕРНЫМ БЕЗЭКИПАЖНЫМ СУДНОМ

Иськив В. М., Амелин А. А., Мозжеров Д. А.

Научный руководитель: Иськив В. М.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: andrey.amelin.2001@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены структурная и принципиальная схемы передающей части системы дистанционного управления сверхмаломерным безэкипажным судном. Приведены фото экспериментального образца.

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]. В докладе приводятся структурная схема передающей части системы дистанционного управления для такого судна, принципиальные схемы основных его узлов и результаты разработки экспериментального макета.

2. Основная часть

Для реализации радиотракта выбран трансивер, использующий сигналы с расширенным спектром стандарта *LORA*. Эти трансиверы управляются по шине *SPI* поэтому для работы с ним нужен микроконтроллер. Для формирования управляющих сигналов в системах дистанционного управления беспилотными аппаратами чаще всего используется орган управления в виде джойстика. Тогда структурная схема передающей части должна иметь вид, показанный на рис. 1.

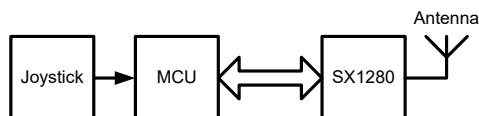


Рис. 1

В качестве радиомодуля, построенного на основе микросхемы *SX1280*, был выбран модуль *E28-2G4M27S* производства фирмы *EBYTE*. Этот модуль кроме микросхемы *SX1280* содержит дополнительный усилитель с выходной мощностью 0,5 Вт на частоте 2,4 ГГц и интегрированную антенну, что позволяет повысить дальность связи до 8 км. Принципиальная схема радиомодуля показана на рис. 2.

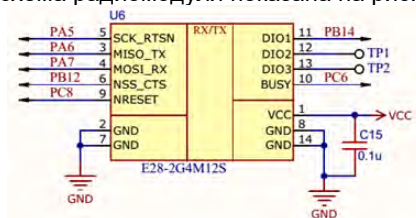


Рис. 2

В качестве микроконтроллера выбран *STM32L073*. Этот микроконтроллер при высокой производительности имеет малое энергопотребление и большое количество интерфейсов, в том числе *SPI* для работы с радиомодулем и аналоговые входы для подключения джойстика. Принципиальная схема включения микроконтроллера показана на рис. 3.

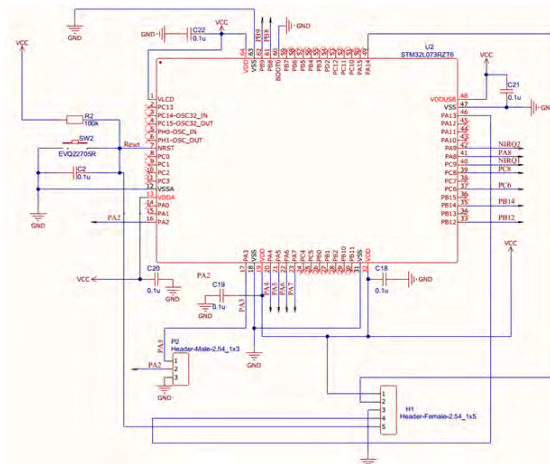


Рис. 3

В качестве джойстика использован двухкоординатный аналоговый джойстик, входящий в состав модуля *JoystickShield* фирмы *Customelectronics*.

Внешний вид модулей, входящих в состав экспериментального макета показан на рис. 4.



Рис. 4

3. Заключение

Таким образом, разработан экспериментальный макет передающей части системы дистанционного управления сверхмаломерным безэкипажным судном с максимальным использованием стандартных узлов для ускорения этапа экспериментальных исследований.

4. Список литературы

- Иськив, В. М. Сверхмаломерное судно-спасатель с дистанционным управлением / В. М. Иськив, А. А. Амелин, В. А. Маленко // 16-я Юбилейной междунар. молодежная науч.-техн. конф. «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, РТ-2020», Севастополь, 12 — 16 октября 2020 г. — Севастополь : Изд-ва РНТОРЭС им. А. С. Попова, СевГУ. — С. 40.

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

Iskiv V. M., Amelin A. A., Mozgerov D. A.

Scientific adviser: Iskiv V. M.

Sevastopol State University, Russia

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

ОБЗОР ВОЗДУШНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПЕРЕВОЗКИ ПАССАЖИРОВ

Азаров А. А., Широков И. Б.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: azarov@ieee.org

Аннотация — Проведён обзор систем, предназначенных для воздушной перевозки пассажиров. Представлены ряд исследований представленных в рамках зарубежных разработок в сфере аэротакси. Результат обзора будет использован для оценки актуальности создания беспилотного аэромобиля.

1. Введение

Актуальность данного исследования обусловлена тем, что в настоящее время в процессе происходящей диджитализации экономики, как в России, так и во многих развивающихся странах, постепенно встает вопрос использования беспилотного транспорта. В данном случае мы стоим на «пороге» новой действительности, которая станет реальностью уже в ближайшие годы. Скорее всего, беспилотные автомобили будут постепенно входить в нашу жизнь, как это происходило с беспилотными летательными аппаратами, которые до недавних пор, также были для нас чем-то «диким» и неизведанным. Сегодня беспилотные летательные аппараты повсюду используются, как частными лицами, так и в решении задач государственной важности. В свою очередь путь для беспилотного транспорта уже проложен. Так, на улицах жилых городов уже проводятся многочисленные тесты рабочих моделей. В то же время актуальность исследования подтверждается увеличивающимся количеством научных публикаций различных отечественных и зарубежных авторов.

2. Основная часть

Airbus, является европейской аэрокосмической компанией, работающей над транспортными решениями, которые будут использоваться в городах будущего. В своих исследованиях учёные и техники данной компании работают над созданием сети летающих и полностью автономных транспортных средств. Одним из самых известных беспилотных вертолетов является Northrop Grumman MQ-8 Fire Scout [1], беспилотный вертолет, разработанный Northrop Grumman специально для использования вооруженными силами Соединенных Штатов. Проект под названием Scout Fire был разработан для обеспечения распознавания, ситуационной осведомленности, поддержки воздушного огня и поддержки точной фокусировки наземных, воздушных и морских сил. Airbus сначала хочет представить летающее такси, которым управляет пилот. Затем летающие такси будут становиться все более и более автономными по мере развития правил. Airbus разрабатывает проект беспилотных летающих такси для городов будущего. Проект City Airbus заключается в разработке транспортного средства, которое будет работать на электричестве, с несколькими пропеллерами, которые сделают его похожим на небольшой вертолет и дрон. Его использование будет довольно простым, так как пользователи будут заказывать автономное и летающее такси со своего смартфона, они будут использовать специальную платформу ZenHUB.

Среди аналогов также можно отметить, словацкую разработку AeroMobil 3.0 стоимость которой составляет порядка €200 000 — за эту сумму можно приобрести, например, небольшой самолет. Чтобы поднять автомобиль в воздух, требуется довольно солидный разбег — по разным данным от 200 до 300 метров. Его мотор Rotax 912 разгоняет машину на шоссе до 160 км/ч, а в небе — до 200 км/ч. На трассе AeroMobil 3.0 тратит 8 литров бензина на 100 километров, а в воздухе — 15 литров в час. Запас хода по шоссе составляет 875 км, в режиме самолета аппарат способен преодолеть 700 км.

Также следует отметить Нидерландская компания PAL-V, занимающуюся разработкой летающих автомобилей с 2001 года и начала в феврале прием заказов на первую серийную модель. Аэромобиль Liberty в стартовой спецверсии Pioneer Edition обойдется в €499 000, однако сейчас в компании принимают только предоплату в размере €25 000. В «земном» режиме мощность трехколесника Liberty составляет 100 лошадиных сил. Максимальная скорость 160 км/ч. Средний расход топлива равен 7,6 литра на 100 километров. В воздухе аэромобиль способен разогнаться до 180 км/ч, максимальная высота полета — 3500 метров. Дальность полета не превышает 500 километров.

3. Заключение

В рамках данной работы представлен обзор воздушных систем предназначенных для транспортировки пассажиров. Основным вывод заключается в том, что данные системы становятся все более востребованы, что способствует активному развитию различного рода беспилотных комплексов.

4. Литература

- [1] Northrop Grumman MQ-8 Fire Scout [Электронный ресурс] / Wikipedia. — Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Northrop_Grumman_MQ8_Fire_Scout.
- [2] Stoll, Alex & Stilson, Edward & Bevirt, Joeben & Pei, Percy. (2014). Conceptual Design of the Joby S2 Electric VTOL PAV. 10.2514/6.2014-2407.

OVERVIEW OF AIR SYSTEMS FOR USE IN URBAN ENVIRONMENTS FOR SOLVING PASSENGER TRANSPORT PROBLEMS

Azarov A. A. Shirokov I. B.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — An overview of the systems intended for the air transportation of passengers has been carried out. A number of studies presented in the framework of foreign developments in the field of air taxi are presented. The result of the review will be used to assess the relevance of creating an unmanned aéro-mobility.

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК КВАДРАТНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ СТРУКТУР РАЗЛИЧНОГО МАСШТАБА ДЛЯ ПОДЗАРЯДКИ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Азаров А. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: azarov@ieee.org

Аннотация — Представлены результаты исследований двух квадратных микрополосковых структур, а также сравнение результатов исследований, а именно Коэффициентов передачи на различных расстояниях между структурами и при наличии различных сдвигов.

1. Введение

Актуальность систем беспроводной передачи электрической энергии не оставляет сомнений. Данные системы активно применяются, для подзарядки аккумуляторных батарей низко потребляемых устройств, таких, как мобильные телефоны, ноутбуки, пылесосы и т. д. Разработанная система имеет множество преимуществ относительно существующих, среди которых отсутствие зависимости коэффициента передачи от радиального сдвига (вращения), расстояние на котором допустимо осуществлять передачу энергии, безопасность для биологических объектов, находящихся вблизи передаваемого энергию устройства, а также компактность используемой технологии. В рамках данной работы были проведены исследования характеристик квадратных электромагнитных структур различного масштаба для подзарядки аккумуляторных батарей. Обе структуры являются микрополосковыми линиями, скрученными в квадратную спираль. Первая структура имеет длину линии 10 м, при ширине полосы 50 мм и зазоре между линиями 50 мм, при данной конфигурации структура имела площадь 1 м², вторая структура имела длину 2 м при ширине линии 10 мм и зазоре между линиями 10 мм.

2. Основная часть

Анализ микрополосковых структур проводился посредством моделирования двух структур при изменении расстояния между ними. В среде AWR Design Environment Microwave Office (далее MBO). Увеличение расстояния проводилось посредством увеличения диэлектрического слоя между микрополосковыми структурами [1], электрические параметры которого были заданы заранее и соответствовали электрических характеристикам воздуха. Линии имеют электрические параметры меди. В качестве диэлектрической подложки каждой структуры использовался объем с параметрами поликарбоната.

Результат исследований, а именно коэффициент передачи исследуемых малых микрополосковых структур, на расстояниях 10 и 20 мм друг от друга, показан на рис. 1; больших структур на расстояниях 100 и 150 мм — на рис. 2.

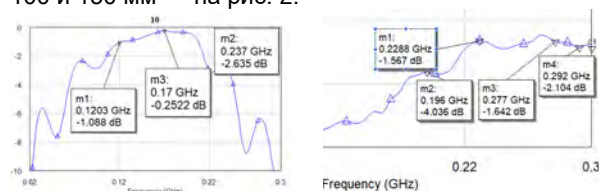


Рис. 1

Видно, что при увеличении расстояний между структурами на 10 мм происходит значительное изменение рабочей частоты. Максимум коэффициента передачи перемещается из частотного диапазона 170 МГц в частотный диапазон 220 МГц. Данный факт подтверждает актуальность использования подстройки частоты в системе беспроводной передаче электрической энергии.

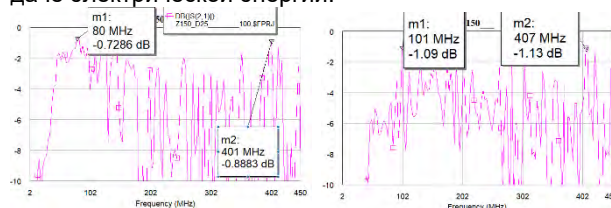


Рис. 2

В большой структуре толщина диэлектрической подложки выбрана равной 25 мм исходя из соображений экономики. Из результатов исследований видно, что система полностью масштабируема. При масштабируемости системы происходит понижение коэффициента передачи.

3. Заключение

В рамках данной работы проведён анализ системы беспроводной передачи электрической энергии. Оценена возможность масштабирования системы. Определено, что при увеличении площади структуры коэффициент передачи изменяется с $-0,2$ до -1 дБ. Также в рамках данной работы определено, что коэффициент передачи в значительной степени меняет свои значения при изменении толщины диэлектрических подложек, данные исследования будут представлены в рамках отдельной работы.

4. Список литературы

- [1] Shirokov, I. B. The System of Wireless Energy Transfer / E. I. Shirokova, A. A. Azarov, I. B. Shirokov // Proceedings of the 2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (ElConRus), St. Petersburg and Moscow, Russia, January 28-31, 2019. — P. 1065—1069.

ANALYSIS OF CHARACTERISTICS OF SQUARE ELECTROMAGNETIC STRUCTURES OF VARIOUS SCALES FOR RECHARGING BATTERIES

Azarov A. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of studies of two square microstrip structures are presented, as well as a comparison of the results of studies, namely, the transmission coefficients on different distances between the structures and in the presence of different shifts, are presented.

ПРИЕМНАЯ ЧАСТЬ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ СВЕРХМАЛОМЕРНЫМ БЕЗЭКИПАЖНЫМ СУДНОМ

Иськив В. М., Амелин А. А., Мозжеров Д. А.

Научный руководитель: Иськив В. М.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: andrey.amelin.2001@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены структурная и принципиальная схемы приемной части системы дистанционного управления сверхмаломерным безэкипажным судном. Приведены фото экспериментального образца.

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]. В докладе приводятся структурная схема приемной части системы дистанционного управления для такого судна, принципиальные схемы основных узлов и результаты разработки экспериментального макета.

2. Основная часть

Судно осуществляет движение за счет двух водометных движителей с электрическими двигателями. Для управления двигателями необходимо специальные модули усилителей мощности — драйверы. Для реализации радиотракта выбран трансивер, использующий сигналы с расширенным спектром стандарта *LORA*. Эти трансиверы управляются по шине *SPI* поэтому для работы с ним нужен микроконтроллер. Тогда структурная схема приемной части должна иметь вид, показанный на рис. 1.

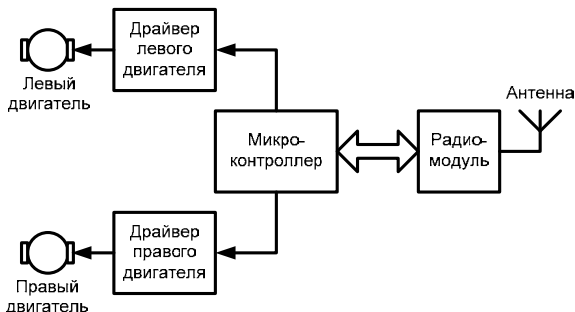


Рис. 1

В качестве радиомодуля, построенного на основе микросхемы *SX1280*, выбран модуль *E28-2G4M27S* производства фирмы *EBYTE*. Этот модуль содержит дополнительный усилитель с выходной мощностью 0,5 Вт на частоте 2,4 ГГц. Принципиальная схема радиомодуля показана на рис. 2

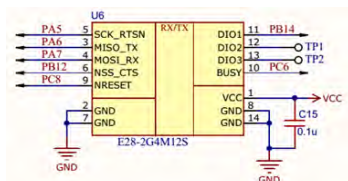


Рис. 2

В качестве микроконтроллера выбран *STM32L073*. Этот микроконтроллер имеет высокую производительность, малое энергопотребление и

интерфейсы *SPI* для работы с радиомодулем и несколько выходных ШИМ сигналов для управления драйверами двигателей.

В качестве движителей выбраны водометы *PF-240S*, оснащенные бесколлекторными моторами с напряжением питания 12 В и мощностью 240 Вт. Для управления выбраны модули драйверов *Maytech MTSRR1905WF* на основе микросхем *DRV8302* в водонепроницаемом корпусе с водяным охлаждением силовых ключей. Внешний вид модулей, входящих в состав экспериментального макета, показан на рис. 3.



Рис. 3

В качестве источника питания использовалась литий-полимерная батарея с напряжением 12 В и емкостью 8,8 А·час в герметичном исполнении (внешний вид показан на рис. 4).



Рис. 4

3. Заключение

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

Исследование проводилось при поддержке Фонда содействия инновациям по договору 563ГУЦЭС8-D3/62119 от 08.10.2020.

4. Список литературы

- Иськив, В. М. Сверхмаломерное судно-спасатель с дистанционным управлением / В. М. Иськив, А. А. Амелин, В. А. Маленко // 16-я Юбилейной междунар. молодежная науч.-техн. конф. «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, РТ-2020». Россия, Севастополь, 12 — 16 окт. 2020 г. — Севастополь: Изд-ва РНТОРЭС им. А. С. Попова, СевГУ. — № 3. — С. 40.

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

Iskiv V. M., Amelin A. A., Mozgerov D. A.

Scientific adviser: Iskiv V. M.

Sevastopol State University, Russia

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

ИЗМЕРЕНИЕ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ МИКРОВОЛНОВЫМ МЕТОДОМ

Широков И. Б., Колтунов А. С.

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

Аннотация — Предложен способ измерения уровня жидкости в наливных танках с помощью микроволн. Используя радарные методы с изменением фазы отраженной волны, получим высокий уровень точности измерений. Реализуемая точность измерения уровня жидкости составляет доли миллиметра, определяется длиной волны и практически мало зависит от инструментальных погрешностей измерения.

1. Введение

Развитие сельскохозяйственной и нефтегазовой промышленности требует автоматизированную систему учета и контроля оборота жидкостей и газов. Проблема заключается в объемах производства, где используются танк-контейнеры — их площадь может составлять сотни квадратных метров. При этом важно измерять уровень жидкости с максимальной точностью.

2. Основная часть

Существует много способов измерения уровня жидкости. Наиболее удобные — бесконтактные способы, устанавливающие датчики и производящие измерения практически на любых емкостях. Максимальную точность обеспечивают фазовые методы измерений, позволяющие оценивать уровень жидкости в долях длины микроволн. Однако этим методам присущ ряд недостатков, связанных с неоднозначностью определения фазы отраженной волны, а также достаточно высокой аппаратной сложностью измерителя. Первый недостаток устраняется многочастотными методами измерений. Значение второго недостатка можно также уменьшить, используя устройство измерения амплитуды и разности фаз.

Структурная схема интеллектуально датчика измерителя уровня жидкости показана на рис. 1.

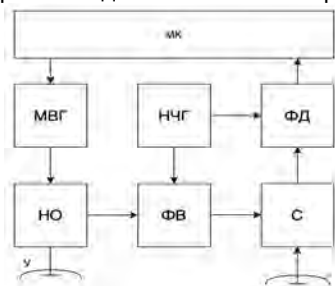


Рис. 1

Интеллектуальный датчик измеритель уровня жидкости состоит из микроволнового генератора МВГ, низкочастотного генератора НЧГ, фазовращателя ФВ, дискретного фазовращателя ФД, смеситель С, микроконтроллера МК.

Работает устройство следующим образом. Микроволновой генератор Г вырабатывает высокочастотные колебания, описываемые следующим выражением

$$U(t) = U_0 \cdot \sin(\omega_0 t + \varphi_0)$$

с некоторой амплитудой U_0 , частотой ω_0 и начальной фазой φ_0 . Этот сигнал через НО поступает в антенну А и излучается в направлении поверхности жидко-

сти, расстояние до которой d необходимо измерять. Отраженный от поверхности раздела сред сигнал поступает в смеситель С. Этот сигнал описывается следующим выражением

$$U = U_0 \cdot A \cdot \sin(\omega_0 t + \varphi_0 + kd),$$

где k — волновое число; d — длина пути распространения микроволн; S — коэффициент затухания микроволн.

Принятый антенной сигнал поступает на дискретный фазовращатель, управляемый микроконтроллером МК. Управляемый дискретный фазовращатель за некоторый период T низкочастотного сигнала реализует N переключений фазы принятого сигнала с дискретом фазы $\Delta\varphi = 2 \cdot \pi / N$. Число дискретов N должно быть не меньше 3. Удобно выбирать $N = 4$, тогда дискрет изменения фазы будет равным $\pi/4$, что легко реализуется известными методами и, кроме того изменение фазы можно осуществлять по взвешенному закону, используя всего два дискрета фазы $-\pi/4$ и $\pi/2$.

Таким образом, пройдя через дискретный фазовращатель принятый сигнал получает сдвиг по частоте на величину Ω , определяемую как $\Omega = 2 \cdot \pi / T$ и сдвиг по фазе на некоторую величину, определяемую начальной фазой низкочастотного сигнала с периодом T . Период низкочастотного сигнала задается МК и может составлять единицы мс. Преобразованный таким образом сигнал поступает на смеситель. В результате чего на выходе смесителя выделяются низкочастотные колебания, которые имеют вид

$$U = U_0 \cdot \sin(\Omega t + 2kd + \varphi)$$

В МК этот сигнал сравнивается по фазе с опорным, вырабатываемым самой МК, в результате чего измеряется разность фаз $2kd$, несущая информацию об уровне жидкости. При этом точность измерения практически целиком определяется точностью установки частоты микроволнового генератора, в то время как инструментальная точность измерения разности фаз низкочастотных колебаний может достигать долей градуса и выше.

3. Заключение

Применение ОЭВМ позволяет производить автокалибровку устройства с запоминанием всех калибровочных коэффициентов, а также в простейшем случае производить подсчеты числа переходов фазы сигнала через 2π в непрерывном режиме слежения за уровнем жидкости.

MICROWAVE METHOD FOR LIQUIDS LEVEL MEASUREMENT

Shirokov I. B., Koltunov A. S.

Scientific adviser: Shirokov I. B.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — Microwave technique for the measurement of liquid levels in tanks is proposed. The technique (radar method) of measurement gives high accuracy. The accuracy of liquid levels measurement is smaller than millimetre and dependent on the wavelength. Accuracy also doesn't depend on instrumentation errors.

ПЛАНИРОВАНИЕ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ УНИВЕРСИТЕТА

Савочкин А. А., Ермолаев А. К.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Савочкин А. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: stalkerartem3@gmail.com

Аннотация — Приводятся результаты исследований работы сети Wi-Fi, приводится порядок проведения моделирования и дается заключение о предпочтительном варианте размещения точек доступа в помещениях этажа учебного корпуса.

1. Введение

Актуальность исследования подтверждается ростом популярности беспроводных систем доступа к интернет [1, 2]. В докладе показана возможность планирования сети предприятия или учреждения средствами модельного представления, моделирование фрагмента сети с определением распределения уровня мощности, экспериментальное исследование распределения уровня мощности. На примере реального здания учебного корпуса выполнено исследование уровня мощности с учетом влияния переотражений от стен, пола и потолка.

2. Основная часть

Точка доступа устанавливается на потолке коридора с расположением антенн перпендикулярно поверхности потолка. Приведенные результаты для канала №4 в диапазоне частот 2,4 ГГц показывают, что использование одной точки доступа обеспечивает покрытие с достаточным уровнем мощности только на расстоянии нескольких метров в пределах коридора, в аудиториях качество покрытия недостаточно.

На рис. 1 показан результат моделирования для этажа учебного здания в отсеке Б при установке шести точек беспроводного доступа в коридоре, точки доступа распределены равномерно вдоль коридора. Приведенные результаты показывают, что использование такого варианта размещения точек доступа обеспечивает покрытие с достаточным уровнем мощности в пределах коридора, в аудиториях качество покрытия недостаточно. При этом наихудшее распределение плотности потока мощности наблюдается в аудиториях Б-403 и Б-405, в аудиториях с шириной помещения менее 3 м.

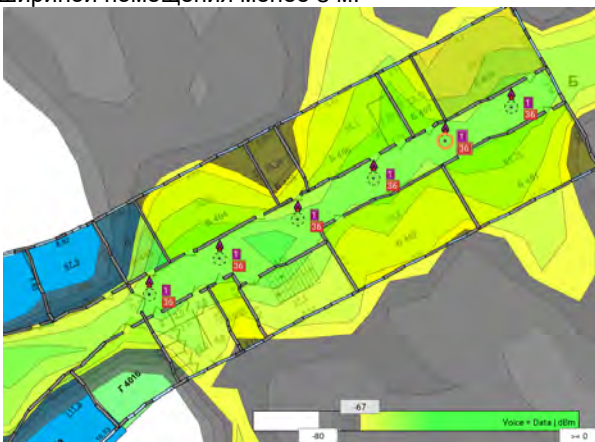


Рис. 1

Рассмотрен вариант с установкой точек доступа в аудиториях большой площади. Результат моделирования показывает, что при расстановке точек досту-

па внутри аудиторий обеспечивается хорошее покрытие для обеспечения доступа к беспроводной сети. В пределах аудиторий плотность потока мощности имеет достаточный для работы беспроводных устройств уровень. Уровень мощности недостаточен в области выхода на лестницу.

В случае добавления дополнительных точек доступа для устранения недостатка, получаем вполне достаточное покрытие, что показано на рис. 2. Дополнительные точки доступа размещаются в отсеке Г учебного корпуса. Результат полученного распределения обеспечивает работу сети в секторе Б этажа здания с уровнем мощности не менее -67 дБм.

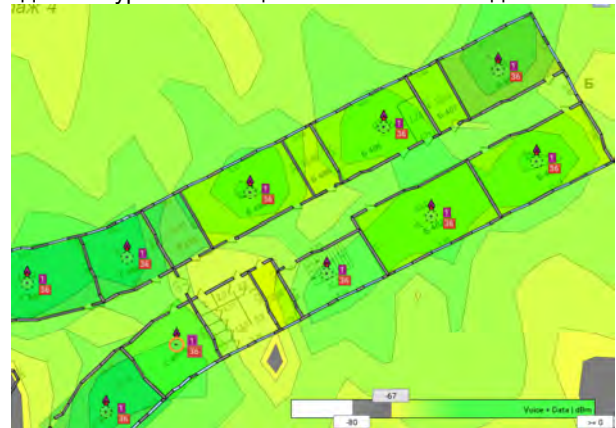


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, произведено моделирование фрагмента сети с определением распределения уровня мощности с помощью программы EkaHau. Определена последовательность выполняемых операций на этапе моделирования. Показана необходимость установки точек доступа в учебных аудиториях для 100 % покрытия этажа учебного здания университета. На примере реального размещения выполнено исследование уровня мощности с учетом влияния переотражений от стен, пола и потолка.

4. Список литературы

- [1] Безгин, А. А. Расчёт энергетике Wi-Fi сигнала в железнодорожном вагоне / А. А. Безгин, А. А. Савочкин, А. А. Слободенюк // Радиотехника и радиоаппаратостроение, 2013. — № 54. — С. 61—67.
- [2] Савочкин, А. А. Разработка и исследование микрополосковой антенны ММО / А. А. Савочкин, В. А. Чуян // Modern Science. — 2020. — № 7-2. — С. 392—396.

UNIVERSITY WIRELESS NETWORK DESIGNING

Savochkin A. A., Ermolaev A. K.
Scientific adviser: Savochkin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of study of Wi-Fi wireless network as well as a steps of Wi-Fi network modeling are presented. The conclusion for optimal positions of access points inside the rooms on the floor in the study building.

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ СЕТЕВОЙ СИСТЕМЫ МЕТЕОМОНИТОРИНГА ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ

Савочкин А. А., Аввакумова В. Ю.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Савочкин А. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: avvackumova.vlada@yandex.ru

Аннотация — Разработана и обоснована структурная схема сетевой системы метеомониторинга для охвата распределенной территории. Определены особенности реализации системы для используемой технологии беспроводной передачи.

1. Введение

Необходимо разработать сетевую систему метеомониторинга для распределенной территории. Система может располагаться на территории одного района, одного или нескольких городов. При использовании беспроводной технологии передачи данных необходимо предусмотреть элемент схемы, который будет обрабатывать полученные данные с удаленных станций и передавать далее для сохранения их на удаленном сервере, который в свою очередь будет представлять обработанную информацию конечному пользователю. Метеосистема должна производить контроль метеорологических параметров: температуры, давления, влажности, скорости и направления ветра, уровня осадков и др.

Для достижения данной задачи составим структурную схему системы.

2. Основная часть

Определим составляющие разрабатываемой системы. Шлюз — устройство, принимающее данные от конечных устройств с помощью радиоканала и передающее их в транзитную сеть передачи данных. Данное устройство содержит многоканальные приемопередатчики для обработки сигналов в нескольких каналах одновременно или даже, нескольких сигналов в одном канале.

Конечные устройства — автономные метеостанции, состоящие из набора датчиков и микропроцессора, которые с определенной периодичностью передают полученные данные, используя беспроводную технологию передачи. Конечных устройств, относящихся к одному управляющему устройству, может быть достаточно большое количество (до 1000 устройств). Шлюз и конечные устройства соединены между собой по сетевой топологии типа звезда.

Беспроводная технология передачи — используемая технология, предназначенная для передачи полученных небольших пакетов данных с определенной периодичностью [1]. Также предусмотрим передачу данных между конечными устройствами для сокращения занимаемого времени эфира. К таким технологиям можно отнести LoRa, ZigBee, Z-Wave, 6LOWPAN и другие подобные им [2].

Транзитная сеть — одна или несколько сетевых технологий пакетной передачи данных (Ethernet, Wi-Fi, 3G, 4G, 5G).

Сетевой сервер — предназначен для управления сетью: заданием расписания, адаптацией скорости, хранением и обработкой принимаемых данных.

Сервер приложений — может удаленно контролировать работу конечных устройств и собирать необходимые данные с них, формируя и предоставляя информацию конечному пользователю.

Полученную структурную схему представим в упрощенном виде на рис. 1.



Рис. 1

3. Заключение

В ходе выполнения исследования разработана структурная схема сетевой системы метеомониторинга для охвата распределенной территории. В состав схемы входят такие составляющие, как: шлюз, конечные устройства, транзитная сеть, беспроводная технология передачи, сетевой сервер и сервер приложений.

4. Список литературы

- [1] Умные устройства и контроллер [Электронный ресурс] / Ростелеком. — Режим доступа: https://help.smarthome.rt.ru/RUKO_VODSTVO_POLSOVATELIA/help_3.
- [2] Тульский, В. Н. Информатизация электроэнергетических систем на основе использования стандарта 6LOWPAN / В. Н. Тульский [и др.] // В сб. «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии (КрыМиКо'2015)»: матер. 25-й Междунар. крым. конф. — 2015. — С. 341—342.

DESIGN OF A BLOCK DIAGRAM OF A NETWORK SYSTEM OF METEOROLOGICAL MONITORING FOR A DISTRIBUTED TERRITORY

Savochkin A. A., Avvackumova V. Y.

Scientific adviser: Savochkin A. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The block diagram of the network system for meteorological monitoring for coverage of the distributed territory is designed and justified. The features of the system implementation for used wireless transmission technology are determined.

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОРГАНОВ ОВД И АТС

Чехов И. А., Кулаков М. В., Дегтярев В. С., Ермакова Н. О.

Научный руководитель: канд. воен. наук, доц. Чехов И. А.

Московский государственный технический университет гражданской авиации, Россия

E-mail: info@mstuca.aero

Аннотация — В статье рассмотрен процесс взаимодействия службы обслуживания воздушного движения и аэродромно-технической службы аэропорта. В рамках анализа были рассмотрены процедуры взаимодействия при осмотре взлетно-посадочной полосы перед началом выполнения полетов, выполнением взлета и посадки воздушного судна, которые охватывают целый ряд совместных операций. Для каждой процедуры оценены затраты времени задержки воздушных судов.

1. Введение

Технология взаимодействия органов обслуживания воздушного движения (ОВД) и аэродромно-технической службы (АТС) определяет перечень обязательных технологических операций при выполнении ими служебных обязанностей. Уровень отлаженности связей между элементами и совершенство применяемых технологий определяют эффективность использования воздушного пространства (ИВП) и ресурсные затраты авиакомпаний, а также безопасность полетов. В данном исследовании рассматривается декомпозиция авиатранспортной системы на два элемента: ОВД и АТС.

2. Основная часть

Для графического описания процесса взаимодействия рассматриваемых служб аэропорта, используется блок-схема, в которой отдельные лица или службы изображаются в виде блоков, соединенных между собой линиями, указывающими направление взаимодействия.

В рамках анализа, а также для дальнейшей разработки технологии взаимодействия служб обеспечения полетов аэропорта, целесообразно использовать математическую модель графа [2,3]. Маршрутом называется череда последовательно соединённых вершин x_i и ребер e_i . При этом

$$x = x_0, e_0, x_1, e_1, \dots, e_{n-1}, x_n = g,$$

где $e_i = (x_i, x_{i+1})$, x — начало маршрута, g — конец маршрута.

Соединенная последовательность вершин на рис. 1 (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) — есть маршрут из x_1 в x_5 , а вершины x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 определяют простой путь из x_1 в x_5 .

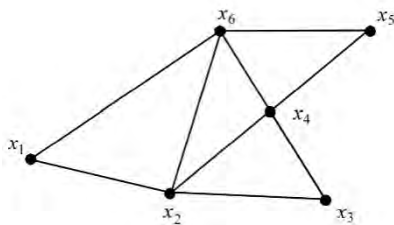


Рис. 1

Чтобы качественно оценить эффективность технологии взаимодействия, рассмотрен такой параметр, как время. Был произведен сбор аналитической информации по затраченному времени службами ОВД, АТС и ПДС на выполнение 9-ти различных видов работ. Исключение случайных событий обес-

печил существенный объем выборки — 12 месяцев выполнения полетов.

На первом этапе производились хронометрические исследования процесса обеспечения вылета воздушного судна (ВС) при условии взлетно-посадочная полоса (ВПП) свободна. На основании собранных данных строился сетевой график с использованием математической модели — графа.

На втором этапе производились хронометрические исследования процесса обеспечения вылета ВС, при условии, что ВПП занята. ВПП была заблокированной по различным причинам: техника, люди, животные, птицы.

3. Заключение

Выполнено исследование технологии взаимодействия служб ОВД и АТС при осмотре ВПП перед вылетом и прилетом ВС. Исследование показало, что существующая технология взаимодействия имеет ряд существенных недостатков, влияющих на пропускную способность аэродрома, расход топлива ВС, а также на безопасность полетов.

4. Список литературы

- [1] Кулаков, М. В. Анализ технологии взаимодействия органов ОВД на рубежах приема-передачи управления / М. В. Кулаков, И. А. Чехов // Научный Вестник МГТУ ГА. — 2018. — № 5. — С. 23—33.
- [2] Берцун, В. Н. Математическое моделирование на графах / В. Н. Берцун. — Томск, 2006. — С. 88.

STUDY OF THE TECHNOLOGY OF INTERACTION BETWEEN ATS AND ATC

Chekhov I. A., Kulakov M. V., Degtyarev V. S., Ermakova N. O.

Scientific adviser: Chekhov I. A.

Moscow State Technical University of Civil Aviation, Russia

Abstract — In the article, the process of interaction between the air traffic service and the aerodrome technical service of the airport is discussed. As part of the analysis, the interaction procedures were considered when inspecting the runway before starting flights, taking off and landing an aircraft, which cover a number of joint operations. For each procedure, the cost of the delay of the aircraft was estimated.

ПРИЁМНИК РАДИОСТАНЦИИ ДИСПЕТЧЕРСКОЙ СВЯЗИ

Зиборов С. Р., Ватрич А. Д.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Зиборов С. Р.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: sergey.ziborov@gmail.com

Аннотация — Предложена функциональная схема приемника радиостанции транспортной диспетчерской связи, предназначенной для передачи и приёма частотно-модулированных (ЧМ) сигналов в симплексном режиме.

1. Введение

Диспетчерская радиосвязь обеспечивает оперативное управление транспортными средствами и способствует повышению безопасности движения. Такая радиосвязь обычно работает в метровом диапазоне волн, преимуществами которого являются: низкий уровень помех и возможность организовать сеть связи с большим числом каналов.

2. Основная часть

Функциональная схема радиоприёмника изображена на рис. 1.

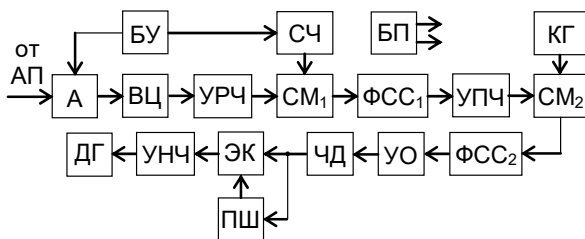


Рис. 1

Приемник выполнен по супергетеродинной схеме с двойным преобразованием частоты и обеспечивает приём частотно-модулированных сигналов в диапазоне от 151 до 156 МГц, разделённым на 170 каналов, расположенных с шагом 25 кГц.

При работе радиостанции в режиме приёма высокочастотный сигнал с выхода антенны поступает через устройство согласования на антенный переключатель АП. С выхода антенного переключателя сигнал подаётся на дискретно перестраиваемый аттенюатор А, обеспечивающий ступенчатую регулировку чувствительности приемника в динамическом диапазоне от 0 до 50 дБ с шагом 10 дБ.

С выхода аттенюатора А сигнал поступает на неперестраиваемый преселектор, состоящий из входной цепи ВЧ и усилителя радиочастоты УРЧ и имеющий полосу пропускания равную диапону приёма. Выходной сигнал УРЧ подаётся на сигнальный вход смесителя СМ₁, на гетеродинный вход которого подаётся сигнал синтезатора частоты СЧ, используемого в качестве первого гетеродина. Смеситель СМ₁ преобразует принятый сигнал по частоте в сигнал первой промежуточной частоты 47 МГц, который выделяется первым фильтром сосредоточенной селекции ФСС₁.

Выходной сигнал фильтра ФСС₁ усиливается усилителем промежуточной частоты УПЧ и подаётся на сигнальный вход смесителя СМ₂, на гетеродинный вход которого подаётся сигнал кварцевого генератора, используемого в качестве второго гетеродина. Смеситель СМ₂ преобразует сигнал первой промежуточной частоты в сигнал второй промежуточной частоты 455 кГц, который выделяется вторым фильтром сосредоточенной селекции ФСС₂.

Ограничитель амплитуды ОА усиливает и ограничивает по амплитуде выходной сигнал фильтра ФСС₂. Частотный детектор ЧД преобразует ограниченный ЧМ сигнал в низкочастотный сигнал сообщения, который через электронный ключ ЭК поступает на усилитель низкой частоты УНЧ. Усиленный низкочастотный сигнал подаётся на динамическую головку ДГ или наушники.

Поскольку при отсутствии полезного сигнала уровень и ширина спектра шума на выходе частотного детектора существенно превышает уровень и ширину спектра полезного низкочастотного сигнала, равную 3400 Гц, то для защиты оператора от прослушивания шумов используется подавитель шума ПШ. Подавитель шума содержит фильтр верхних частот, который выделяет часть спектра выходного сигнала ЧД, содержащую составляющие с частотой выше 3400 Гц. Выделенный сигнал преобразуется амплитудным детектором в постоянное напряжение U_1 и с помощью сравнивающего устройства сравнивается с пороговым напряжением U_n . Увеличение уровня шума приводит к выполнению условия $U_1 > U_n$. При этом сравнивающее устройство срабатывает и формирует сигнал, под действием которого ключ ЭК размыкается, и звуковой сигнал прерывается. Если $U_1 < U_n$ ключ замкнут, и звуковой сигнал не прерывается.

Блок управления БУ обеспечивает управление аттенюатором и синтезатором частоты. Блок питания БП вырабатывает требуемые стабилизированные напряжения питания.

Выбрана современная элементная база для реализации основных узлов приёмника. Выполнен электрический расчёт входной цепи приёмника, правильность которого подтверждена результатами компьютерного моделирования входной цепи с помощью программы Micro-Cap.

3. Заключение

Разработана функциональная схема радиоприёмника транспортной диспетчерской радиостанции, выбрана элементная база для реализации её узлов.

4. Список литературы

- [1] Радиоприёмные устройства: Учебник для вузов / П. П. Фомин и др.; под ред. Фомина П. П. — М. : Горячая линия, 2007. — 520 с.
- [2] Плаксиенко, В. С. Устройства приема и обработки сигналов : Учеб. пособ. для вузов / В. С. Плаксиенко, Н. Е. Плаксиенко, С. В. Плаксиенко; под ред. В. С. Плаксиенко. — М. : Учеб.-метод. издат. центр «Учебная литература», 2004. — 376 с.

THE RECEIVER OF A DISPATCHING RADIO STATION

Ziborov S. R., Vatrach A. D.

Scientific adviser: Ziborov S. R.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A functional scheme of the receiver of a transport dispatching radio station designed for transmitting and receiving frequency-modulated (FM) signals in simplex mode is proposed.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАФИКА В БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ

Преображенский А. П., Мельникова Т. В.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Преображенский А. П.

Воронежский институт высоких технологий, Россия

E-mail: komkovvvt@yandex.ru

Аннотация — В работе рассмотрена задача, связанная с моделированием характеристик трафика в беспроводной сети. Были получены результаты для случайного распределения узлов беспроводной сети на плоскости.

1. Введение

Применение беспроводной связи между узлами предопределяет такие характеристики сети, как связность, ориентируемость, компактность, то есть параметры, относящиеся к топологии [1].

В свою очередь, эти характеристики взаимосвязаны со свойствами беспроводных каналов и требованиями к показателям качества обслуживания трафика.

Целью данной работы является анализ характеристик трафика беспроводной сети в случае, когда узлы будут расположены случайным образом на плоскости.

2. Основная часть

Дадим описание основных параметров сформированной в ходе исследований модели.

Для оценки характеристик было применено имитационное моделирование беспроводной сети со стандартной расстановкой узлов, состоящее из 100 узлов.

Узлы были размещены на плоской поверхности с границами на четырех сторонах в виде квадрата. Размер каждой из сторон такого квадрата составил 200 м.

То есть, рабочее пространство имитационной модели находится в квадрате 200×200 м при радиусе связи узла в $R = 50$ м.

Топология «точка-точка» характеризуется непосредственной связью между двумя узлами, при которой исчезает необходимость особых условий маршрутизации [2]. В процессе изучения случайного рассеивания узлов по площади были использованы равномерные и нормальные законы распределения независимых координат x и y .

Модель основана на нормальном законе рассеивания. Размер дисперсии считался равным размеру дисперсии равномерного рассеивания

$$D_U(x) = D_U(y) = \frac{(b-a)^2}{12}, i^2,$$

в указанном выражении b и a — границы случайной величины (в примере $a = 0$, $b = 200$ м).

Между всеми парами узлов был использован алгоритм Флойда, чтобы искать прямой маршрут. Его идея заключается в проведении пошагового поиска кратчайшего пути. Эмпирические гистограммы по протяженности подобных маршрутов были нами получены. Они выражались в числе транзакций. Осуществлялась аппроксимация при помощи плотности вероятности распределения Вейбулла

$$f(x, \alpha, \beta) = \frac{\alpha}{\beta^\alpha} x^{\alpha-1} e^{-(x/\beta)^\alpha},$$

где α и β — величина рассеивания.

Данное рассеивание правомочно, поскольку возможность его применения была подтверждена при

проверке на пригодность через критерий согласия Колмогорова — Смирнова при уровне значимости 0,95.

Из результатов исследования получено, что формы рассеивания числа транзитов и их средние значения $(6,5 \pm 0,5)$ соответствуют рассеиванию координат узлов для их равномерного и нормального состояний.

Моделирование позволило установить, что среднеквадратическое отклонение влияет на среднее число транзитов в маршруте.

Была исследована зависимость среднего числа транзитов в маршруте от отношения дисперсии к радиусу связи узла σ/R , где $\sigma = \sqrt{D}$, D — среднеквадратическое отклонение, R — радиус связи узла.

Рост среднеквадратического отклонения ведет к увеличению среднего числа транзитов в соответствии с законом, совпадающим с линейным законом.

Проведение эксперимента позволило получить эмпирическую зависимость средней суммы транзитов от среднеквадратического отклонения. Она имеет следующий вид

$$\bar{m} \approx \begin{cases} k_p \frac{\sigma}{R}, & \text{где } \frac{\sigma}{R} < 1,5, \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}$$

где $k_p = 4,48$, значение, полученное в результате построения и реализации модели.

3. Заключение

Результаты проведенного эксперимента открыли возможность оценки среднего количества транзитов в условиях случайного маршрута, то есть на маршруте, который соединяет два произвольных узла.

4. Список литературы

- [1] Пустыльник, И. Е. Защита сообщений между сервером и приборами интернета вещей / И. Е. Пустыльник, Ю. П. Преображенский // Вест. Воронеж. ин-та высоких технологий. — 2019. — № 2 (29). — С. 40—45.
- [2] Лесников, А. С. Особенности технологии интернет вещей / А. С. Лесников, А. П. Суворов // Вест. Воронеж. ин-та высоких технологий. — 2020. — № 2 (33). — С. 24—27.

WIRELESS TRAFFIC SIMULATION AND STUDY

Preobrazhenskiy A. P., Melnikova T. V.

Scientific adviser: Preobrazhenskiy A. P.

Voronezh Institute of High Technologies, Russia

Abstract — In the paper, a problem related to modeling the characteristics of traffic in a wireless network is considered. Results were obtained for a random distribution of wireless network nodes on a plane.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ

Преображенский А. П., Куркина Л. А.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Преображенский А. П.

Воронежский институт высоких технологий, Россия

E-mail: komkovvvt@yandex.ru

Аннотация — В работе рассмотрена задача моделирования системы интернет вещей. На основе моделирования в рамках систем массового обслуживания продемонстрированы возможности для повышения эффективности указанной системы с точки зрения разрешения сетевых объектов.

1. Введение

На данный момент не существует стандартизированных подходов, позволяющих проводить идентификацию объектов, отвечающих необходимым требованиям [1] для работающих устройств в системе интернет вещей. Целью данной работы является разработка модели идентификации устройств интернет вещей на основе СМО.

2. Основная часть

Архитектура цифровых объектов в системе интернет вещей базируется на существующих архитектурах компьютерных сетей [2]. В том числе учитывается использование сети Интернет, при этом на функционирование будут оказывать влияние, например, факторы:

- задержки в сети, которые будут определять замедление по поступающему запросу;
- скорость, относящаяся к обработке запросов сервером;
- число каналов, которые связаны с обработкой каждым из администраторов.

В ходе анализа системы интернета вещей необходимо отслеживать усредненное значение времени, которое соответствует обслуживанию одного запроса. На рис. 1 приведены результаты имитационного моделирования зависимости времени идентификации устройств от интенсивности загрузки.

Данная зависимость соответствует неподверженной оптимизации структуре интернета вещей. Видно, что при максимальной нагрузке, время разрешения увеличивается вплоть до 30-ти секунд. Это достаточно большая величина для реальной работы приложений.

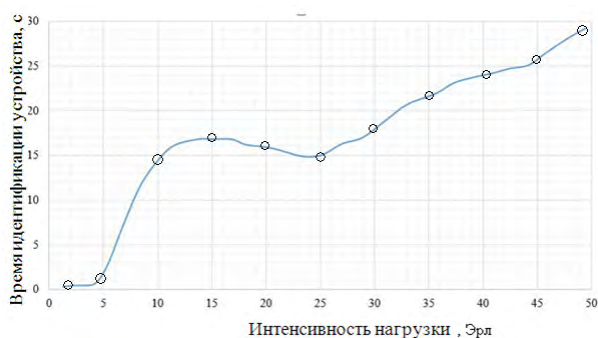


Рис. 1

С помощью программного обеспечения Anylogic исследована возможность оптимизации. Была найдена такая структура, которая рассматривается как оптимальная. Были учтены временные задержки существующей конфигурации. Основной целью было уменьшение времени на разрешение запроса. При

эксперименте задано время разрешения — 1 с, при интенсивности запроса — 50 Эрл.

Конечные данные исследования показаны в таб. 1, где λ — интенсивность нагрузок, d1—d8 — количество узлов, которые работают на каждой из ветвей.

Таблица 1

Текущее		Лучшее
Итерация	502	61
Функционал	3,836	0,877
λ	51	51
d1	8	8
d2	10	11
d3	5	2
d4	10	11
d5	9	11
d6	9	11
d7	11	11
d8	9	11

В итоге получается тот список параметров, который более других отвечает целевому времени разрешения (не более одной секунды). В строке «Функционал», при самой оптимальной итерации, время разрешения — 0,878 с. Процесс разрешения объектов повышен в 10 раз.

3. Заключение

Проведена разработка имитационной модели, которая позволяет производить обмен данными среди разных компонентов системы интернет вещей. Исследования показали, что существуют возможности для оптимизации структуры, позволяющей повысить процесс разрешения объектов в 10 раз. При этом сервер загружен на максимум.

4. Список литературы

- [1] Пустыльник, И. Е. Защита сообщений между сервером и приборами интернета вещей / И. Е. Пустыльник, Ю. П. Преображенский // Вест. Воронеж. ин-та высоких технологий. — 2019. — № 2 (29). — С. 40—45.
- [2] Лесников, А. С. Особенности технологии интернет вещей / А. С. Лесников, А. П. Суворов // Вест. Воронеж. ин-та высоких технологий. — 2020. — № 2 (33). — С. 24—27.

STUDY THE OPPORTUNITIES FOR IMPROVEMENT OF EFFICIENCY OF INTERNET OF THINGS SYSTEM

Preobrazhenskiy A. P., Kurkina L. A.

Scientific adviser: Preobrazhenskiy A. P.

Voronezh Institute of High Technologies, Russia

Abstract — In the paper, the problem of modeling the Internet of Things system is considered. Based on modeling within the framework of queuing systems, the possibilities for increasing the efficiency of the system, from the point of view of resolving network objects, are demonstrated.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ МОБИЛЬНОГО ОБЪЕКТА В БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ

Преображенский А. П., Маренков Н. М.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Преображенский А. П.

Воронежский институт высоких технологий, Россия

E-mail: komkovvvt@yandex.ru

Аннотация — В работе рассмотрена задача, связанная с позиционированием мобильного объекта в беспроводных сетях на основе технологии iBeacon. Приведена схема исследуемого помещения, приведены данные по ослаблению сигнала.

1. Введение

Цель работы посвящена исследованию беспроводных сенсорных сетей, методам позиционирования мобильных объектов, а также исследованиям повышения точности позиционирования в различных условиях.

2. Основная часть

Экспериментально оценено влияние подвижных объектов на распространение радиосигнала. Рассматривались особенности распространения сигнала в переходных областях внутри помещений.

Для исследования влияния эффективности системы определения координат объекта внутри помещения, были проведены испытания в коридоре на территории помещения.

При этом учитывались переотражения сигнала внутри помещения. Высота стен в помещении составляла 3,2 м. Существуют несущие стены. Их число — 3. Они находятся на расстоянии 10 метров друг от друга. Ширина несущей составляет 90 сантиметров, на пути распространения сигнала имеется 7 дверей. Для применения технологий iBeacon микролокации в помещении разместили 8 опорных радиомаячков. Однако в процессе разработки для наиболее эффективного определения позиционирования мобильного объекта было принято решение увеличить количество датчиков до 11 (рис. 1).

При проведении исследований были рассчитаны среднеквадратичное отклонение и абсолютная погрешность δ для каждого случая расположения радиомаячков. Максимальное значение погрешности составило 1,69 м. Однако при добавлении еще 3 радиомаячков значение погрешности снизилось и составило 1,37 м.

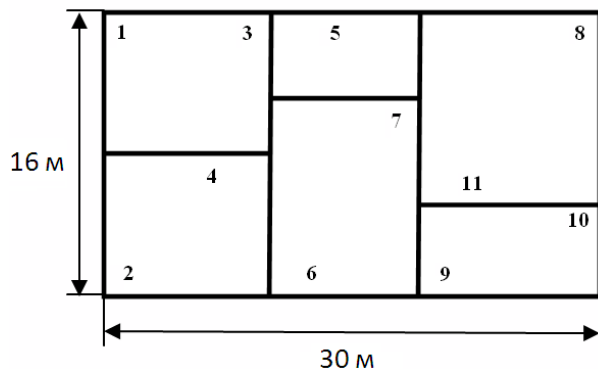


Рис. 1

В ходе получения результатов выявлены кривые ослабления сигнала при распространении между передатчиком и приемником, а также получены данные, при которых ошибка позиционирования умень-

шается с увеличением установленных iBeacon-маячков.

Зависимость ошибки определения точности месторасположения мобильного объекта, которая зависит от количества опорных iBeacon-маячков, внутри и за пределами помещения, представлена на рис. 2.

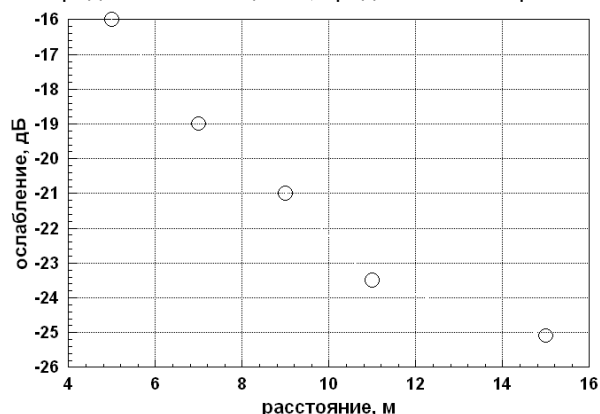


Рис. 2

Плотность вероятности позиционирования мобильного объекта и дисперсия относительной ошибки измерения расстояния составляют 9 и 13,8 процентов по результатам моделирования при оценке расстояний соответственно внутри и вне здания.

3. Заключение

Результаты проведенного эксперимента продемонстрировали характеристики позиционирования объектов внутри помещений на основе технологии iBeacon. Проведена оценка затухания сигнала.

4. Список литературы

- [1] Русанов, П. И. Анализ основных методов позиционирования в сетях wi-fi / П. И. Русанов, А. Г. Юрочкин // Вест. Воронеж. ин-та высоких технологий. — 2019. — № 1 (28). — С. 100—102.
- [2] Русанов, П. И. Особенности работы беспроводных сенсорных сетей / П. И. Русанов, А. Г. Юрочкин // Вест. Воронеж. ин-та высоких технологий. — 2019. — № 4 (31). — С. 79—81.

SIMULATION OF MOBILE OBJECT POSITIONING IN WIRELESS NETWORKS

Preobrazhenskiy A. P., Marenkov N. M.

Scientific adviser: Preobrazhenskiy A. P.

Voronezh Institute of High Technologies, Russia

Abstract — In the paper, the problem related to the positioning of a mobile object in wireless networks based on iBeacon technology is considered. The diagram of the investigated room is presented, the data on signal attenuation are given.

МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМИ ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩИМИ УСТРОЙСТВАМИ

Преображенский А. П., Сеницына А. А.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Преображенский А. П.

Воронежский институт высоких технологий, Россия

E-mail: komkovvvt@yandex.ru

Аннотация — В работе рассмотрена задача, связанная с моделированием управления множеством мобильных приемо-передающих устройств.

1. Введение

Приемо-передающие устройства во многих случаях могут изменять с течением времени свои координаты. На практике можно создавать системы, в которой происходит управление множеством роботов, которые располагаются в пределах заданной территории [1].

Цель работы связана с совершенствованием подходов для системы управления мобильными приемо-передающими устройствами.

2. Основная часть

В работе предлагается формирование системы, позволяющей осуществлять управление совокупностью мобильных приемо-передающих устройств на основе нейросетевых технологий.

Основываясь на этой системе и применяя принципы по управлению роботами в группе, создаются методы, с помощью которых создается система по разработке планов для мобильных приемо-передающих устройств, объединенных в группу.

Анализируются все способы движения, а затем выбирается оптимальный, на основе которого и будет осуществляться последующая разработка.

С учетом того, какой скоростью обладают системы вычислений мобильных устройств и насколько чувствительны их сенсоры [2] и скорость перемещения, маршрут может корректироваться при помощи 2-х методов, представленных ниже.

1. Неполное корректирование нейросетевой модели.

Такой подход представляет интерес, если скорость вычислений и чувствительность сенсоров небольшая. Или сенсоры функционируют при помехах (шум, свет и др.).

2. Создание другой нейросетевой модели. Такой подход представляет интерес, если скорость вычислений и чувствительность сенсоров мобильных роботов высоки.

В этом случае происходит фильтрация шумовых помех, сравнивая, к примеру, данные от различного оборудования, которое может идентифицировать помехи на пути мобильного устройства.

Рассмотрим особенности указанных подходов.

Опишем частичную коррекцию нейросетевой модели.

Эта работа осуществляется по следующим этапам, представленным ниже.

1. Производится создание начальной модели, в которой рабочая область в настоящий момент времени сконфигурирована с известными параметрами.

2. Модель записывается в память.

3. Производится расчет маршрута по модели. После этого мобильное устройство начинает перемещаться к целевой точке.

4. В случае выявления на маршруте помехи, происходит обнуление значений сигналов, которые соответствуют нейронам с соответствующими идентификационными номерами из списка.

5. Корректируется нейросетевая модель.

6. Осуществляется переход к пункту 2.

Опишем особенности формирования новой нейросетевой модели.

Если применять этот метод коррекции маршрута, то функционирование системы будет осуществляться при помощи алгоритма, представленного ниже.

1. Создается нейросетевая модель, и известна конфигурация рабочей области на данное время.

2. Производится расчет маршрута, после чего мобильное устройство начинает перемещаться к целевой позиции.

3. При условии обнаружения новой помехи, нейронные идентификаторы, которые соответствуют данным координатам, заносятся в память.

4. При пересечении маршрута помехой, создается новая нейросетевая модель, при этом сигналы нейронов из списка, принимают нулевое значение.

5. Осуществляется переход к пункту 2.

Модели анализировались при решении задач по нахождению маршрута в рабочей области 20×20 м, сконфигурированной четырьмя разными способами в зависимости от сложности:

— осуществление обхода обычной помехи;

— осуществление поиска выхода из комнаты;

— осуществление поиска маршрута по обходу нескольких помех;

— осуществление поиска маршрута по обходу нескольких помех (по другому варианту).

При решении такой задачи, установлено, что число нейронов участвующих в модели, повышается с ростом сложности расположения помех.

3. Заключение

Результаты проведенного эксперимента открыли возможность оценки среднего количества транзитов в условиях случайного маршрута, то есть на маршруте, который соединяет два произвольных узла.

4. Список литературы

- [1] Русанов, П. И. Анализ основных методов позиционирования в сетях Wi-Fi / П. И. Русанов, А. Г. Юрочкин // Вест. Воронеж. ин-та высоких технологий. — 2019. — № 1 (28). — С. 100—102.
- [2] Русанов, П. И. Особенности работы беспроводных сенсорных сетей / П. И. Русанов, А. Г. Юрочкин // Вест. Воронеж. ин-та высоких технологий. — 2019. — № 4 (31). — С. 79—81.

SIMULATION OF CONTROL OF MOBILE RECEIVING-TRANSMITTING DEVICES

Preobrazhenskiy A. P., Sinitina A. A.

Scientific adviser: Preobrazhenskiy A. P.

Voronezh Institute of High Technologies, Russia

Abstract — In the paper, a problem related to modeling the control of a plurality of mobile transceiver devices is considered.

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ МОДУЛЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И БАЗОВОЙ СТАНЦИЙ ВОЛОКОННО-ЭФИРНОЙ СЕТИ 5G

Ткаченко М. О.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Головин В. В.
Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: Mishko_tkach@mail.ru

Аннотация — Разработана экономически эффективная структура радиопотонных модулей базовой и центральной станций для организации транспортной сети 5G. Описан принцип работы разработанной волоконно-эфирной сети.

1. Введение

В конце июня 2021 года рабочая группа по информационной инфраструктуре АНО «Цифровая экономика» одобрила дорожную карту по стимулированию инвестиционной активности операторов. Одна из инициатив связана с размещением базовых станций для 5G-сетей на крышах домов. Вследствие чего появилась необходимость разработки новых, малогабаритных и экономически-эффективных структур центральных и базовых станций сетей 5G.

2. Основная часть

В докладе рассмотрены модели узлов *Radio over Fiber (RoF)* системы: структуры центральной станции (рис. 2), базовой станции (рис. 3) и канала оптической линии связи (рис. 1) сети 5G.

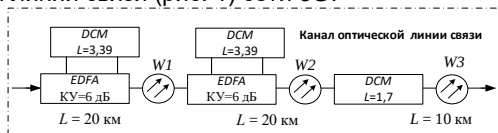


Рис. 1

Для модуляции оптической несущей используется электрооптический модулятор Маха — Цандера.

На выходе центральной станции формируется оптический сигнал с аналоговой амплитудной модуляцией промодулированным СВЧ сигналом с поднесущей 15 ГГц. На участках ВОЛС (рис. 1) предусмотрены усиление на эрбиевом волоконном усилителе EDFA и компенсация дисперсии.

После детектирования на *pin*-фотодиоде и фильтрации на полосно-пропускающем фильтре формируется радиосигнал с QAM и OFDM на несущей частоте 15 ГГц. Далее СВЧ сигнал усиливается до требуемого уровня, подается на смеситель при частоте гетеродина 13 ГГц. В итоге формируется СВЧ сигнал на несущей частоте 28 ГГц для нисходящего канала базовой станции.

3. Заключение

Разработана структура базовой и центральной станции, а также волоконно-оптическая линия связи базовой станции сети 5G на основе технологии RoF с возможностью передачи данных на скорости 10 Гбит/с на расстояние до 50 км.

4. Список литературы

- [1] Ткаченко, М. О. Радиопотонная диаграммообразующая схема фазированной антенной решетки базовой станции сети 5g / М. О. Ткаченко, В. В. Головин // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций. — 2020. — № 3. — С. 122.
- [2] Головин, В. В. Фазированная антенная решетка для сетей 5G / В. В. Головин, М. О. Ткаченко // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций. — 2019. — № 2. — С. 86.

DESIGN OF STRUCTURE OF CENTRAL AND BASE STATIONS OF 5G ROF NETWORK

Tkachenko M. O.

Scientific adviser: Golovin V. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The cost-effective structure of radio-photonic modules of base and central stations for organizing the 5G transport network is designed. The operating principle of the designed RoF network is described.

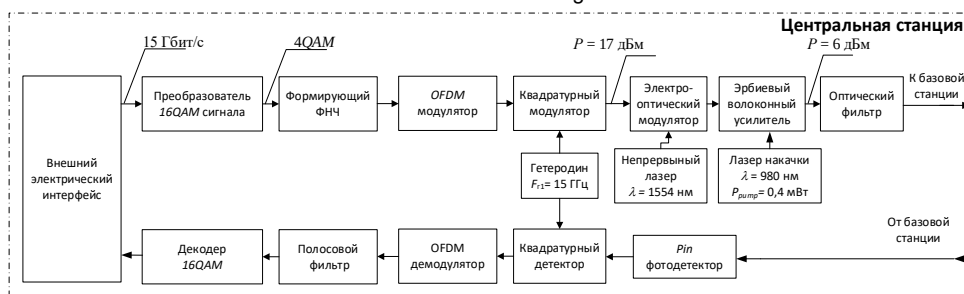


Рис. 2

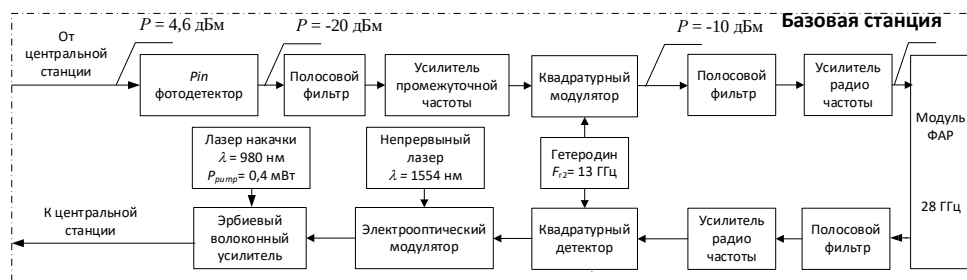


Рис. 3

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ВОЛОКОННО-ЭФИРНОЙ СЕТИ 5G ПРОТЯЖЁННОСТЬЮ 50 КМ

Ткаченко М. О.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Головин В. В.
Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: Mishko_tkach@mail.ru

Аннотация — Разработаны и исследованы модели радиофотонной волоконно-оптической линии связи (РФВОЛС), промоделирован канал линии связи длиной 50 км на 2-х и 3-х участках.

На рис. 3 показан спектр СВЧ сигнала после детектирования оптического сигнала.

1. Введение

Технология *Radio over Fiber (RoF)*, обеспечивающая передачу СВЧ радиосигнала по волоконно-эфирной структуре, является перспективным направлением развития современных телекоммуникационных систем. Применений *RoF* технологий позволяет уменьшить структуру, габариты и энергопотребления базовых станций, тем самым существенно повысить экономический эффект от развёртываемой сети 5G.

2. Основная часть

Для работы была выбрана технология организации передачи радиосигналов по волоконно-эфирным структурам под названием *Intermediate Frequency over Fiber* (рис. 1), которая позволяет исключить применение дорогостоящих широкополосных оптоэлектронных компонентов.



Рис. 1

В системах *IFoF* радиосигнал вводится на пониженной промежуточной частоте, который модулирует оптическую несущую лазера напрямую или с помощью внешнего модулятора, и затем с выхода ЦС передаётся в оптоволоконный тракт. На БС осуществляется переход на несущую частоту информационного радиосигнала.

В САПР *OptiSystem*, была разработана модель *RoF* системы протяжённостью 50 км, реализованная на 3-х отрезках «волокна» 20 км, 20 км и 10 км соответственно. На каждом участке предусмотрено усиление оптического сигнала и компенсация дисперсии.

На рис. 2 показан спектр оптического сигнала на входе базовой станции.

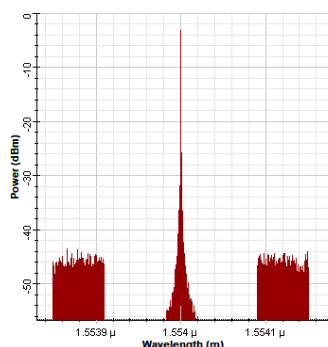


Рис. 2

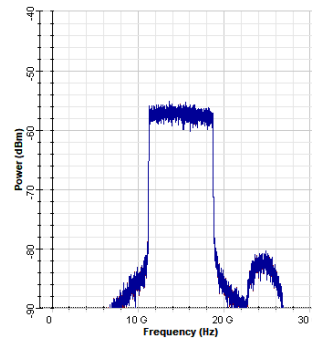


Рис. 3

На рис. 4 показано QAM созвездие на выходе OFDM детектора.

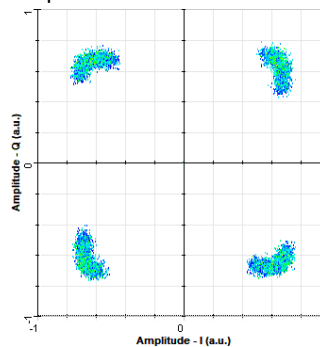


Рис. 4

3. Заключение

Разработана модель *RoF* систем протяжённостью 50 км для волоконно-оптической линии длиной 50 км получена топология РФВОЛС со скоростью передачи данных 10 Гбит/с и с высоким отношением сигнал/шум на радиочастотной поднесущей.

4. Список литературы

- [1] Ткаченко, М. О. Радиофотонная диаграммообразующая схема фазированной антенной решётки базовой станции сети 5g / М. О. Ткаченко, В. В. Головин // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций. — 2020. — № 3. — С. 122.
- [2] Головин, В. В. Фазированная антенная решётка для сетей 5G / В. В. Головин, М. О. Ткаченко // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций. — 2019. — № 2. — С. 86.

DESIGN OF HIGH SPEED RoF 5G NETWORK WITH THE LENGTH OF 50 KM

Tkachenko M. O.

Scientific adviser: Golovin V. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Models of a radio-photon fiber-optic communication line (RoF) is designed and studied. The communication line channel with the length of 50 km is modeled on 2 and 3 sections.

ВЫСОКОСКОРОСТНАЯ 4-QAM ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Ткаченко М. О.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Головин В. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: Mishko_tkach@mail.ru

Аннотация — Сформирована схема высокоскоростной радиопотонной системы передачи данных с использованием аналоговой оптической модуляции с *OFDM* и *QAM* на СВЧ, промоделированы ее основные характеристики и достигнута возможность высокоскоростной передачи больших объемов данных.

1. Введение

В связи с ростом интереса использования диапазонов частот выше 26 ГГц для построения сетей 5G, появляется необходимость в освоении радиопотонных (РФ) технологий передачи данных и проектирования радиопотонных волоконно-оптических систем.

2. Основная часть

На рис. 1 показана РФ модель формирования радиосигнала на промежуточной частоте с 4-QAM модуляцией и мультиплексированием с ортогональным частотным разделением (*OFDM*), разработанная в САПР.

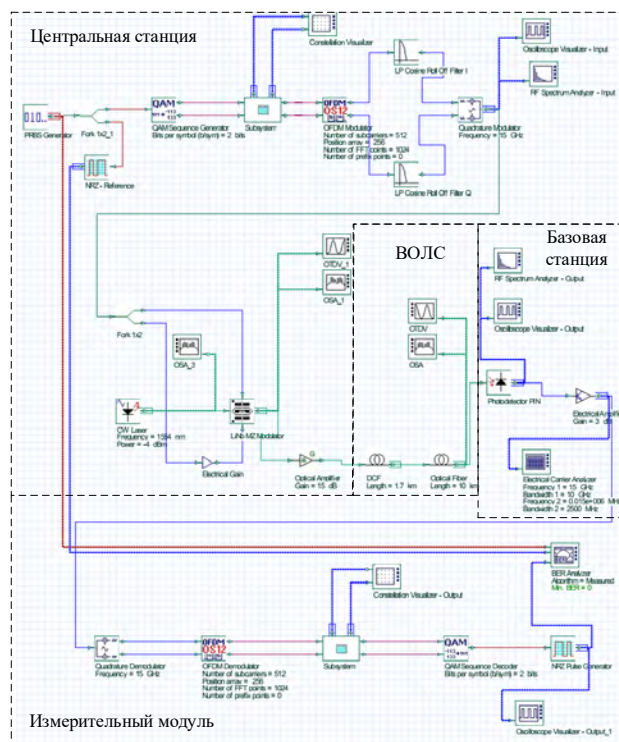


Рис. 1

На рис. 2 показаны параметры окна настройки *OFDM* модулятора.

Видно, что для формирования *OFDM* сигнала используется 512 поднесущих *OFDM* модулятора.

Выбрана несущая частота 15 ГГц — промежуточная частота для дальнейшей модуляции оптической несущей.

Label: OFDM Modulator				
Disp	Name	Value	Units	Mode
☐	Number of input ports	1		Normal
☒	Number of subcarriers	512		Normal
☒	User defined position	☒		Normal
☒	Position array	256		Normal
☒	Number of FFT points	1024		Normal
☒	Symmetric spectrum	☐		Normal
☒	Cyclic prefix	Symbol extension		Normal
☒	Number of prefix points	0		Normal

Рис. 2

На рис. 3 показан спектр сигнала на выходе электрической части проектируемой системы.

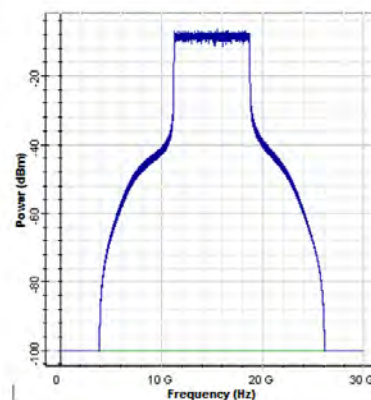


Рис. 3

3. Заключение

Разработана модель формирования 4-QAM сигнала с *OFDM* на поднесущей частоте 15 ГГц в САПР, что позволяет уменьшить влияние дисперсионных характеристик волокна на радиосигнал с цифровой компрессией в боковой полосе.

На уровне базовой станции после детектирования оптической несущей при этом требуется дополнительный перенос СВЧ спектра на рабочую несущую частоту 28 ГГц.

4. Список литературы

- [1] Ткаченко, М. О. Радиопотонная диаграммообразующая схема фазированной антенной решётки базовой станции сети 5G / М. О. Ткаченко, В. В. Головин // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций. — 2020. — № 3. — С. 122.
- [2] Головин, В. В. Фазированная антенная решётка для сетей 5G / В. В. Головин, М. О. Ткаченко // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций. — 2019. — № 2. — С. 86.

HIGH SPEED 4-QAM FIBER OPTICAL DATA TRANSMISSION SYSTEM

Tkachenko M. O.

Scientific adviser: Golovin V. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A high-speed radio-photonic data transmission system using analog optical modulation is designed, its main technical characteristics is modeled, and the possibility of high-speed transmission of large amounts of data is achieved.

АЛГОРИТМ РАЗВЕРТЫВАНИЯ КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЕЙ

Головин В. В., Новиков С. Д., Каленюк С. А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Головин В. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: stepan.novikov2020@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены основные протоколы и технологии, используемые при построении территориально-распределённой корпоративной сети. Произведен анализ компаний производителей сетевого оборудования. Произведены выбор и настройка устройств для реализации территориально-распределённой корпоративной сети, построена обобщенная топология сети с последующим ее моделированием в программном обеспечении *Cisco Packet Tracer*. Разработана структура территориально-распределённой корпоративной сети, которая позволяет обеспечить взаимодействие между главным офисом и филиалом компании.

1. Введение

На данный момент множество компаний сталкиваются с задачами создания эффективной и гибкой сети управления филиалами, создания оперативного управления информационными потоками между своими отделами, а также создания системы быстрого документооборота и оперативного сбора информации. Осуществить все перечисленные задачи, стало возможно благодаря корпоративным сетям передачи данных (КСПД). Чтобы произвести построение КСПД с большим количеством пользователей, необходимо использовать коммутаторы и маршрутизаторы, поэтому также важно произвести правильный выбор оборудования.

2. Основная часть

Проанализировав все технологии и протоколы, используемые при построении территориально-распределённой корпоративной сети, можно выделить следующие:

— технологии, которые будут использоваться при построении КСПД: *VPN, ACL, NAT, VLAN*, агрегирование каналов;

— протоколы, которые будут использоваться при построении КСПД: *GRE, IP Security, IP Security VTI, DMVPN, DHCP*.

Произведя обзор производителей сетевого оборудования корпоративных сетей, по итогу рейтинга лучшим производителем сетевого оборудования является компания *Cisco Systems*.

Произвели предварительный анализ проектируемой сети, для этого реализовали расчет трафика (таблица 1), учитывая количество сотрудников и возможные виды деятельности, которые также влияют на потребление трафика [1].

Таблица 1

Тип трафика	Оптимальная скорость
Серфинг в глобальной сети Интернет	2 Мбит/с
Сервис «Discord»	6 Мбит/с
Сервер 1С	10 Мбит/с

$$V_{\text{гл.серф}} = N_{\text{гл}} U_{\text{гл.серф}}$$

Для дальнейшего проектирования, в качестве обобщенной топологии была взята топология «дерева» [2] и построена электрическая структурная схема (рис. 1). Выбрали необходимое оборудование компании *Cisco Systems*, учитывая все технические ха-

рактеристики и возможные условия эксплуатации.



Рис. 1

После предварительной настройки оборудования, которая включала в себя *IP*-адресацию и некоторые технологии, описанные ранее, был смоделирован аналог сети в *Cisco Packet Tracer*. С помощью спроектированной модели убедились в соответствии поставленным при начальном проектировании задачам:

- задача корректности составления маршрутов пакетов;
- задача соответствия таблицам *IP*-адресации;
- задача корректного взаимодействия отдельных отделов главного офиса и филиала;
- задача организации доступа к удаленному серверу.

3. Заключение

Разработанная структура территориально-распределённой корпоративной сети соответствует современным стандартам, является работоспособной и обеспечивает эффективное и гибкое управление сетью филиала, открывает возможность оперативного управления информационными потоками между всеми отделами.

4. Список литературы

- [1] Куроуз, Д. Ф. Компьютерные сети. Настоящая книга системного администратора / Д. Ф. Куроуз — М. : Эксмо, 2016. — 912 с.
- [2] Гонта, А. С. Топология IP-сетей и пропускной способности / А. С. Гонта — М. : Алгоритм безопасности, 2014. — 124 с.

ALGORITHM FOR CORPORATE NETWORKS DEPLOYING

Golovin V. V., Novikov S. D., Kalenyk S. A.

Scientific adviser: Golovin V. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The aim of the work is to develop a geographically distributed corporate network. The main protocols and technologies used in the construction of a geographically distributed corporate network are considered. The analysis of companies producing network equipment has been carried out. The selection and configuration of devices for the implementation of a territorially distributed corporate network were done, a generalized network topology was built with its subsequent modeling in the *Cisco Packet Tracer* software. A geographically distributed corporate network has been designed, which allows for interaction between the head office and the branch of the company.

АНАЛИЗ ГЕНЕРАТОРА ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБРАТНОГО ХАОТИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

Паслён В. В., Куринный Ф. А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Паслён В. В.
Донецкий национальный технический университет, Донецк
E-mail: feodormag@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен метод генерации псевдослучайных чисел из равномерного распределения с использованием адекватного хаотического преобразования. Метод позволяет «сплющивать» непрерывные распределения до равномерных. В этой статье представлен процесс, обратный вышеупомянутому методу, и, как следствие, новый способ генерации псевдослучайных чисел из заданного непрерывного распределения. В методе используется частота появления последовательных ветвей хаотической трансформации в процессе «уплощения». Для генерации значений из данного распределения требуются одно дискретное и одно непрерывное значение случайной величины. Представленный метод не требует прямого знания функции плотности или кумулятивной функции распределения, что, несомненно, является большим преимуществом по сравнению с другими известными методами. Описанный метод был проанализирован на примере стандартного нормального распределения.

1. Введение

Генерация псевдослучайных чисел имеет решающее значение во многих областях науки, таких как криптография, где необходимы, например, криптографически безопасные псевдослучайные числа или научные вычисления, где часто решающее значение имеют числа, отличные от равномерного распределения, например

$$X = F^1(u),$$

где u — случайная величина из равномерного распределения на интервале $(0,1)$, F^1 — функция квантиля, а X — случайная величина с распределением, соответствующим F . Другой очень популярный метод генерации псевдослучайных чисел — метод отклонения (также называемый приемом и отклонением), который является следствием следующего наблюдения: если случайная точка (X, Y) равномерно распределена в области $G(f)$ между графиком функции плотности f и осью x , то случайная величина X имеет плотность f .

2. Основная часть

Обращение хаотического преобразования, не дает однозначного решения. Тем не менее, зная, какая из ветвей преобразования была повторена, хаотическая карта может быть инвертирована. Это может быть достигнуто путем нахождения последовательных прообразов с помощью функции, обратной соответствующей ветви. Предполагая, что у нас есть две ветви, которые обозначены как «0» и «1», любая орбита, начинающаяся с начальной точки, создает определенную двоичную последовательность. Таким образом, заменяя каждую двоичную последовательность соответствующим целым числом, в результате получается набор целых чисел. Далее для такого набора можно вычислить частоту появления определенных целых чисел ω_i , в соответствии с зависимостью

$$\omega_i = \frac{n_i}{N},$$

где n_i — количество следующих друг за другом целых чисел в наборе $i = 0, 1, \dots, 2^{n-1}$.

Описанный в [2] алгоритм представляет собой приближенный метод генерации псевдослучайных чисел. Это можно рассматривать как форму метода декомпозиции распределений. Точность метода зависит от значений ω_i , которые необходимо назначить для достаточно большого множества X с адекватным числом итераций n . Затем производные значения ω_i могут быть каталогизированы. Затем, чтобы генерировать значения из данного распределения, не обязательно знать функцию плотности или кумулятивную функцию распределения. Это исключает первый шаг в предложенном в [2] алгоритме. По сравнению с другими методами, такими как обращение кумулятивной функции распределения или метод приемки-брака, это, несомненно, большое преимущество. Тем не менее, алгоритм требует генерировать два значения случайных величин (одно дискретное и одно из равномерного распределения), что по сравнению с методом инверсии кумулятивного распределения является недостатком.

3. Заключение

Метод, обсуждаемый в статье [1], позволяет генерировать псевдослучайные числа из заданного распределения. Это требует знания частоты появления определенных ветвей преобразования в процессе генерации равномерного распределения. Однако ни функция плотности, ни кумулятивная функция распределения не используются напрямую в методе. Его можно применять для создания серии генераторов псевдослучайных чисел из непрерывного распределения вероятностей.

4. Список литературы

- [1] Bardell, P. H. Analysis of Cellular Automata Used as Pseudorandom Pattern generators / P. H. Bardell // Proc. of 1990 Int. Test Conf. — P. 762—768.
- [2] Иванов, М. А. Теория, применение и оценка качества генераторов псевдослучайных последовательностей / М. А. Иванов, И. В. Чугунков. — М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2003. — 240 с.

ANALYSIS OF GENERATOR OF PSEUDO-RANDOM SEQUENCE WITH INVERSE CHAOTIC TRANSFORMATION

Paslyon V. B., Kurinniy F. A.

Scientific adviser: Paslyon V. B.

Donetsk National Technical University, Donetsk

Abstract — A method for generating pseudo-random numbers from a uniform distribution using a chaotic transformation was discussed.

ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ЗОНД

Ватрич А. Д., Зиборов С. Р., Щекатурин А. А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Щекатурин А. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: vatrach_a@mail.ru

Аннотация — Приведены результаты разработки гидрологических датчиков для сбора и передачи цифровой информации различной природы.

1. Введение

Современные гидрологические датчики температуры, плотности, солености и других основных параметров и показателей, составляют важную часть системы мониторинга морской среды, которая может обеспечить передачу собранной информации на исследовательские суда и беспилотные летательные аппараты.

2. Основная часть

В мировой практике на данный момент применяется технология создания систем мониторинга морской среды по принципу проводимость-температура-глубина, CTD (англ.).

В качестве альтернативы элементам таких систем разработан волоконно-оптический зонд, устойчивый к электромагнитным помехам и коррозии и приспособлен для создания сетей и дистанционного зондирования.

Данное устройство представляет собой измерительную систему датчиков для высокоточного измерения и оценки солености морской среды, скорости звука, температуры, плотности и давления.

Разрабатываемое устройство собирает информацию и передает ее при помощи микроконтроллера STM32F4 со скоростью от 84 до 180 МГц, производительностью до 363 MIPS, флэш-памятью от 64 до 2048 кБ, оперативной памятью от 32 до 384 кБ, источником питания 1,7—3,6 В, связью USART, SPI, I2C, CAN, Ethernet, USB, TFT, MIPI DSI, Chrom-ART и аналоговым выходом, и беспроводного радиомодуля MBee-2.4-2.1-SMA-PLS12, беспроводной радиомодуль диапазона 2,4 ГГц (ZigBee PRO, RF4CE) мощный радиомодуль с низким энергопотреблением, с дальностью связи в зоне прямой видимости до 3000 м.

Схема установки оптического датчика показана на рис. 1.

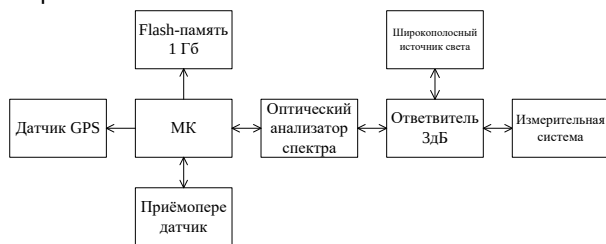


Рис. 1

Система опроса состоит из широкополосного источника света (ШИС), ответвителя на 3 дБ и оптического анализатора спектра (ОАС). Широкополосный источник света имеет гауссов выход с полосой пропускания от 45 нм до 1550 нм и оптическая выходная мощность 15 мВт. Свет распространяется от широкополосного источника света через ответвитель 3 дБ к датчику, где он модулируется интерферометром внешнего волокна Фабри — Перо (EFPI) и Волоконные брэгговские решетки (FBG). Модулированный

свет отражается обратно EFPI и FBG и проходит обратно по волокну SM к ответвителю 3 дБ, который направляет отраженный свет на оптический анализатор спектра (ОАС). Оптический анализатор спектра основан на линейном датчике изображения и имеет 512 пикселей с разрешением, соответствующим длине волны пм в диапазоне длин волн от 1510 нм до 1595 нм. ОАС подключается по USB 3.0 к микроконтроллеру (МК), на котором запускается пользовательское приложение для интерпретации информации о сигнале.

Передача информации происходит в диапазоне 2,4 ГГц при помощи технологии ZigBee PRO и RF4CE.

Zigbee — спецификация сетевых протоколов верхнего уровня — уровня приложений APS (англ. application support sublayer) и сетевого уровня NWK, — использующих сервисы нижних уровней — уровня управления доступом к среде MAC и физического уровня PHY, регламентированных стандартом IEEE 802.15.4 Zigbee и IEEE 802.15.4 описывают беспроводные персональные вычислительные сети (WPAN).

В разрабатываемом устройстве применяется протокол RF4CE, предназначенный для дистанционного управления оптическими датчиками. RF4CE позволяет передавать данные от контроллера к приемнику и обратно, то есть является двунаправленным, что позволяет передавать собранную информацию и принимать сигналы управления, например, включение/выключение.

3. Заключение

В докладе рассмотрен гидрологический зонд сбора и передачи информации, представляющий собой систему датчиков.

Выявлена перспектива применения оптических датчиков для применения их в гидрологических исследованиях, а также использование приёмопередатчиков с низким энергопотреблением.

4. Список литературы

- [1] Underwater Depth and Temperature Sensing Based on Fiber / D. B. Duraibabu, G. Leen, D. Toal, T. Newe, E. Lewis, G. Dooly // Optic Technology for Marine and FreshWater Applications. — 2017.
- [2] All-silica fiber-optic temperature-depth-salinity sensor based on cascaded EFPIs and FBG for deep sea exploration [Электронный ресурс] / Y. Liu [et. al.]. — Режим доступа: <https://www.osapublishing.org/oe/fulltext.cfm?uri=oe-29-15-23953&id=453272>.

PROGRAMMABLE HYDROLOGY PROBE

Vatrach A. D., Ziborov S. R., Schekaturin A. A.

Scientific adviser: Schekaturin A. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of studies of hydrological sensors for collecting and transmitting digital information of various nature are presented.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЕМ УЧЕБНОЙ ЛАБОРАТОРИИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ «ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ»

Лашченко И. В., Дурягин Д. С., Палесика Я. Ю.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Лашченко И. В.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: danyaq@mail.ru

Аннотация — В докладе рассматривается принцип организации работы учебной лаборатории с помощью технологии «Интернет вещей», для достижения максимального комфорта обучающихся и преподавательского состава, а также возможной организации дистанционного практического обучения в учебном процессе.

1. Введение

В настоящее время часто возникает необходимость удаленного или автономного управления домашним оборудованием, и идея распространения IoT технологий набирает высокие обороты. Интернет вещей (англ. *Internet of Things, IoT*) — это сеть, состоящая из исполнительных устройств, связанных между собой посредством проводного или беспроводного соединения, с использованием протокола *Internet Protocol (IP)*, и обеспечивающая возможность реагировать на изменения внешней среды без человеческого вмешательства, но в соответствии с заранее продуманным планом.

2. Основная часть

Управление оборудованием учебной лаборатории будет осуществляться по следующему принципу:

- оборудование, обеспечивающее жизнедеятельность (освещение, отопление и тому подобное) регулируется автоматически, в соответствии с информацией, поступающей с датчиков;

- стенды с учебным оборудованием могут управляться локально, а также удаленно с помощью специально разработанного интерфейса, пример такой организации — обучения [1].

Таким образом, система управления включает:

- контроллеры — приборы, обеспечивающие управление регулирующими устройствами и формирование управляющих команд;

- датчики — устройства для получения информации об изменяющихся характеристиках окружающей среды;

- регулируемые устройства (электрооборудование, видеокамеры, мультимедиа, элементы стендов [2]);

- устройства управления, программирования системы, например, пульты дистанционного управления, компьютеры со специально разработанным ПО, а также смартфоны пользователей;

- преобразователи интерфейсов.

Сравнение характеристик радиопrotocolов, подходящих для организации системы, представлено в таблице 1.

Таблица 1

Протокол	Частоты (МГц)	Скорость передачи
RF	433; 868; 2400	600—4800 бит/с
Z-wave	869	42 кбит/с, 100 кбит/с и 9,6 кбит/с
Zigbee	2400—2483	250 кбит/с
Wi-Fi	2412—2484	11000/54000 кбит/с
Bluetooth	2400—2483	721 кбит/с
KNX	868—870	16384 бит/с
X10	433	20 бит/с

Для организации сети используем следующую структуру: модуль *Raspberry pi 3* с установленным *OpenHAB*, который будет отсылать сообщения в *MQTT* «брокер» в соответствующие «топики». Устройства управления на основе *Arduino* подключаются к шине *RS485* с помощью приемопередатчиков на основе микросхемы *MAX485*, которые преобразуют сигналы *TTL* в стандарт *RS485* и обратно. Эти устройства реализуют заданные алгоритмы управления оборудованием, а также могут подключаться к *MQTT* «брокеру» для получения информации от различных датчиков.

Такая система позволит организовать:

- дистанционное управление учебными стендами;
- систему сигнализации с передачей сообщений;
- систему контроля доступа;
- аналитическое видеонаблюдения для повышения уровня безопасности;
- автоматическую систему управления освещением;
- автоматическую систему управления климатом (отопление, вентиляция и кондиционирование);
- контроль аварийных ситуаций: утечки воды, аварии в электросети;
- контроль ресурсов.

3. Заключение

Таким образом, разработанная система управления оборудованием учебной лаборатории на основе технологии «Интернет вещей» позволит обеспечить дистанционное управление оборудованием различного типа.

4. Список литературы

- [1] Удаленное практическое занятие по беспроводной системе безопасности «СТРЕЛЕЦ-ПРО» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://educ.argus-spectr.ru>.
- [2] Стенд систем контроля доступа для дисциплины «Технические средства обеспечения безопасности» / И. В. Лашченко, А. П. Рыжанков, Е. С. Ситникова, А. В. Ярова // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций. — 2019. — № 2. — С. 162.

CONTROL SYSTEM OF EQUIPMENT FOR EDUCATIONAL LABORATORY BASED ON THE IOT TECHNOLOGY

Lashchenko I. V., Duryagin D. S., Palesika Y. U.
 Scientific adviser: Lashchenko I. V.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — In report, the principle to organize a work of the educational laboratory using the "Internet of Things" technology to achieve the maximum comfort of students and teaching staff, as well as the possible organization of distance practical training of the educational process are considered.

OSS/BSS СИСТЕМЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ

Редькина Е. А., Яковлева Т. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Редькина Е. А.
Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: yakovleva.taya@list.ru

Аннотация — Рассмотрены проблемы и особенности применения систем автоматизации OSS и BSS в телекоммуникационных сетях.

1. Введение

Современные телекоммуникационные компании не могут адекватно и активно развиваться, не применяя инструменты автоматического управления и контроля элементов и параметров сетей. В статье рассматриваются основные возможности известных инструментов автоматизации OSS/BSS, их достоинства и возможные проблемы внедрения.

2. Основная часть

В целом, при описании проблем внедрения систем управления в телекоммуникационных сетях нельзя полностью разделить OSS (Operation Support System) — системы, отвечающие за взаимодействие с телекоммуникационной средой, и BSS (Business Support System) — системы, обеспечивающие поддержку деловых процессов телекоммуникационных операторов. Поскольку зачастую их отдельные функции в той или иной степени могут реализовываться в рамках одного программного продукта.

В целом, проведя анализ доступных источников информации, можно проследить общую структуру отечественного рынка телекоммуникационных программных продуктов для мобильных операторов, в которых ниша BSS занимает порядка 70 %, в то время как OSS направление — 30 %. Приблизительно 80 % рынка составляют ведущие телекоммуникационные компании такие как, Мегафон, Вымпелком, Ростелеком, МТС и 20 % — это менее крупные операторы.

На данный момент у отечественной телекоммуникационной отрасли BSS пользуются спросом CRM системы и биллинга, а ключевые модули OSS — это решения по управлению сетью (Network Performance), сбору и анализу статистики (Planning, Provisioning). Остальной рынок принадлежит системам, отвечающим за мониторинг производительности и продукты управления качеством обслуживания.

При этом основные проблемы телекоммуникационных и мобильных операторов заключаются в основном в обновлении и усовершенствовании как уже реализованных решений в области управления, так и в разработке решения по организации процессов управления, для оптимального развития бизнес в долгосрочной перспективе, в том числе в рамках концепции 5G/ 6G. В настоящий момент существуют следующие проблемы реализации:

- разрыв между BSS и OSS;
- недостаточная «оперативная видимость»;
- недостаточный каталог коммерческих услуг вместе с каталогом технологий;
- существующий режим санкций;
- обслуживание клиентов не сопоставляется с сетевыми ресурсами.

Таким образом, основные проблемы напрямую завязаны на необходимость более глубокой автома-

тизации процессов контроля и управления на всех сферах деятельности компании, что в итоге позволит бизнесу видеть доступные запасы, быстро предоставлять клиентам котировки и предоставлять бесшовные сквозные интерфейсы. Опишем возможные технологии, которые могут быть применены телекоммуникационными компаниями, которые обеспечат быструю цифровую трансформацию:

— технология управление заказами и подготовка услуг — автоматизируйте рабочие процессы подготовки, чтобы быстрее предоставлять услуги клиентам. Технология предполагает анализ получения, проверки и выполнения заказов, а затем анализ процесса (вычисление KPI);

— технология CRM с Configure-Price-Quote (CPQ) для упрощения создания точных и высоко настроенных котировок с централизованной моделью и в режиме реального времени;

— применение единого каталога продукции с оптимизацией работы на одной платформе и одним заданием процесса (создания, изменения и запуска нового продукта);

— технология Service Assurance для сокращения времени устранения неисправностей благодаря автоматическому созданию кейсов по инцидентам, затрагивающим сеть и оборудование;

— инструмент для аналитики — простое подключение данных из стеков OSS/BSS и создание автоматизированных панелей мониторинга. Эта отчетность на основе данных помогает компаниям принимать лучшие и быстрые решения.

3. Заключение

Благодаря инновационному подходу к OSS/BSS с автоматизированными процессами телекоммуникационные компании могут работать с большей гибкостью и быстро адаптироваться к меняющимся требованиям клиентов. Наиболее достойным решением будет получать услуги разных разработчиков. В настоящее время ключевой целью является совершенствование управляющих агентов.

4. Список литературы

- [1] Innovation in OSS/BSS: Creating a Foundation for Rapid Telco Transformation [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://telecomdrive.com/innovation-in-oss-bss-creating-a-foundation-for-rapid-telco-transformation/>

OSS/BSS SYSTEMS FOR CONTROL IN TELECOMMUNICATION NETWORKS

Redkina E. A., Yakovleva T. V.

Scientific adviser: Redkina E. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — Problems and features of implementation of automation systems OSS/BSS in telecommunication networks are considered.

РАДИОПЕРЕДАЮЩИЙ МОДУЛЬ СИСТЕМЫ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ LORA

Ватрич А. Д., Оплемах Г. О., Иськив В. М.

Научный руководитель: Иськив В. М.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: vatrach_a@mail.ru

Аннотация — В статье рассмотрены вопросы передачи и приёма информации с беспилотных аппаратов при помощи радиомодулей LoRa, которые применяются в системе сбора и передачи различной информации.

1. Введение

В различных системах сбора и передачи информации, в том числе системах связи, необходимы устройства, способные определять местоположение устройств, с которых принимается информация, а также записывать и хранить для последующей передачи собранную информацию при помощи беспилотных аппаратов (БПА). Перспективной и наиболее подходящей для этих целей на данный момент является технология LoRa. Данная технология позволяет передавать и принимать данные на дальние расстояния с низким энергопотреблением при помощи линейной частотной модуляции в широкой полосе частот.

2. Основная часть

Разрабатываемый радиомодуль представляет собой устройство, встроенное в корпус беспилотного аппарата, задача которого вначале удалённо определить местоположение искомого объекта, после чего приблизиться к нему на требуемое расстояние, и принять информацию.

В устройстве применён комплект SX1280ED1ZHP (рис. 1) для модема LoRa Basics™, работающий в диапазоне 2,4 ГГц, компании Semtech. Данный комплект содержит в себе один радиочастотный модуль SX1280, схема которого представлена на рис. 2, для диапазона 2,4 ГГц, а также плату разработки NUCLEO-L073RZ — STM32 Nucleo-64 с микроконтроллером STM32L073.



Рис. 1

Плата для разработки STM32 Nucleo-64 с микроконтроллером STM32L073RZ, поддерживает подключение интерфейсов Arduino и ST morpho.



Рис. 2

Микроконтроллер с сверхнизким энергопотреблением STM32L073 объединяет в себе возможности подключения универсальной последовательной шины (USB 2.0) с высокопроизводительным 32-битным

ядром RISC Arm Cortex-M0+, работающим на частоте 32 МГц, имеет блок защиты памяти (MPU), высокоскоростные встроенные запоминающие устройства (до 192 Кбайт флэш-памяти программ, 6 Кбайт данных EEPROM и 20 Кбайт ОЗУ), а также широкий спектр усовершенствованных устройств ввода-вывода и периферийных устройств, 12-разрядный АЦП с аппаратной передискретизацией, два ЦАП, два компаратора со сверхнизким энергопотреблением, несколько таймеров, таймер с низким энергопотреблением (LPTIM), четыре 16-разрядных таймера общего назначения и два базовых таймера, RTC и SysTick, которые можно использовать в качестве шкалы времени. Также имеется два сторожевых таймера, один сторожевой таймер с независимыми часами и возможностями окон и один оконный сторожевой таймер, основанный на тактах шины.

Кроме того, в устройства STM32L073 встроены стандартные и расширенные интерфейсы связи: до трех I2C, двух SPI, одного I2S, четырех USART, маломощного UART (LPUART) и USB, а также до 24 емкостных сенсорных каналов, часы реального времени и набор резервных регистров, которые остаются включенными в режиме ожидания.

STM32L073xx работают от источника питания 1,8—3,6 В (до 1,65 В при отключении питания) с BOR и от источника питания 1,65—3,6 В без опции BOR, в диапазоне температур от –40 до +125 °С.

3. Заключение

Рассмотрен радиомодуль, работающий по технологии беспроводной передачи данных при помощи модуля LoRa, встроенного в корпус беспилотного аппарата.

Выявлена перспектива развития и применения радиомодулей в устройствах для сбора и передачи информации.

4. Список литературы

- [1] Semtech SX1280ED1ZHP. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.semtech.com/products/wireless-rf/lora-24ghz/sx1280ed1zhp>.
- [2] Ultra-low-power Arm Cortex-M0+ MCU with 192 Kbytes of Flash memory, 32 MHz CPU, USB, LCD [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm32l073r.html>.

RADIO TRANSMISSION MODULE FOR COMMUNICATION SYSTEM BASED ON LORA TECHNOLOGY

Vatrach A. D., Oplemakh G. O.,

Iskiv V. M.

Scientific adviser: Iskiv V. M.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the article, the issues of transmitting and receiving information from unmanned vehicles using LoRa radio modules, which are used in the system of collecting and transmitting various information, are considered.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АВТОНОМНОГО И НЕАВТОНОМНОГО СЦЕНАРИЕВ РАЗВЕРТЫВАНИЯ СЕТЕЙ РАДИОДОСТУПА 5G

Филиппов И. Ф., Паламарчук Д. В.

Научный руководитель: Филиппов И. Ф.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: denpalamarshuk@ukr.net

Аннотация — Представлены результаты сравнительного анализа двух сценариев развертывания сетей радиодоступа 5G: автономного и неавтономного.

1. Введение

Техническими спецификациями консорциума 3GPP предусмотрена архитектура совмещенной сети 4G/5G [1, 2]. Предлагается несколько вариантов подключения базовых станций (БС) к опорной сети: автономный (англ. Standalone, SA) и неавтономный (англ. Non-Standalone, NSA). Сценарий SA предполагает непосредственное подключение БС gNB к опорной сети 5G (англ. 5G core network, 5GC). NSA — тесное взаимодействие между БС пятого поколения gNBs и усовершенствованными БС четвертого поколения ng-eNBs.

2. Основная часть

На рис. 1 представлены схемы развертывания сети 5G. Варианты 2 и 5 являются автономными сценариями. Варианты 3/3a, 4/4a, 7/7a — неавтономные сценарии [1].

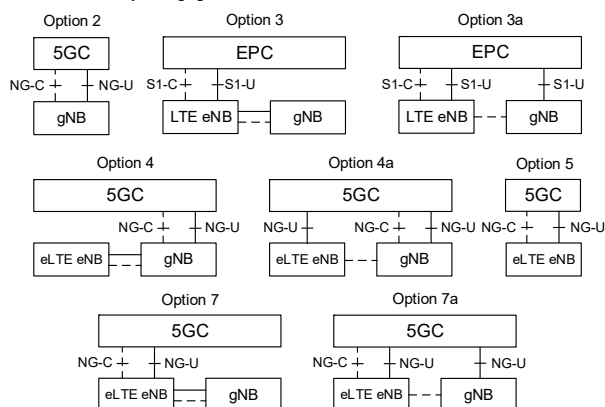


Рис. 1

Варианты 2 и 5 предполагают подключение БС gNB и eLTE eNB к опорной сети 5GC при помощи интерфейсов NG-C и NG-U. Вариант 4 предполагает неавтономное подключение БС eLTE eNB к опорной сети 5GC посредством базовой станции gNB. В варианте 4a интерфейс плоскости пользователя UP подключен напрямую к опорной сети 5GC. В вариантах 3/3a между базовыми станциями gNB и LTE eNB организуется стандартный интерфейс X2-C/U. В вариантах 7/7a между базовыми станциями gNB и eLTE eNB — стандартный интерфейс Xn-C/U сети радиодоступа NG-RAN.

Для операторов, развернувших LTE на частотах 900/1800 МГц, покрытие LTE будет намного лучше, чем покрытие NR (New Radio — новая технология радиодоступа для мобильной сети 5G) на частоте 3,5 ГГц [2]. Вариант NSA 3 является естественным способом развертывания сетей 5G, поскольку он позволяет избежать частого взаимодействия между LTE и NR и развертывания опорной сети 5G. Для операторов, которые стремятся обеспечить полное

покрытие NR и максимальное качество услуг, вариант SA 2 может быть лучшим выбором.

Поскольку NSA в основном нацелена на удовлетворение спроса на пропускную способность от eMBB, она не будет обладать такими же сетевыми возможностями, как SA (например, «нарезка» сети и обработка QoS).

На производительность NSA большое влияние оказывают парные диапазоны для LTE и NR [3]. Между диапазонами 1,9/2,6 ГГц и 3,4—3,6 ГГц помех нет. Однако помехи возникают между частотами 0,9/1,8 ГГц и 3,5 ГГц. Чтобы избежать помех, нужно отказаться от одновременной передачи в каналах LTE и 5G NR, однако это приведет к снижению пиковой скорости передачи данных.

Широко используемая длительность кадра в LTE составляет 5 мс. Из-за этого в случае NSA появляется двойная задержка радиointерфейса, а длительность кадра в 5G SA составляет 2 мс или 2,5 мс. В случае SA, NR и LTE не будут работать одновременно, и, таким образом, исключается возникновение интермодуляции или гармонических помех для устройства 5G.

Устройства SA превосходят устройства NSA по энергопотреблению. При развертывании NSA устройство всегда подключается к сети LTE, и взаимодействие 4G/5G отсутствует. При развертывании SA устройство подключается к сети 5G NR, когда доступно ее покрытие, и переходит в сеть LTE, когда выходит из зоны покрытия 5G. Взаимодействие между 4G и 5G осуществляется через интерфейс N26.

3. Заключение

Подробно проанализировано покрытие, возможности сети, производительность устройств, взаимодействие 4G/5G и сложность развертывания сети. В результате анализа доказано, что SA превосходит NSA по энергопотреблению устройства, сложности развертывания сети и стоимости.

4. Список литературы

- [1] 3GPP TR 38.801, «Radio access architecture and interfaces», V14.0.0 Release 14.
- [2] 3GPP TR 38.802. «Physical Layer Aspects» V 14.2.0 Release 14.
- [3] Guangyi Liu. 5G Deployment: Standalone vs. Non-Standalone from the Operator Perspective/ Liu Guangyi, Huang Yuhong, Chen Zhuo // IEEE Communications Magazine. — 2020. — 58(11). — С. 83—89.

COMPARATIVE ANALYSIS OF STANDALONE AND NON-STANDALONE SCENARIOS FOR 5G RADIO ACCESS NETWORKS DEPLOYING

Filippov I. F., Palamarshuk D. V.

Scientific adviser: Filippov I. F.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of comparative analysis of two scenarios of deployment of 5G radio access networks are presented. The scenarios are standalone and non-standalone ones.

АНАЛИЗ БИЗНЕС-МОДЕЛЕЙ И УСЛУГ В СЕТЯХ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ

Филиппов И. Ф., Нефедов А. С.

Научный руководитель: Филиппов И. Ф.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: arturnelson1997@gmail.com

Аннотация — Выполнен анализ бизнес-моделей и услуг в сетях мобильной связи пятого поколения (5G). Рассмотрены требования к техническим параметрам сети и оборудования.

1. Введение

Мобильные сети 5G должны стать новым фундаментом будущей цифровой экономики и позволить представить пользователям новые услуги со сверхширокополосным, высокоскоростным и надежным доступом. Внедрение технологий 5G зависит от нескольких факторов: уровня сопутствующих услуг, состояния бизнеса и уровня цифровой культуры населения. Вследствие этого уровень развития телекоммуникационных технологий пропорционален уровню цифровизации экономик государств и текущим требованиям рынка.

2. Основная часть

Операторы мобильной связи пятого поколения (англ. Fifth generation, 5G) должны предоставлять пользователям три ключевых вида услуг, определяющих бизнес-модели их деятельности: расширенную широкополосную мобильную связь (англ. enhanced mobile broadband, eMBB); массовую межмашинную связь (англ. massive machine-type communications, mMTC); сверхнадежную межмашинную связь с низкими задержками (англ. ultra-reliable low latency communication, uRLLC).

Приоритетным для реализации на первом этапе развёртывания мобильных сетей 5G согласно спецификациям 3GPP выбран сценарий, ориентированный на оказание услуг eMBB. Это обусловлено тем, что данная технология обеспечивает большую полосу пропускания данных и умеренные улучшения задержки в сети для предоставления новых сервисов, таких как передача потокового видео в высоком разрешении.

В рамках mMTC должна быть реализована концепция массового интернета вещей (англ. Massive internet of things, mIoT).

На рис. 1 представлена диаграмма сравнения бизнес-моделей операторов перспективных мобильных сетей 5G.



Рис. 1

Представленные бизнес-модели предлагают, как улучшение существующих приложений телекоммуникационных технологий, так и новые услуги, и сервисы. Это отвечает быстрому росту числа абонентов мобильных сетей, развитию облачных сервисов, технологий беспилотного транспорта, дополненной и виртуальной реальности.

Перечень задач и требований к услугам в сетях 5G представлен в таблице 1.

Таблица 1

Услуги предоставляемые 5G	Задачи	Требования к функционалу сети
eMBB	Видео ультравысокой плотности 4K/8K, виртуальная и дополненная реальности	Высокая пропускная способность, кодирование видеосигнала
mMTC/mIoT	Сенсорные сети, для большинства неподвижных абонентских устройств	Массовое подключение и покрытие очень больших зон обслуживания
uRLLC	Беспилотный транспорт, «умные» электросети, удаленные операционные работы	Низкие задержки и высокая надежность

3. Заключение

Таким образом, бизнес-модели и сервисы, предоставляемые в мобильных сетях, определяют первичные требования к техническим параметрам телекоммуникационного оборудования.

4. Список литературы

- [1] Тихвинский, В. О. Сети мобильной связи 5G: технологии, архитектура и услуги / В. О. Тихвинский, С. В. Терентьев, В. А. Коваль. — М. : Издат. дом Медиа Паблишер, 2019. — 376 с.
- [2] 3GPP TR 22.261. «Service requirements for the 5G system». V 18.4.0 Release 18.

ANALYSIS OF BUSINESS MODELS AND SERVICES IN FIFTH-GENERATION MOBILE NETWORKS

Filippov I. F., Nefedov A. S.

Scientific adviser: Filippov I. F.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — Analysis of business models and services in fifth-generation mobile networks (5G) is completed. The requirements for the technical parameters of the network and equipment are considered.

РАЗРАБОТКА ФЕМТОСОТОВОЙ БАЗОВОЙ СТАНЦИИ

Савочкин А. А., Абдулгазиев О. Р., Новикова Т. В.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Савочкин А. А.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: osmandinho@mail.ru

Аннотация — Выполнено обоснование структуры фемтосотовой базовой станции, рассмотрены особенности реализации структуры со стороны оператора мобильной сети. Обсуждается проблематика широкого внедрения фемтосотового оборудования.

1. Введение

Известно, что фемтосота — маломощная и миниатюрная станция сотовой связи малого радиуса действия, предназначенная для обслуживания небольшой территории, например, небольшого офиса или квартиры. Соединяется с сетью сотового оператора через интернет канал связи [1].

В работе представлены результаты разработки структурной схемы фемтосотовой базовой станции и определяются основные проблемы, сдерживающие распространение данной технологии реализации.

2. Основная часть

В состав структурной схемы, обеспечивающей работы фемтосети должны быть включены: точка доступа; шлюз безопасности; контроллер IP-доступа; сервер аутентификации, авторизации и учета; менеджер балансировки нагрузки; менеджер фемтосети; система управления элементами сети; DNS и NTP серверы [1, 2].

Точка доступа фемтосотовой сети (FAP) обеспечивает локальное покрытие мобильной сети и выделенную «емкость» в доме или офисе, и предоставляет пользователю возможность использовать весь функционал услуг мобильного оператора. Шлюз безопасности — обеспечивает защищенный доступ к сети оператора, аутентификацию и установление IPsec-туннелей с точкой доступа. Из соображений безопасности фемтосоты подключаются к шлюзу радиодоступа RGW через IP-сеть с применением протокола шифрования IPsec. Включение RGW в сеть оператора осуществляется через стандартные интерфейсы Iu-PS и Iu-CS, используемые для подключения контроллеров базовых станций RNC.

Фемтосота поддерживает стандартный Uu радиоинтерфейс, обеспечивая поддержку абонентских устройств. Центр коммутации подвижной связи и коммутатор данных взаимодействуют со шлюзом RGW так же, как при обработке соединений в мобильной сети. Контроллер IP-доступа — является центральным компонентом, который обеспечивает канал между сетью мобильного оператора и шлюзом радиодоступа. Балансировщик нагрузки (Load Balancing Router, LBR) — маршрутизатор, который распределяет задания между несколькими сетевыми устройствами с целью оптимизации использования ресурсов, сокращения времени обслуживания запросов, а также обеспечения резервирования.

Менеджер фемтосети — является платформой для управления точками доступа, число которых может достигать нескольких миллионов. С его помощью можно управлять настройками радио параметров, сетевых интерфейсов, планировать и производить обновление программного обеспечения, задавать списки доступа в закрытых группах, а также управлять работой точек доступа в полном объеме.

DNS сервер — обеспечивает распознавание IP адресов в закрытой области сети оператора. NTP сервер работает, как источник синхронизации, необходимый для поддержки синхронизации всех узлов сети. Вариант реализации фемтосотовой базовой станции представлен на рис. 1.

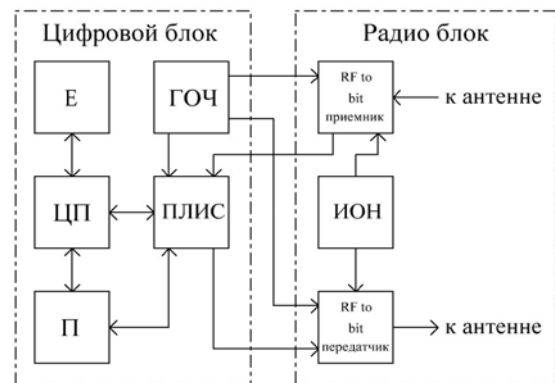


Рис. 1

На структурной схеме рис.1 обозначено: блок Е — Ethernet, блок ЦП — центральный процессор, блок П — память, блок ПЛИС — программируемая логическая интегральная схема, блок ГОЧ — генератор опорной частоты, блок ИОН — источник опорного напряжения. Основой базовой станции является центральный процессор (ЦП), который управляет всеми элементами базовой станции, выполняет роль цифрового сигнального процессора и занимается обработкой оцифрованного сигнала, включает в себя элементы корневой сети. Важно, что существуют варианты процессоров уже с интегрированной ПЛИС.

3. Заключение

В докладе рассматриваются особенности реализации структуры со стороны оператора. Определяются функции и назначение каждого элемента структуры.

4. Список литературы

- [1] Как устроена фемтосеть [Электронный ресурс] / Habr. — Режим доступа <https://habr.com/ru/post/124610>.
- [2] Попов, В. И. Основы проектирования сотовых сетей мобильной связи / В. И. Попов, В. А. Скуднов. — М. : Горячая линия - Телеком, 2019. — 400 с.

DESIGN OF A FEMTOCELL BASE STATION

Savochkin A. A., Abdulgaziev O. R., Novikova T. V.
 Scientific adviser: Savochkin A. A.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The substantiation of the femtocell base station structure is carried out, the features of the implementation of the structure by the mobile network operator are considered. The problems of widespread introduction of femtocell equipment are discussed.

ЛОКАЛЬНЫЙ СЕРВЕР ТОЧНОГО ВРЕМЕНИ

Лукьянчиков А. В., Рязанова А. С., Рыжанков А. П., Шакиров И. Р.

Научный руководитель: канд. техн. наук Лукьянчиков А. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: brain75@mail.ru, shovkoplyas2018@bk.ru, andreyp2000@mail.ru, shakirov.rise@yandex.ru

Аннотация — Предложена структура локального сервера точного времени. Выбраны и обоснованы источники синхронизации.

1. Введение

В настоящее время современное общество немислимо без использования информационных технологий, которые позволяют существенно улучшить уровень жизни в нем. Одним из представителей информационных технологий являются распределенные системы сбора данных. Они применяются для научных исследований, управления производственными процессами, мониторинге на промышленных объектах. При построении таких систем распределенного сбора данных, например [1] часто требуется достаточно точная синхронизация временных выборок, различных физических параметров, которые получены из различных географических точек. Эту синхронизацию могут обеспечить сервера точного времени расположенные в интернет. Однако зачастую распределенные системы сбора данных могут быть закрытыми и не обеспечивать выход в интернет каждому датчику, например для повышения срока службы от одной батареи. В этом случае требуется локальный сервер точного времени для такой системы сбора данных. Поэтому разработка такого сервера является актуальной задачей.

2. Основная часть

Локальный сервер должен включать устройство хранения времени и механизмы синхронизации времени. Устройство хранения времени представляет собой часы реального времени. Эти часы можно корректировать согласно сигналам внешних точных часов. Структурная схема сервера точного времени изображена на рис. 1.

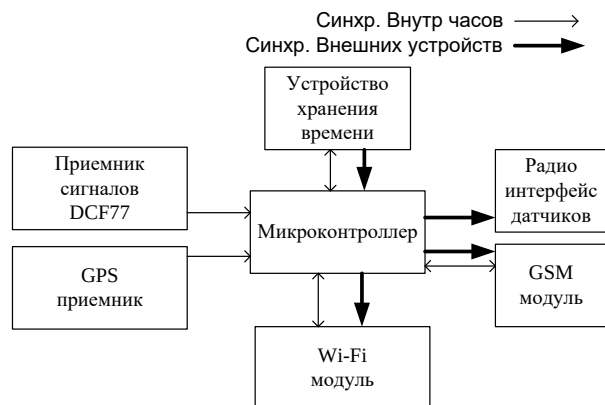


Рис. 1

Управляющим элементов сервера является микроконтроллер. В сервере предусмотрено несколько источников синхронизации. Во-первых, можно синхронизироваться от внешнего NTP сервера, через Wi-Fi модуль или GSM модуль. Это возможно при наличии интернета и достаточного питания устройства. Если устройство находится в энергосберегающем режиме или связь с интернетом отсутствует, то синхронизация внутренних часов возможна через

систему глобального позиционирования GPS/Glonass. Для этого на микроконтроллере надо реализовать разбор протокола NMEA-0183, в полях которого присутствует информация о точном времени. Если сравнивать информацию о времени от NTP сервера и GPS модуля, то информация от последнего будет точнее, так как отсутствуют случайные задержки, связанные с распространением пакетов по сети интернет. Для правильной работы модуля GPS должны видаться достаточное количество спутников. Если антенны используемая в модуле имеет малый коэффициент усиления или модуль размещен в крытом помещении, то прием сигналов точного времени от модуля будет затруднен. Кроме того, при получении данных требуется анализировать пол AGE, которое означает время после последнего получения данных со спутника. Для синхронизации внутренних часов следует использовать данные времени отсылки с самым малым значением поля AGE.

Если перечисленные источники не доступны для синхронизации внутренних часов, то возможна синхронизация от системы DCF77 — автоматической системы точного времени. Передатчик DCF77 находится в Майнфлингене, Германия и работает на частоте 77,5 кГц с мощностью 50 кВт. Мы находимся на границе приема этой системы (расстояние от Севастополя до передатчика составляет порядка 1500 км), поэтому прием сигналов возможен в основном в предрассветные часы (4—5 утра), когда прохождения хорошее.

Синхронизация внешних устройств осуществляется от устройства хранения времени, выполненного на микросхеме DS3231. Выбор этой микросхемы обусловлен наличием термокомпенсации и как следствие лучшей точности.

3. Заключение

Таким образом, разработан локальный сервер точного времени для систем распределенного сбора данных. В сервере для надежности предусмотрено несколько источников синхронизации.

4. Список литературы

- [1] Безгин, А. А. Распределенная система измерения и сбора параметров прибрежной водной площади и водохранилищах / А. А. Безгин, А. В. Лукьянчиков, Е. А. Редькина // Proc., 2020 7th All-Russian Microwave Conference, RMC. — 2020. — Р. 320—323.
- [2] Кожемякин, А. С. Особенности организации связи в распределенной системе сбора данных / А. С. Кожемякин, А. В. Лукьянчиков // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций : сб. науч. тр. / под ред. Гимпелевича Ю. Б. — Москва-Севастополь : изд-ва : РНТОЭС им. А.С. Попова, СевГУ, 2020. — № 3. — С. 95.

LOCAL TIME SERVER

Lukyanchikov A. V., Ryazanova A. S., Rigankov A. P., Shakirov I. R.

Scientific adviser: Lukyanchikov A. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The structure of the local time server is proposed. Sources of synchronization are selected and justified.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА В АКВАТОРИИ ЧЕРНОГО МОРЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ LORAWAN

Редькина Е. А., Лукьянченко Н. К.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Редькина Е. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: nazydragnil33@gmail.com

Аннотация — Рассмотрен способ сбора и передачи информации между измерительными буйами, а также от них на сервер в сети интернет с использованием разработки LoRa и сети LoRaWAN. Приведены схемы передачи данных.

Для обеспечения IP-соединения будет использовано покрытие Интернет-провайдера Севстар.

На рис. 2 показано, что покрытие полностью охватывает требуемые нами территории.

1. Введение

На данный момент многие измерительные системы мониторинга используют устаревшую архитектуру, в которой измерительные приборы (конечные точки) обмениваются информацией напрямую с главным сервером посредством сотовой связи GSM с определённым интервалом времени. То есть многие данные могут теряться за этот промежуток времени и у нас не будет точных результатов измерения. В докладе приводится пример использования разработки LoRa для передачи данных между измерительными буйами вблизи берега бухты Севастополь и водоёмами Крыма. Данная технология обеспечивает большую дальность действия, а также экономии в затратах на общение и энергопотребление.

2. Основная часть

Для контроля гидрологических параметров прибрежных акваторий используется группировка из измерительных буйев (рис. 1).

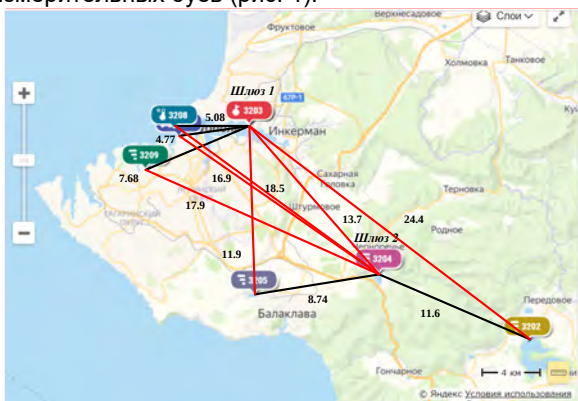


Рис. 1

LoRaWAN использует архитектуру звездной сети, поэтому конечные устройства (измерительные буйи) в сети LoRaWAN связываются напрямую со шлюзами и работают только тогда, когда им нужно связаться со шлюзом, поскольку дальность связи не является проблемой. Учитывая дальность действия 15—20 км было решено поставить 2 шлюза для связи с остальными буйами (см. рис. 1).

Шлюзы подключены к сетевому серверу через стандартные IP-соединения, которые ретранслируют сообщения между серверной частью центральной сети и конечными устройствами, используя протокол беспроводной связи с одним прыжком. Они предназначены для поддержки двусторонней связи и оснащены многоадресной передачей, позволяющей программному обеспечению отправлять сообщения массового распространения, такие как беспроводные обновления.

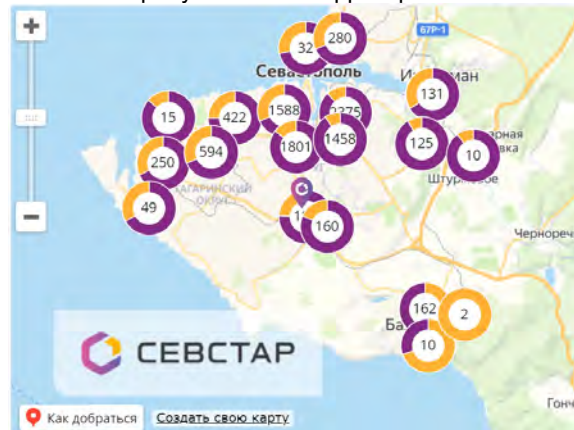


Рис. 2

Шлюз 1 соединяется с Wi-Fi роутером, находящийся в поселке Голландия, а Шлюз 2 соединяется с Wi-Fi роутером, расположенным в Балаклаве.

В случае, если один из шлюзов недоступен, по какой-то причине, то измерительный буй связывается со вторым шлюзом и передает ему информацию. Если же шлюзы не работают, то буй хранит информацию в резервной памяти и когда связь наладится передаст данные первому подключившемуся к нему шлюзу.

3. Заключение

Таким образом, рассмотрена схема общения измерительных буйев с клиентом в режиме онлайн с использованием разработки LoRa.

Выявлена возможность минимизации траты на связь с буйами и на энергопотребление на передачу данных с измерительных буйев к конечным пользователям.

4. Список литературы

- [1] API Карт [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://yandex.ru/dev/maps>.
- [2] Интернет вещей : LoRa устройства от Mikrotik [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://lanmarket.ua/stats/in-ternet-veshchey-lora-ustroystva-ot-mikrotik>.

SMART MEASURING AND INFORMATION SYSTEM IN THE BLACK SEA USING LORAWAN

Redkina E. A., Lukyanchenko N. K.

Scientific adviser: Redkina E. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A method of collecting and transmitting information between measuring buoys, as well as from buoys to online server, using the LoRa technology and the LoRaWAN network, is considered. Data transmission schemes are presented.

ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ СЕТЕВОЙ СИСТЕМЫ МЕТЕОМОНИТОРИНГА ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ

Савочкин А. А., Аввакумова В. Ю.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Савочкин А. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: avvackumova.vlada@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрены современные сетевые технологии передачи информации на дальние расстояния для использования в сетевой системе метеомониторинга на распределенной территории. Выбрана наиболее подходящая технология.

1. Введение

Для разработки системы метеомониторинга, находящейся на распределенной территории, например, на территории города, необходимо определить вариант используемой технологии передачи данных. Определим характеристики и параметры, по которым будем проводить анализ существующих вариантов технологий.

2. Основная часть

С целью получения точных данных метеомониторинга разработаем распределенную систему метеостанций, которые будут располагаться по территории одного района, города или нескольких населенных пунктов. Основой для определения варианта разработки является – вариант реализации системы беспроводной передачи данных на значительные расстояния (до 3–4 км). Следующим критерием выбора является реализуемая скорость передачи данных. Предполагается, что передаваться между модулями будут пакеты данных небольших объемов, так как они будут состоять из полученных от датчиков данных: температуры воздуха, атмосферного давления, загрязнения воздуха, и влажности, активности ультрафиолета, скорости и направления ветра. По проведенным оценкам требуемая скорость передачи не должна превышать 5–10 кбит/с.

Поскольку разрабатываемое устройство относится к категории «неспециализированные устройства», то мы можем использовать сетевые технологии, которые занимают такие полосы радиочастот: 864–865 МГц, 866–868 МГц, 868,7–869,2 МГц [1].

Как указано выше, модули разрабатываемой системы будут удалены друг от друга на большое расстояние, но они должны быть «связаны» между собой. Таким образом, определим важный параметр системы — масштабируемость сети на больших территориях, то есть большое количество модулей может располагаться на большом расстоянии от одного устройства, принимающего данные. Проведя анализ существующих сетевых технологий, определили, что вышеуказанным параметрам соответствуют такие технологии: *LoRa*, *ZigBee*, *Z-Wave*.

Составим таблицу сравнения параметров сетевых технологий (таблица 1).

3. Заключение

В результате изучения параметров сетевых технологий, установлено, что наиболее подходящей является технология *LoRa* созданная для передачи небольшого количества информации на большие расстояния, довольно редко (обычно, не чаще раз в 10 мин). Технология отличается энергоэффективностью. *LoRa* работает на различных частотах в раз-

ных странах. В Европе это частота 868 МГц. При работе в указанном диапазоне следует ограничить мощность величиной 25 мВ и установить временной период передачи не более 1 % общего времени передачи.

Таблица 1

Параметр	<i>ZigBee</i>	<i>LoRa</i>	<i>Z-Wave</i>
Способ передачи данных	Беспроводная система	Беспроводная система	Беспроводная система
Дальность передачи	от 10 до 75 м, 1500 м (<i>ZigBee pro</i>)	до 10 — 15 км	до 30 м
Пропускная способность, кбит/с	250 (для 2,4 ГГц); 40 (для 915 МГц); 20 (для 868 МГц)	0,3–11	9,6 40 100
Диапазон частот	868 МГц, 915 МГц и 2,4 ГГц	RU868 [4]	869,0 МГц
Масштабируемость, количество устройств на 1 связующий узел	240	62 500 [2]	232 [3]

Вещание на небольшой мощности позволяет устанавливать связь на километры, в идеальных условиях - даже на сотни километров. Если говорить о реальном использовании, мы можем получить покрытие одной базовой станцией радиуса в 1 км в загруженных городских условиях, до 10-15 км в незагруженных условиях.

4. Список литературы

- [1] Приложение № 12 к решению ГКРЧ от 11 сентября 2018 г. № 18-46-03-1.
- [2] Верхулевский, К. Технология *LoRa* в вопросах и ответах // Журнал Беспроводные технологии, 2016. — №1. — С. 18–21.
- [3] Умные устройства и контроллер [Электронный ресурс] / Ростелеком. — Режим доступа: https://help.smarthome.ru/RUKOVODSTVO_POLSOVAT_ELIA/help_3.
- [4] Частотный план RU868 *LoRaWAN* [Электронный ресурс] / Smartiko. — Режим доступа: <https://www.smartiko.ru/about/chastotnyy-plan>.

SELECTION OF THE TECHNOLOGY FOR NETWORK SYSTEM OF METEOROLOGICAL MONITORING ON A DISTRIBUTED TERRITORY

Savochkin A. A., Avvackumova V. Y.

Scientific adviser: Savochkin A. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — Modern network technologies of information transmission over long distances for use in a network system of meteorological monitoring in a distributed territory are considered. The most suitable technology has been selected.

РАЗВИТИЕ СЕТЕЙ GPON В СЕВАСТОПОЛЕ

Невмержицкий М. В., Петренко А. А., Клещев Н. С., Сердюк И. В., Кузьменко В. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: mnevmerjitskiy@gmail.com

Аннотация — Рассмотрено развитие сетей GPON в России. Приведены примеры оборудования для сетей GPON.

1. Введение

Gigabit Passive Optical Network — это пассивная оптическая сеть, благодаря которой провайдер может предоставлять высокоскоростной доступ в Интернет. Канал при этом симметричен, то есть скорости входящего и исходящего канала равны. Топология сети GPON напоминает дерево, где на узлах ставятся пассивные разветвители — сплиттеры. На сегодняшний день есть несколько типов архитектур подключения клиента поставщиком телекоммуникационных услуг, в которой применяется оптоволоконная магистраль. Одной из них является GPON.

2. Основная часть

Российский рынок на сегодняшний день является рынком FTTB, где количество подключений в многоквартирных домах превалирует над GPON-подключениями.

Однако GPON активно развивается и быстро растёт по ряду причин.

Экономия. На сегодняшний день метр качественного медного UTP-5е стоит 15—17 рублей, метр качественной распределительной оптики — 4 рубля.

Коммуналка. Оператору не требуется арендовать места под узлы связи и компенсировать расходы на электроэнергию в каждом многоквартирном доме (далее МКД).

Максимальное расстояние абонентской линии. Для «витой пары» максимальная длина гигабитного подключения составляет 100 метров. Для оптического подключения по GPON — 20—40 км. То есть можно одной головной станцией обслужить несколько МКД, целый квартал.

Энергонезависимость. Поскольку вся трасса от головной станции до абонента является пассивной, то и наличие электропитания требуется только на узле оператора и у абонента. При этом вся территория между ними может быть обесточена местными электросетями.

Малый размер. Внутриобъектовый кабель диаметром 3 мм гораздо легче просунуть в забитых межэтажных шахтах старых МКД, чем пучок «витой пары»; ведь в классической схеме каждому абоненту нужна отдельная «витая пара», а у GPON — одно волокно на «шину» и сплиттеры на этажах.

Важным фактором, снизившим требуемый уровень инвестиций в GPON на российском рынке и ускорившим рост, является высокая конкуренция среди производителей и поставщиков оборудования. Оборудование, используемое в прокладке таких «домашних» сетей разнообразно, и включает в себя арматуру для прокладки домашних сетей, разветвители оптических сетей, оптические муфты и различные комплектующие к ним [1].

На рис. 1 показан ONT-терминал.



Рис. 1

Общее количество домов в России, подключённых с помощью волоконно-оптических кабелей по состоянию на 2018 год равнялся 62,9 % подключённых домов, из них 14 % FTTN, 33,9 % FTTB, 15 % GPON, а на 2020 год — 82 % подключённых домов: 16 % FTTN, 37,4 % FTTB, 28,6 % GPON, что говорит о росте подключений по технологии GPON [2]. На рис. 2 показана схема подключения по технологии GPON.

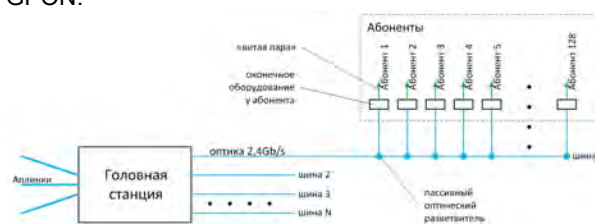


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, проанализирован рынок GPON в России.

Рассмотрен темп роста подключений по GPON, также приведен пример схемы подключения по технологии GPON.

4. Список литературы

- [1] Технология GPON в многоквартирных домах [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/sochikamera/blog/371533/>
- [2] Технология GPON : развитие в России и за рубежом [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.iksmedia.ru/news/4741023-Tehnologiya-GPON-razvitiye-v-Rossii.html>.

DEVELOPMENT OF GPON NETWORKS IN SEVASTOPOL

Nevmerzhitskiy M. V., Petrenko A. A., Kleshchiov N. S., Serdyuk I. V., Kuzmenko V. A.
Sevastopol State University

Abstract — The development of GPON networks in Russia is considered. An example of a GPON connection is given.

:

РАЗВИТИЕ СЕТЕЙ FTTH В РОССИИ

Сердюк И. В., Бардачев Д. С., Мединский А. А., Кузьменко В. А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Сердюк И. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: bardachev2@mail.ru

Аннотация — Рассмотрено развитие сетей FTTH в России. Приведены примеры оборудования для сетей FTTH. Приведен пример подключения по технологии FTTH.

1. Введение

Fiber To The X (FTTx) — общепринятый в телекоммуникации термин, который обозначает способ подключения узла связи с необходимой точкой «X» при помощи оптоволоконного кабеля. Другими словами, это технология организации высокоскоростных сетей, которая реализуется за счет прокладки «оптоволокна» до определенного места. На сегодняшний день есть несколько типов архитектур подключения клиента поставщиком телекоммуникационных услуг, в которой применяется оптоволоконная магистраль. Одной из них является FTTH.

2. Основная часть

Российский рынок на сегодняшний день является рынком FTTB, где количество подключений в многоквартирных домах превалирует над FTTH-подключениями малоэтажной застройки (FTTH < 6 % проникновения).

Учитывая высокую концентрацию жителей в крупных городах (свыше 1 млн), крупные операторы имели возможность быстро подключить большое количество абонентов с помощью FTTB, что привело к стремительному росту.

Важным фактором, снизившим требуемый уровень инвестиций в FTTH на российском рынке и ускорившим рост, является наличие высокой конкуренции среди производителей и поставщиков оборудования. С одной стороны, это большие производственные мощности и низкий уровень цен китайских производителей. С другой — наличие местных российских производителей FTTH-оборудования и привлекательность рынка для западных брендов, позиционирующих в основном качественные показатели оборудования. Прибавьте к этому относительно недорогую и квалифицированную рабочую силу и достаточно высокий уровень операторов и технических консультантов. Все перечисленные факторы обусловили выход России на лидирующие позиции европейского рынка FTTH/B [1].

Оборудование, используемое в прокладке таких «домашних» сетей разнообразно, и включает в себя арматуру для прокладки домашних сетей, разветвители оптических сетей (рис. 1), оптические муфты (рис. 2), оптические розетки и различные комплектующие к ним.



Рис. 1



Рис. 2

Общее количество домов в России, переданных с помощью волоконно-оптических кабелей в дом (FTTH) и волокон в здания (FTTB) по состоянию на 2017 год равнялся 37,9 % подключенных домов, из них 4 % FTTH, 33,9 % FTTB, а на 2020 год — 39,1 % подключенных домов 6 % FTTH, 33,1 % FTTB, что говорит о росте подключений по технологии FTTH [2]. На рис. 3 показана схема подключения по технологии FTTH.



Рис. 3

3. Заключение

Таким образом, проанализирован рынок FTTH в России.

Рассмотрен темп роста подключений по FTTH, также приведен пример схемы подключения по технологии FTTH.

4. Список литературы

- [1] Коржов, В. В. Перспективы рынка FTTH в России : развитие только начинается [Электронный ресурс] / В. В. Коржов / Connect WIT. — 2014. — №5. — Режим доступа: <https://www.connect-wit.ru/perspektivy-rynka-ftth-v-rossii-razvitie-tolko-nachinaetsya.html>
- [2] FTTH/B now passes more than half of homes in EU39 [Электронный ресурс] / The FTTH Council Europe. — Режим доступа: <https://www.digitaltvnews.net/?p=36410>.

DEVELOPMENT OF FTTH NETWORKS IN RUSSIA

Serdyuk I. V., Bardachev D. S., Medinskyy A. A., Kuzmenko V. A.

Scientific adviser: Serdyuk I. V.
Sevastopol State University

Abstract — The development of FTTH networks in Russia is considered. An example of a FTTH connection is presented.

МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ОРГАНИЗАЦИИ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ НА ОСНОВЕ БЕСПИЛОТНЫХ МОБИЛЬНЫХ ПЛАТФОРМ

Кудрявченко И. В., Наumenко В. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Кудрявченко И. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: IVKudryavchenko@sevsu.ru

Аннотация — Рассмотрены группы методов и моделей, применяемых для организации и анализа функционирования инфокоммуникационных сетей на основе беспилотных мобильных платформ.

1. Введение

Дальнейшее развитие самоорганизующихся (Ad Hoc) сетей сопровождается их конвергенцией, а так же построением гетерогенных сетей. Поэтому изучение методов и моделей их организации связано с обобщением уже существующих подходов, которые применяются для 2D и 3D сетей, а также поиском новых решений, которые позволят создавать эффективные беспроводные сети на основе беспилотных мобильных платформ разных типов. При этом мобильные платформы рассматриваются как подвижные узлы сети, взаимодействующие в разных комбинациях с неподвижными узлами, например, базовыми станциями, которые, в свою очередь, могут иметь выход в глобальную сеть Интернет.

2. Основная часть

Большое разнообразие решаемых с помощью беспилотных мобильных платформ задач требует от разработчиков творчески подходить к применению стандартов беспроводной связи, а так же к использованию архитектурных моделей, на которые обычно ссылаются при описании сетей VANET (европейский стандарт ETSI EN 302 665), MANET или FANET (международный стандарт ISO/IEC 7498-1, которому соответствует российский ГОСТ Р ИСО/МЭК 7498-1-99). Наряду с архитектурными моделями большое значение имеют различные модели мобильности и безопасности, базирующиеся в той или иной степени на стандарты беспроводной связи групп IEEE 802.11 и IEEE 802.15.

Особенностью Ad Hoc сетей является их принадлежность к децентрализованным беспроводным сетям. Поэтому каждый узел сети участвует в маршрутизации, передавая данные другим узлам сети. При этом выбор передающего узла является динамическим и основывается на таких параметрах узлов сети, как: предельная дальность связи между ними, скорость и модель перемещения узлов, плотность размещения, потребляемая мощность, применяемые методы определения местоположения [1]. Так же для построения адекватных моделей сетей необходимо учитывать их назначение. Таким образом, модели мобильности, связанные с определением координат движущихся узлов и выбором текущего узла для передачи данных, должны быть весьма развиты, т.к. даже в простейшем случае радиовещательной передачи данных необходимо учитывать возможность интерференции в точке приема и ограниченность энергетических ресурсов сети.

Значительная часть исследований в рассматриваемой области связана с изучением методов построения оптимальных путей доставки сообщений внутри сети. Для этого применяются как аппарат теории графов, методы исследования операций, так

и некоторые статистические модели и методы, например, модель системы массового обслуживания. Значительный интерес представляют методы, применяемые для построения летающих сенсорных сетей, связанные с засечкой спящих узлов сенсорных полей [2].

Обычно методы маршрутизации разделяют на три группы (на основе топологии, роевые, географические), а соответствующие им протоколы на пять основных категорий: проактивные; реактивные; гибридные; иерархические и геомаршрутизации.

Особое значение имеют модели безопасности сети, учитывая ее открытый характер. Основным направлением здесь является разработка методов надежной аутентификации узлов сети, исключающих встраивание в нее узла-злоумышленника, а так же разработка методов и алгоритмов, обеспечивающих сохранение целостности передаваемых сообщений в случае отказа одного или нескольких узлов сети. Дополнительным ограничением является то, что часть вычислительных ресурсов узлов сети должна использоваться для решения служебных задач, связанных с контролем за состоянием узлов и управлением узлами сети.

3. Заключение

Таким образом, появление беспилотных мобильных платформ различных типов потребовало уточнения старых и появления новых стандартов построения инфокоммуникационных сетей на их основе. В этой связи изучение и разработка моделей и методов построения самоорганизующихся сетей является актуальной задачей, т.к. уже в ближайшее время следует ожидать появления новых гибридных сетей, в частности, на базе как беспилотных, так и управляемых человеком автомобилей.

4. Список литературы

- [1] Леонов, А. В. Экспериментальная оценка возможности использования алгоритма муравьиной колонии ANTHOCNET для решения задачи маршрутизации в FANET / А. В. Леонов, А. В. Наumenко // Научно-технические ведомости СПбГПУ : Информатика. Телекоммуникации. Управление, 2017. — Т. 10. — № 1. — С. 7—26.
- [2] Кучерявый, А. Е. Теоретические и практические направления исследований в области летающих сенсорных сетей / А. Е. Кучерявый, А. Г. Владыко, Р. В. Киричек // Электросвязь. — 2015. — № 7. — С. 9—11.

METHODS AND MODELS OF ORGANIZATION OF INFOCOMMUNICATION NETWORKS BASED ON UNMANNED MOBILE PLATFORMS

Kudryavchenko I. V., Naumenko V. V.

Scientific adviser: Kudryavchenko I. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The groups of methods and models used for organizing and analyzing the functioning of information communication networks based on unmanned mobile platforms are considered.

ОРГАНИЗАЦИЯ БЕСПРОВОДНОГО КАНАЛА СВЯЗИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОТРЕБНОСТЕЙ РЖД

Сердюк И. В., Лисин Н. Д.

Научный руководитель: канд. техн. наук Сердюк И.В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: nike-lee@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена проблема недостаточного количества коммуникационных средств для эффективной работы сотрудников разных станций РЖД. Выполнено проектирование и разработка беспроводного канала связи, объединяющего две локальные сети на ж/д-станциях.

1. Введение

В современных коммуникационных системах железнодорожного транспорта России используются такие стандарты связи, как GSM-R и TETRA. Они позволяют создать гибкие системы цифровой радиосвязи, а также обеспечить безопасность движения пассажирских поездов на высокой скорости. Однако данных ресурсов не всегда бывает достаточно для решения проблем коммуникации и передачи служебной информации между станциями. В докладе приводится способ обеспечения ж/д-станций «Евпатория-курорт», «Саки» беспроводным и высокоскоростным каналом связи, объединяющим две локальные сети.

2. Основная часть

Для построения канала связи была выбрана пара приёмно-передающих устройств MikroTik LHG 2 со следующими основными характеристиками:

- максимальная скорость соединения до 150 МБ/с;
- чувствительностью приемной антенны –78 дБ;
- выходная мощность 25 дБм / 316 мВт;
- диапазон рабочих частот 2412—2484 ГГц;
- коэффициент усиления 18 дБ.

При проектировании беспроводного канала связи прямой видимости с большой протяженностью пролета необходимо определить просвет профиля трассы. Оптимальный просвет, рассчитанный по формуле (1) составил 9,35 м [1].

$$H_0 = \sqrt{\frac{L \lambda K_1 (1 - K_1)}{3}}, \quad (1)$$

где $K_1 = L_1/L$ — относительная координата точки препятствия С;

λ — длина волны;

L — протяженность пролёта;

Результат графического измерения величины просвета пролёта длиной 20 км составил 10,5 м (рис. 1)



Рис. 1

Определение пригодности радиолинии для обеспечения заданного качества связи осуществляется с помощью основного уравнения радиосвязи, где определяется мощность сигнала на входе приёмника [1]

$$P_{пр} = P_{пер} - W_{фпер} + G_{Апер} + G_{Апр} - W_{фпр} - W(mp),$$

где $P_{пер}$ — мощность передатчика;

$G_{Апер}$, $G_{Апр}$ — коэффициент усиления передающей и приёмной антенн;

$W(mp)$ — ослабление радиоволн на радиолинии между антеннами;

$W_{фпер}$, $W_{фпр}$ — ослабление радиоволн в фидере передающей и приёмной антенн.

Величина мощности сигнала на входе приёмника $P_{пр}$, она составляет –4 дБ. Чувствительность приёмной антенны составляет –78 дБ. Отсюда можно сделать вывод о полном соответствии энергетических параметров используемых устройств для обеспечения заданного качества связи на радиолинии.

3. Заключение

Таким образом, спроектирован беспроводной канал связи на основе пары устройств MikroTik LHG 2, соответствующий всем требованиям. Произведён расчёт пролета радиоканала, рассчитаны энергетические параметры радиоканала.

4. Список литературы

- [1] Реализация радиомоста на основе точки доступа panobridge M5 в горной местности / Л. О. Самошкин, А. А. Федоришин, Э. Р. Абибуллаев [и др.] // Современные проблемы радиозлектроники и телекоммуникаций "РТ-2017" : Материалы 13-й международной молодежной научно-технической конференции, Севастополь, 20–24 ноября 2017 года / Под ред. А.А. Савочкина. — Севастополь: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Севастопольский государственный университет", 2017. — С. 56.

ORGANIZATION OF A WIRELESS COMMUNICATION CHANNEL TO MEET THE NEEDS OF RUSSIAN RAILWAYS

Serdyuk I. V. Lisin N.D.

Scientific adviser: Serdyuk I. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The problem of insufficient number of communications means for effective work of employees of different stations of Russian Railways is considered. The design and development of a wireless communication channel connecting two local networks at railway stations has been completed.

РАСЧЁТ ЗОНЫ ПОКРЫТИЯ ОДНОЧАСТОТНОЙ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ СЕТИ СТАНДАРТА DVB-T2

Сердюк И. В., Кислицов А. С., Лисин Н. Д.

Научный руководитель: канд. техн. наук Сердюк И. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: nike-lee@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена проблема Расчет зоны покрытия одночастотной телевизионной сети стандарта DVB-T2. Полученная сеть обеспечивает более качественный прием в рассматриваемой местности по сравнению с использованием одной передающей станций высокой мощности.

1. Введение

В современных коммуникационных системах В 2009 Российская Федерация начала переход с аналогового стандарта вещания на цифровой стандарт. В начале было принято решение использовать европейский стандарт DVB-T, но из-за недостаточной скорости передачи данных, в итоге был выбран стандарт DVB-T2. В данный момент на территории российской федерации реализованы два федеральных мультиплекса, а также в некоторых регионах введено региональное вещание третьего мультиплекса. Актуальной задачей является планирование зон покрытия телевизионной вещательной сети с учётом особенностей оборудования и географических особенностей территории вещания.

2. Основная часть

Для построения одночастотной сети, состоящей из нескольких передающих станций, необходимо определить оптимальные место расположения и параметры передающих стаций, так что бы они не накладывали значительного влияния на зону в целом.

Для этих целей, необходимо ввести дополнительные временные задержки, подобрать параметры выходной мощности и диаграммы направленности передающих антенн.

Моделирование распространения радиосигнала проведено в программном комплексе РАКУРС (Расчетно-Аналитический Комплекс для Управления Радиочастотным Спектром) созданным в Российской Федерации и предназначенном для решения задач управления радиочастотным спектром в интересах теле- и радиовещательной службы на национальном и международном уровне.

Параметры передающего оборудования представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Наименование передающей станции	Задержка излучаемого сигнала мкс	Тип антенны.	Излучаемая мощность, Вт
РТС Уфа	0	Круговая	1000
РТС Чуваш-Кубово	40	Направленная	80
РТС Кудеевский	105	Круговая	250
РТС Кармаскалы	120	Направленная	10
РТС Архангельское	60	Направленная	50

На рис. 1 изображен результат моделирования растровой зоны покрытия полученной сети в программном пакете ракурс.

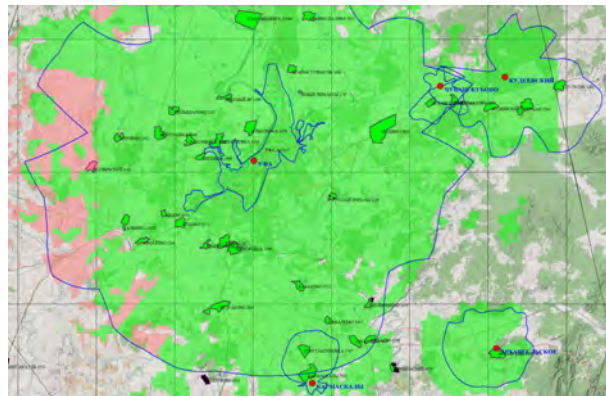


Рис. 1

На рис. 1 представлена растровая зона покрытия, зеленым цветом отображены зоны уверенного прием, розовым цветом отображены зоны внутренней интерференции.

Малая часть населенных пунктов, находящихся на границах зоны обслуживания РТС, попала в зоны внутренней интерференции. Этот недостаток решается выбором направленной приемной антенны и выбора одной из точек вещания.

3. Заключение

Таким образом, благодаря внесению задержек передающих станциях производящий вещание на одной частоте удаётся минимизировать зоны интерференции и обеспечить максимальное покрытие зоны вещания.

4. Список литературы

- [1] Реализация радиомоста на основе точки доступа panobridge M5 в горной местности / Л. О. Самошкин, А. А. Федоришин, Э. Р. Абибуллаев [и др.] // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций "РТ-2017" : Материалы 13-й международной молодежной научно-технической конференции, Севастополь, 20–24 ноября 2017 года / Под ред. А.А. Савочкина. – Севастополь: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Севастопольский государственный университет", 2017. – С. 56.

CALCULATION OF COVERAGE AREA OF SINGLE-FREQUENCY TELEVISION NETWORK OF STANDARD DVB-T2

Serdyuk I. V., Kisilitsov A. S., Lisin N. D.

Scientific adviser: Serdyuk I. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The problem Calculation of coverage area of single-frequency television network of standard DVB-T2 is considered. The obtained network provides better reception in the calculated area compared to using one high-power transmitting station.

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 Минобрнауки и Минпромторга Российской Федерации.

Секция 3

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ УСТРОЙСТВА МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Щекатурин А. А., Ватрич А. Д., Козловец А. Н.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Щекатурин А. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: vatrach_a@mail.ru

Аннотация — Приведены результаты теоретических исследований гидрологической системы сбора и передачи информации о гидрофизических полях морской среды, которая выполнена в виде системы гидрологических буйев.

В блоке связи буя используются следующие типы каналов передачи.

Таблица 1

Канал связи	Описание
Wi-Fi	<i>Wireless Fidelity</i> — технология беспроводного приёма-передачи данных, относится к стандартам IEEE 802.11
GSM	Глобальная система мобильной связи
RF	<i>Radio frequency</i> — радиочастота (англ.)
ГЛОНАСС, GPS	Спутниковая система навигации гидрологической системы.

Схема взаимодействия элементов буя показана на рис. 2.

1. Введение

Гидрологическая система представляет собой сеть размещённых в определённых точках океана буйковых станций, которые позволяют проводить долговременный мониторинг и сбор параметров в гидрофизических полях морской среды на больших площадях по пространственному и временному распределению параметров. Данная система выполняется из свободнодрейфующих и якорных буйев.

2. Основная часть

Различают гидрофизические поля температуры воды, солёности, течения, скорости звука, электричества и др. Гидрофизические поля характеризуются значением физической величины и её градиентом, они, как правило, меняются во времени и в пространстве, и имеют неправильную, сложную форму [2].

Данная гидрологическая система предполагает использование электроэнергии для работы датчиков, их обогрева, сбора и передачи полученных данных (рис. 1). Наличие приемопередатчика, способного поддерживать связь на основе беспроводной сети и при помощи радиоканала, даёт возможность передавать полученные данные с отдельных буйев на другие устройства: корабли, беспилотные летательные аппараты (БПЛА), и спутники, а также получать различные управляющие сигналы.

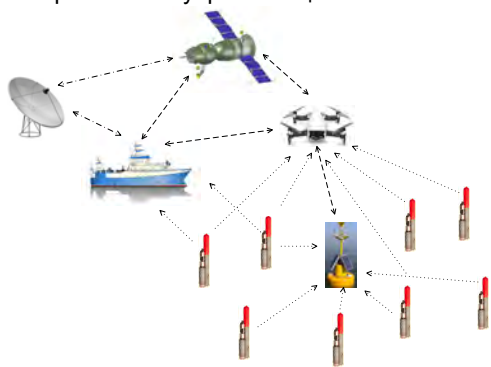


Рис. 1

В системе применяются маломощные дрейфующие буйи, выполненные в виде рей, штанги или столба. Они имеют датчики сбора параметров гидрофизических полей морской среды, маломощный микроконтроллер для их обработки и передачи данных, а также собственную антенну.

Различают гидрофизические поля температуры воды, солёности, течения, скорости звука, электричества и др. Гидрофизические поля характеризуются значением физической величины и её градиентом, они, как правило, меняются во времени и в пространстве, и имеют неправильную, сложную форму [2].

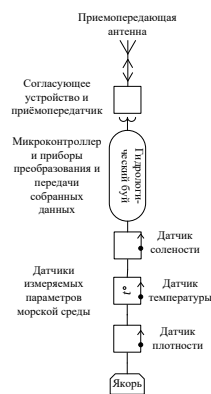


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, была разработана гидрологическая система сбора и передачи информации о гидрофизических полях морской среды.

Выявлена возможность минимизации электропитания, так как в нашей системе предусмотрено возможность увеличения эффективности работы системы и экономии запаса энергии буйев путем использования солнечных батарей, маломощных приемопередатчиков, и внедрения возможности выбора оптимального режима связи.

4. Список литературы

- [1] Берто, Г. О. Океанографические буйи / Г. О. Берто. — Л. : Судостроение, 1979. — 215 с.
- [2] Санин, Н. Н. Морской гидрофизический справочник : в 2 т. / под. ред. Санина Н. Н. — Л. : Судостроение, 1986. — Т. 1. — 512 с.

HYDROLOGICAL SYSTEM FOR COLLECTING AND TRANSMITTING INFORMATION

Schekaturin A. A., Kozlovets A. N., Vatrach A. D.

Scientific adviser: Schekaturin A. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of theoretical studies of the system for collecting and transmitting information about the hydrophysical fields of the marine environment, which is made in the form of a system of hydrological buoys, are presented.

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ БУЙ ДЛЯ СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Щекатурин А. А., Ватрич А. Д., Липовой И. Е.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Щекатурин А. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: vatrach_a@mail.ru

Аннотация — Приведены результаты исследовательской разработки гидрологического буя для сбора и передачи цифровой информации с датчиков различной природы.

1. Введение

Дрейфующие или якорные, буи для сбора и передачи данных измеряют и передают их автоматически, аналоговым и цифровым способом, обмениваясь информацией в реальном времени через различные, в том числе спутниковые телекоммуникационные системы.

2. Основная часть

Гидрологические буи считаются самым экономичным средством получения метеорологических и океанографических данных.

Дрейфующие буи, как правило, выполняются в корпусе в виде сферы, относительно недорогие и отвечают, как океанографическим требованиям, так и метеорологическим требованиям измерений.

Морозостойкие буи широко используются в арктических регионах для отслеживания движения льда. Такие буи оснащены низкотемпературной электроникой и литиевыми батареями, способными работать при температурах до -50°C .

Подводные буи — это автономные свободно дрейфующие платформы, собирающие данные на средней глубине и время от времени всплывающие для ее передачи.

Якорные буи представляют собой относительно большие и дорогие платформы, могут применяться для измерения параметров воздуха и морской среды на глубине более 500 метров.

В данном исследовании был разработан якорный буй волнового типа.

Волновые буи измеряют частоту и размер энергии волн (спектры), и применяются для сбора и передачи информации о динамике океана на поверхности, а также направление распространения волн.

Структурная схема спроектированного гидрологического буя представлена на рис. 1.

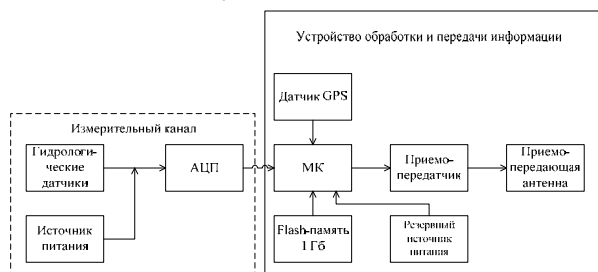


Рис. 1

Наш прибор состоит из двух частей — измерительный канал и устройство обработки и передачи информации.

Измерительный канал:

— гидрологические датчики (датчик температуры, плотности и солёности);

— батареи питания с номинальным напряжением 3,93 В (постоянного тока) FPLT-01062PPS, с рабочей температурой от -20°C до $+165^{\circ}\text{C}$, ёмкостью 6,2 А·ч, и рабочим током/ и пиковым током 50 мА / 500 мА соответственно;

— АЦП был выполнен на USB модуле сбора данных STM32 UART ADC.

Устройство обработки и передачи информации:

— ГЛОНАСС/GPS-приемник GeoC-1;

— микроконтроллер STM32F4 с тактовой частотой от 84 до 180 МГц, производительностью до 613, флэш-память с 64 по 2048 КБ, оперативной памятью от 32 до 384 КБ, источник питания 1,7—3,6 В, связь USART, SPI, I²C, CAN, Ethernet, USB, TFT, MIPI DSI, Chrom-ART и аналоговым выходом;

— устройство имеет встроенный разъём с поддержкой карт памяти до 64 Гб;

— MBee-2.4-2.1-SMA-PLS12, беспроводной радиомодуль диапазона 2,4 ГГц (ZigBee PRO, RF4CE), мощный радиомодуль с низким энергопотреблением, с дальность связи в зоне прямой видимости до 3000 м;

— приемо-передающая антенна выполнена на основе широкополосной штыревой антенны для сетей беспроводной связи.

Применяемые каналы связи буя: Wi-Fi (Wireless Fidelity) — технология беспроводного приёма/передачи данных, относится к стандартам IEEE 802.11; GSM — глобальная система мобильной связи; RF (Radio frequency) — радиочастота.

3. Заключение

Нами были рассмотрены виды и применение гидрологических буюв, предназначенных для сбора и передачи различной информации.

Выявлена возможность систематизации сбора данных гидрологического и метеорологического назначения, а также минимизация электропитания путем внедрения и использования небольших дрейфующих буюв для сбора и передачи информации, совместно с более массивными якорными буюами, выполняющими функцию базовых станций.

4. Список литературы

- [1] Океанографические буи / Г. О. Берто. — Л. : Судостроение, Техника освоения океана. — 1979. — 215 с.
- [2] Data Buoy Types [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.ocean-ops.org/dbcp/platforms/types.html>.

A HYDROLOGICAL BUOY FOR COLLECTING AND TRANSMITTING INFORMATION

Schekaturin A. A., Vatrach A. D., Lipovoy I. E.

Scientific adviser: Schekaturin A. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of theoretical studies of the classification of hydrological buoys for collecting and transmitting digital information of various nature are presented.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ДОМ» НА ОСНОВЕ WEMOS R1 D1

Щекатурин А. А., Файден Д. А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Щекатурин А. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: dan.faiden@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрена разработка и принцип функционирования системы «Умный дом» на основе WeMos R1 D1.

1. Введение

Понятие «Умный дом» является частным случаем более обширной системы, которая называется «Интернет вещей» [1]. Интернет вещей (*Internet of Things, IoT*) — это множество физических объектов, подключенных к сети и обменивающихся между собой данными. В общем случае стек технологий IoT держится четырех основных пунктах:

Конечные устройства — это объекты, которые фактически образуют «вещи» (*Things*) в Интернете вещей.

Программное обеспечение: это то, благодаря чему подключенные устройства можно назвать «умными». Программное обеспечение отвечает за связь с облаком, сбор данных, интеграцию устройств и за анализ данных в реальном времени.

Коммуникации: уровень коммуникации включает в себя как решения для физического подключения, так и специальные протоколы, используемые в различных средах IoT.

Платформа: устройства способны «ощущать», что происходит вокруг и сообщать об этом пользователю через определенный канал связи.

2. Основная часть

WeMos R1 D1 — контроллер имеет схожую архитектуру с *Arduino Uno* и может работать в большинстве случаев как *Uno*, за одним небольшим исключением — он обладает встроенным *Wi-Fi*, поэтому прошивку можно отправлять из данного модуля беспроводным способом [2]. Непосредственно сам WeMos R1 D1 представлен на рис. 1.



Рис. 1

Помимо встроенного *Wi-Fi*, контроллер также обладает разъемом для внешней антенны для увеличения зоны покрытия сетью, если использовать данный контроллер в качестве передатчика.

Технические характеристики WeMos R1 D1:

- 11 цифровых входов/выходов. Все выводы поддерживают *interrupt/pwm/I2C/one-wire* (за исключением D0);
- 1 аналоговый вход (максимальное входное напряжение 3,2 В);
- разъем *Micro USB*;

- разъем питания 9—24 В;
- микроконтроллер *ESP-8266EX*;
- частота микроконтроллера 80 МГц/160 МГц;
- *flash* память 4 Мб;
- поддержка *Arduino*;
- наличие *Wi-Fi* модуля.

Достоинства данного контроллера:

- полная совместимость с *Arduino* и возможность использовать те же скрипты;
- возможность передавать данные и прошивку по воздуху через *Wi-Fi*;
- в дальнейшем возможность контролировать отдельные периферийные контроллеры через интернет.

WeMos обладает гораздо более высоким быстродействием, (выше в 10 раз, чем у *Ардуино* 8/16 МГц), гораздо больше объем *FLASH*-памяти (у *Ардуино* 32 КБ) и в 2 раза шире диапазон питающего напряжения (у *Ардуино* до 12 В).

3. Заключение

Исходя из вышеперечисленных факторов, оптимальным решением будет использование платы WeMos R1 D1 для улучшенного обмена данными.

Достоинства данного выбора:

- бесплатное программное обеспечение с открытым кодом;
- огромное количество пользователей по всему миру
- достаточно мощный сервер при относительно невысокой цене;
- *Wi-Fi* модуль и поддержка *Bluetooth*.

4. Список литературы

- [1] Интернет Вещей (IoT) простыми словами [Электронный ресурс] / ZelУслуги. — Режим доступа: <https://www.zeluslugi.ru/info-czentr/it-glossary/term-iot-internet-of-things>.
- [2] Файден, Д. А. Использование WEMOS R1 D1 для обмена данными с сервером и контроллером / Д. А. Файден, А. А. Щекатурин // Матер. 16-й Юбилейной междунар. молодежной научн.-техн. конф. «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, РТ-2020», Севастополь, 12-16 окт., 2020 г. — Севастополь, 2020. — С. 247.

DESIGN OF THE "SMART HOUSE" SYSTEM BASED ON WEMOS R1 D1

Faiden D. A., Shchekaturin A. A.

Scientific adviser: Shchekaturin A. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The design and a principle of functioning of the "Smart Home" system based on WeMos R1 D1 are considered.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СЕРВЕРА СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ДОМ»

Щекатурин А. А., Файден Д. А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Щекатурин А. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: dan.faiden@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрены принципы моделирования работы сервера системы «Умный дом», а также его взаимодействие с периферийными контроллерами.

1. Введение

Понятие «Умный дом» является частным случаем более обширной системы, которая называется «Интернет вещей». Интернет вещей (*Internet of Things, IoT*) — это множество физических объектов, подключенных к сети и обменивающихся между собой данными. В общем случае стек технологий IoT держится четырех основных пунктах:

Конечные устройства — это объекты, которые фактически образуют «вещи» (*Things*) в Интернете вещей.

Программное обеспечение: это то, благодаря чему подключенные устройства можно назвать «умными». Программное обеспечение отвечает за связь с облаком, сбор данных, интеграцию устройств и за анализ данных в реальном времени.

Коммуникации: уровень коммуникации включает в себя как решения для физического подключения, так и специальные протоколы, используемые в различных средах IoT.

Платформа: устройства способны «ощущать», что происходит вокруг и сообщать об этом пользователю через определенный канал связи.

2. Основная часть

Моделирование проведено в системе управления умным домом *MajorDoMo*, поддерживающий MQTT-протокол. MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) — протокол для передачи последовательности сообщений с телеметрическими данными, то есть информации от датчиков температуры, влажности, освещенности и т.п. *Mosquitto* — брокер сообщений с открытым исходным кодом (лицензии EPL/EDL), который реализует протоколы MQTT версий 5.0, 3.1.1 и 3.1. *Mosquitto* лёгкий и подходит для использования на всех устройствах: от маломощных одноплатных компьютеров до полноценных серверов.

Для начала необходимо создать MQTT-брокер, который будет отвечать за рассылку данных с периферийных контроллеров на сервер. Для этого воспользуемся специальной программой *MQTT Explorer* (рис. 1). С помощью этой программы можно подключиться к MQTT серверу и увидеть все то, что там происходит.

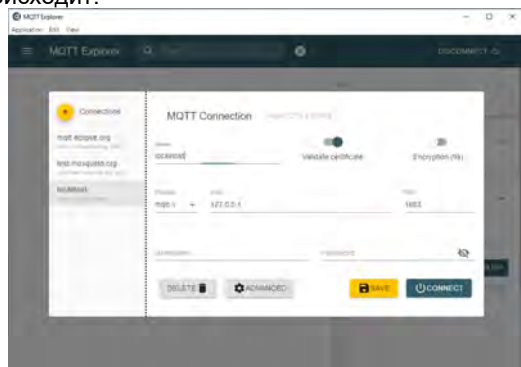


Рис. 1

В нашем случае, происходят три симуляции для различных ситуаций с трех периферийных контроллеров. Окно программы *MajorDoMo* представлено на рис. 2.



Рис. 2

Исходя из принципа работы сервера и наличия MQTT-протокола — целесообразным выбором будет привязать SMS-сообщения на телефон владельца «умного дома». Для этого воспользуемся встроенными в самом *MajorDoMo* приложениями для отправки сообщений, а именно *sms.ru*. Данный выбор сделан в силу того, что интернет-соединение не всегда может быть бесперебойным или вообще намеренно отключено злоумышленниками. В этом случае сервер перейдет на питание от ИБП и GSM-связь отказывает крайне редко.

3. Заключение

В ходе моделирования выполнено программирование микроконтроллера *Orange Pi 3*, а также *WeMos D1 R1*, выполнена работа в среде разработки «умного дома» *MajorDoMo*, а также использованы основные MQTT-протокола. В нашем случае сервер на *Orange Pi 3* являлся MQTT-брокером, а периферийный контроллер кухни — MQTT-клиентом. С помощью *Mosquitto* был осуществлен мониторинг передачи данных от брокера клиенту беспроводным путем.

4. Список литературы

- [1] Интернет Вещей (IoT) простыми словами [Электронный ресурс] / ZelУслуги. — Режим доступа: <https://www.zeluslugi.ru/info-czentr/it-glossary/term-iot-internet-of-things>.
- [2] Файден Д. А. Периферийный контроллер системы «Умный дом» / Д. А. Файден, А. А. Щекатурин // Матер. 15-й Междунар. молодежной научн.-техн. конф. «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, РТ-2019», Севастополь, 14-18 окт., 2019 г. — Севастополь, 2020. — С. 191.

SIMULATION OF THE SERVER OPERATION OF THE "SMART HOUSE" SYSTEM

Shchekaturin A. A., Faiden D. A.
Scientific adviser: Shchekaturin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The principles of simulation of the operation of the "Smart Home" system server, as well as its interaction with peripheral controllers, are considered.

СИСТЕМА БЕЗОПАСНОГО ХРАНЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ МЕДИЦИНСКИХ МАСОК С АКТИВНЫМ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕМ ПЕРЕД УТИЛИЗАЦИЕЙ

Дурманов М. А., Соколенко В. Е.

Научный руководитель: Дурманов М. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: brovydobson@gmail.com

Аннотация — Рассмотрен принцип работы системы безопасного хранения использованных медицинских масок с активным обеззараживанием перед утилизацией.

1. Введение

В связи с пандемией COVID-19 резко возросло использование средств индивидуальной защиты, в частности медицинских масок. Проблема сбора и утилизации использованных масок до сих пор является нерешенной. Выброшенные маски могут быть зараженными, что может привести к распространению опасной инфекции. Разработка предлагаемой системы направлена на решение этой проблемы.

Целью проекта является разработка системы безопасного хранения использованных медицинских масок перед утилизацией.

2. Основная часть

Разрабатываемая система нацелена на предутилизационную обработку масок, которая заключается в разрезании резинок масок (для предотвращения их повторного использования, а также для предотвращения запутывания и гибели обитателей гидросферы в резинках медицинских масок, которые могут быть выброшены в акваторию при утилизации), дезинфицирование масок, а затем помещение их в среду с лампами специального назначения, излучение которых предназначено для уничтожения вирусов и бактерий.

Алгоритм работы данной системы показан на рис. 1 и предусматривает следующие действия:

- помещение использованной маски пользователем в само устройство;
- обрезка резинок маски;
- первый этап дезинфицирования маски с помощью распыления дезинфицирующей жидкости;
- перемещение маски в отсек хранения, где происходит второй этап дезинфицирования с помощью лампы с ультрафиолетовым светом.



Рис. 1

На рис. 2 показан внешний вид 3D модели корпуса разрабатываемой системы.

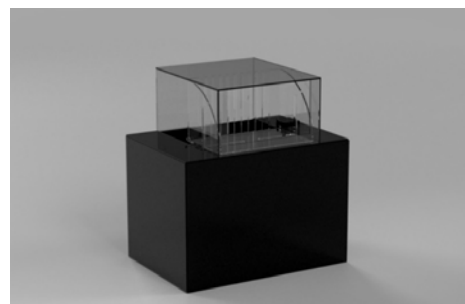


Рис. 2

В отсеке хранения при втором этапе дезинфицирования происходит обеззараживание излучением кварцевой лампы. Также возможно использование излучения от ультрафиолетовой антибактериальной лампы для достижения большей эффективности обеззараживания.

После заполнения отсека хранения производится извлечение пакета с использованными обработанными масками, а затем их перемещение в пункты общего сбора мусора, либо в пункты утилизации мусора.

3. Заключение

Разработанная система существенно сократит вероятность заражения людей вирусами, а также предотвратит возможные экологические проблемы.

Данный способ обработки масок перед утилизацией в сравнении с аналогами [1] качественно отличается тем, что используется новый подход к решению проблемы обеззараживания использованных медицинских масок, который заключается в автоматической обработке средств индивидуальной защиты в месте их сбора. Это позволяет локализовать этапы сбора и обработки, что позволит минимизировать риск заражения при транспортировке к месту утилизации. Кроме этого, использованные маски не будут выбрасываться вместе с другим мусором, что исключит распространение вирусов и бактерий в мусорных баках и на свалках.

4. Список литературы

- [1] В России создали устройство для утилизации масок и перчаток [Электронный ресурс] / Российская газета. — Режим доступа: <https://rg.ru/2020/08/06/reg-ufo/v-rossii-sozdali-ustrojstvo-dlia-utilizacii-masok-i-perchatok.html>.

THE SYSTEM FOR SAFE STORAGE OF USED MEDICAL MASKS WITH ACTIVE DISINFECTION BEFORE DISPOSAL

Durmanov M. A., Sokolenko V. E.

Scientific adviser: Durmanov M. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The principle of operation of the system for safe storage of used medical masks with active disinfection before disposal is considered.

ПРИМЕНЕНИЕ ГОЛОСОВОГО УПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ «УМНЫЙ ДОМ»

Тыщук Ю. Н., Кривобок Л. С., Сыпалова А. С.

Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: lyda97@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена тема использования голосовых ассистентов в умном доме. Описаны основные проблемы, связанные с использованием таких помощников, в том числе проблемы использования оборудования необходимого для их работы. Исследованы способы их решения.

1. Введение

Голосовой помощник начал набирать свою популярность в начале 2000-х годов и надежно закрепился среди наиболее популярных направлений в области информационных технологий. Вычислительные сети устройств способны взаимодействовать как друг с другом так и система устройств и пользователь.

Современные разработки в области распознавания и синтеза речи способствуют появлению нового вида человеко-машинных интерфейсов: голосовых ассистентов, способных вести с пользователем диалог на естественном языке и выполнять различные голосовые команды.

2. Основная часть

Голосовой помощник — сервис на основе искусственного интеллекта, распознающий человеческую речь и способный выполнить определенное действие в ответ на голосовую команду. Голосовые помощники используются: смартфонах, умных колонках, веб-браузерах, в умных домах.

В данной статье мы рассмотрим применение и проблемы голосового помощника в умном доме. Идея управления голосом различными устройствами появилась давно и имеет множество реализаций.

Как работает виртуальный помощник.

Чтобы пользователь получил ответ, программа проходит пять этапов:

- убирает фоновый шум;
- преобразует звук в цифровой код;
- выделяет речь, анализирует отдельные слова и связь между ними;
- сравнивает полученную информацию с шаблонами, система ищет варианты, как слово произносится, когда голосовой помощник не может найти ответ, не понимает команду, то просит пользователя задать вопрос по-другому;
- выдаёт ответ, ориентируясь на библиотеку шаблонов и поведение пользователя в сети, его прошлые запросы в поисковых системах, геолокацию.

Простейшая структурная схема системы голосового управления показана на рис. 1.

Программа может вступить в диалог, если ей не хватает данных. Но к сожалению современные проблемы управлением голосовым помощником могут быть не так точны. Голосовые команды не воспринимаются по смыслу. Команда исполняется только тогда, когда ее произношение четко соответствует шаблону написанному в настройках голосового интерфейса. Голосовое управление умным домом достаточно удобная функция, но лучше ее использо-

вать как дополнение к настенным пультам управления.



Рис. 1

Голосовой помощник представляет такие проблемы как:

— наиболее серьезная проблема голосовых помощников связана с выполнением ложных команд: часто ассистенты не могут отличить голос хозяина от звука телевизора, радио или речи окружающих людей.

— безопасность и конфиденциальность, голосовой интерфейс по команде, например «прочти мою почту», может дать доступ к чувствительным личным данным — расписанию, электронной почте — другим людям, так как не различает голоса;

— он не может поставить сразу несколько задач, что в некоторых случаях бывает необходимо;

— плохое распознавание речи.

Все голосовые помощники были разработаны с целью взять на себя часть рутинных задач пользователя. Программисты активно добавляют новые функции и дорабатывают старые.

3. Заключение

Сейчас пользовательские интерфейсы заточены только на голос, но будущее умных ассистентов мультимодальное. Цифровые помощники будут общаться с людьми разными способами.

THE USE OF VOICE CONTROL IN "SMART HOME" SYSTEM

Tyschuk Yu. N., Krivobok L. S., Sygalova A. S.

Scientific adviser: Tyschuk Yu. N.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The topic of using voice assistants in a smart home is considered. The main problems associated with the use of such assistants are described, including problems with using the equipment necessary for their operation. Ways to solve them are investigated.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОСВЕЩЕНИЕМ ПРИДОМОВОЙ ТЕРРИТОРИИ В СИСТЕМЕ «УМНЫЙ ДОМ»

Тыщук Ю. Н., Сыпалова А. С., Кривобок Л. С.

Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: anastasiyasergeevna98@gmail.com

Аннотация — В данной работе рассматривается одна из функций «умного» дома: освещение, обеспечивающее автоматическое управление светом, разработана схема и алгоритм подключения такой системы.

1. Введение

Как известно многим, «умный» дом представляет собой систему автоматического управления и эксплуатации различными инженерными системами внутри и снаружи помещения.

В данной работе мы рассмотрим освещение «умного» дома. Управление освещением — одна из базовых функций, которая входит в большинство стандартных комплектов умного дома. Но она может монтироваться и отдельно. Тогда программа будет носить имя «Умный свет».

Проживание будет максимально комфортным, автоматизированный процесс освещения значительно упростит ваш быт. Кроме того, расходы на электроэнергию будут заметно снижены.

2. Основная часть

Программа «Умный свет» для управления освещением придомовой территории имеет следующие функции:

- управление уровнем естественной освещённости, регулируя шторы и жалюзи;
- регулировка яркость освещения;
- приглушать освещение при включении телевизора, домашнего кинотеатра и других мультимедиа;
- с помощью ламп создавать видимость, что в доме кто-то есть — для защиты от воров;
- оповещать о различных событиях, например, когда сработал таймер на кухне;
- для уютной атмосферы — создавать дизайнерские световые шоу;
- программировать разные режимы освещения для чтения, спорта, отдыха и сна;
- регулировка света в гараже;
- освещение придомовой территории.

На рис.1 показана схема подключения освещения «умного» дома.



Рис. 1

Для создания централизованного управления нам понадобятся центр управления; датчики; камеры; умные розетки; умная техника. Умные лампы внешне ничем не отличаются от обычных, но в них присутствует модуль для автоматического управления. Для создания такой системы были выбраны умные лампы и блок управления фирмы Philips. Блок управления Hue Bridge — это сердце системы умного освещения Philips Hue, которое может объединять до 50 ламп и аксессуаров и управлять ими.

Система «Умный свет» может устанавливаться не только в квартирах, домах, но и в придомовой территории, например, как подсветка дорожек, уличные фонари и т.д.

Был создан интерфейс разрабатываемого приложения (рис. 2). В приложении будет осуществляться выбор объекта или комнаты, в котором нужно будет включить или выключить свет, выбор устройства (люстра, подсветка и т.д.), которым нужно воспользоваться и настройка его яркости.

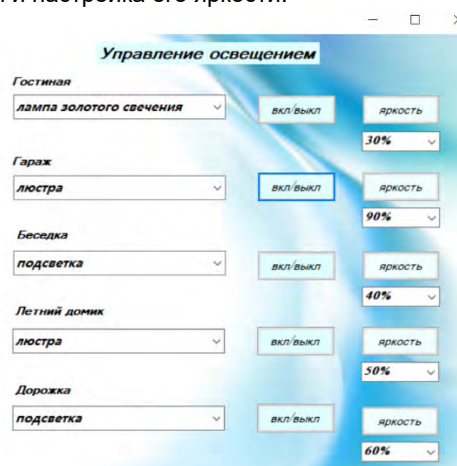


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, исследована система функции освещения «умного» дома, которая работает по заданным алгоритмам и настройкам. Был разработан интерфейс для разрабатываемого приложения и схема размещения для этой системы.

AUTOMATIC CONTROL OF THE LIGHTING OF THE ADJACENT TERRITORY IN THE "SMART HOUSE" SYSTEM

Tyschuk Yu. N., Krivobok L. S., Syalova A. S.

Scientific adviser: Tyschuk Yu. N.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the article, the one of functions of a smart home as lighting, that provides automatic light control, is discussed. The scheme and algorithm for connecting the system have been developed.



**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**

КОМПАКТНЫЙ ЭЛЕМЕНТ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ НА ОСНОВЕ ИЗЛУЧАТЕЛЯ ВИВАЛЬДИ

Геворкян А. В., Косак Р. Э.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Геворкян А. В.

Южный федеральный университет, Россия

E-mail: kosak@sfedu.ru

Аннотация — Рассмотрена конструкция компактного сверхширокополосного (СШП) излучателя Вивальди. Приведены результаты расчета в САПР HFSS его характеристики излучения в составе бесконечной антенной решетки.

1. Введение

На данный момент антенна Вивальди является одним из распространенных типов антенн. Возможность работы в СШП диапазоне частот и обеспечение хороших характеристик излучения определяют возможные области её применения: радионавигация, радиосвязь, радиолокация, создание различных радаров, систем активных помех и систем телекоммуникаций [1]. Характеристики таких антенн в значительной степени зависят от их конструкции.

2. Основная часть

При проведении исследований за основу была взята антенна из [2], которая приведена на рис. 1. Его КСВН представлен на рис. 2.

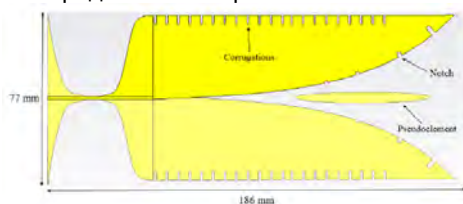


Рис. 1

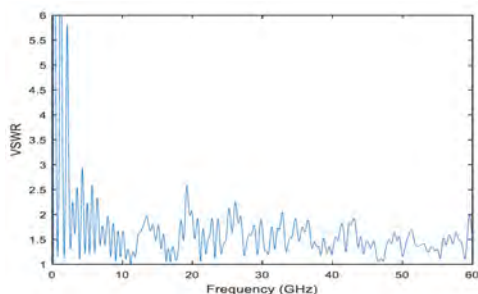


Рис. 2

На рис. 3 приведена модель разработанного излучателя. Он выполнен на диэлектрической подложке RT/duroid толщиной 0,5 мм. Ширина и высота антенны равны, соответственно, 80 и 200 мм. Глубина (размер по оси OX) равна 100 мм. Питание производится с помощью коаксиального кабеля.

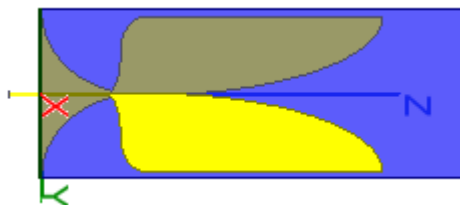


Рис. 3

Рассмотрим его характеристики излучения. Из рис. 4 видно, что рабочая полоса частот излучателя

по уровню КСВН ≤ 3 располагается в диапазоне от 375 МГц до 1053,6 МГц. Ему соответствует коэффициент перекрытия равный примерно 2,8.

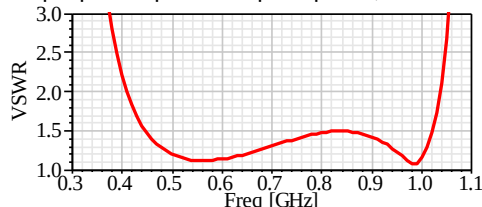


Рис. 4

Согласно рис. 5, в рабочей полосе частот излучателя значение его коэффициента усиления находится в диапазоне от минус 10 до 1 дБ.

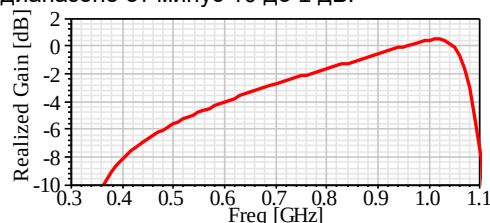


Рис. 5

Таким образом, излучатель имеет следующие электрические размеры на максимальной рабочей частоте (ширина $\times$ глубина $\times$ высота): $0,281 \lambda \times 0,352 \lambda \times 0,703 \lambda$, где λ — длина волны. Это позволяет считать его компактным.

3. Заключение

В ходе работы была рассмотрена конструкция компактного излучателя Вивальди, а также исследованы его характеристики излучения в составе бесконечной антенной решетки. Результаты исследований показали, что излучатель может применяться для работы с СШП-сигналами.

4. Список литературы

- [1] Лазоренко, О.Ф. Сверхширокополосные сигналы и физические процессы / О.Ф. Лазоренко, Л.Ф. Черногол // Радиофизика и радиоастрономия, 2008. — 2008. — Т.13. — № 2. — С. 166—194.
- [2] Eichenberger, J. Antipodal UWB Vivaldi Antenna with Pseudoclement and Notched Flares for 2.5-57 GHz Applications / J. Eichenberger, E. Yetisir, and N. Ghalichechian // Proc. 2018 IEEE Int. Symp. Antennas and Propag. & USNC/URSI Nat. Radio Science Meeting, Boston, MA, USA, 2018. — 2018. — P. 270—1758.

COMPACT ELEMENT OF THE ANTENNA ARRAY BASED ON THE VIVALDI RADIATOR

Gevorkyan A. V., Kosak R. E.

Scientific adviser: Gevorkyan A. V.

Southern Federal University, Russia

Abstract — The design of a compact ultra-wideband (UWB) Vivaldi radiator is considered. The results of a CAD HFSS calculation of the radiation characteristics of element as part of an antenna array are presented.

ТРЕХЛУЧЕВАЯ РЕШЕТКА ПЕЧАТНЫХ ДИПОЛЬНЫХ АНТЕНН

Геворкян А. В., Пеньковская Т. К.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Геворкян А. В.

Южный Федеральный университет, Россия

E-mail: penkovskaya@sfedu.ru

Аннотация — В данной статье приведена конструкция трехлучевой решетки печатных дипольных антенн. Поворот лучей реализуется за счет поворота подрешеток относительно выбранного радиуса. Приведены результаты расчета характеристик антенной решетки.

1. Введение

Многолучевые антенные решетки (МАР) являются привлекательными для коммерческого использования в системах радиосвязи, так как позволяют одновременно обслуживать большое количество абонентов находящихся в разных направлениях. Благодаря этому достигается низкая стоимость передачи единицы информации и оптимальное использование ресурса системы связи в зоне обслуживания, а также повышается надежность связи.

2. Основная часть

Разработанная МАР состоит из трех подрешеток в виде сдвоенных дипольных антенн с рупорным отражателем. Данная конструкция была сделана на основе антенны [1], которая была немного изменена. Данный выбор связан с тем, что антенна с такой конструкцией имеет маленькую высоту и стабильные характеристики в широкой полосе частот, а отражатель в виде рупора сужает ДН в H -плоскости и позволяет повысить коэффициент усиления (КУ) лучей.

В данной работе поворот лучей МАР реализован с помощью повернутых относительно выбранного радиуса подрешеток. Это обеспечивает смещение максимума ДН на необходимый угол. Для включения нужного луча запитывается пара антенн соответствующей подрешетки. Внешний вид описанной МАР представлен на рис. 1.

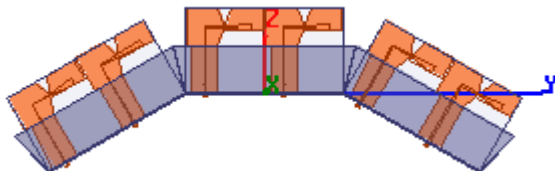


Рис. 1

На рис.2. приведены ЧХ КСВН всех входов МАР. Видно, что они имеют близкие значения. Из графиков видно, что рабочая полоса частот МАР по уровню КСВН ≤ 2 находится в диапазоне от 1,56 до 2,32 ГГц.

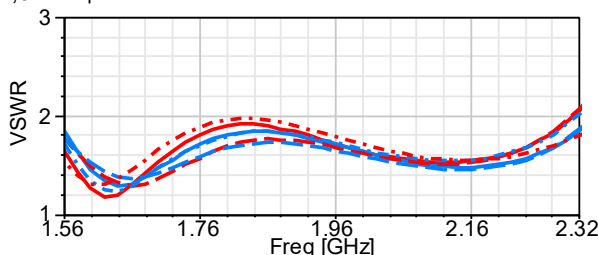


Рис. 2

Рис. 3. иллюстрирует ЧХ КУ для левой (—), центральной (— —), и правой (— · —) подрешеток.

ток. Как видно из графиков, в рабочей полосе частот значение КУ находится в диапазоне от 6,0 до 10,5 дБ

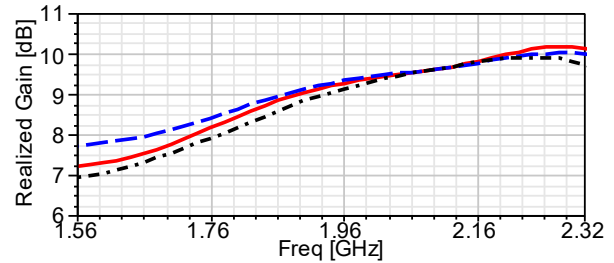


Рис. 3

На рис. 4. показаны нормированные ДН в E -плоскости для трёх лучей на крайних и центральной частотах рабочего диапазона — 1,56, 1,94 и 2,32 ГГц, которым соответствуют сплошная, штриховая и штрихпунктирная кривые.

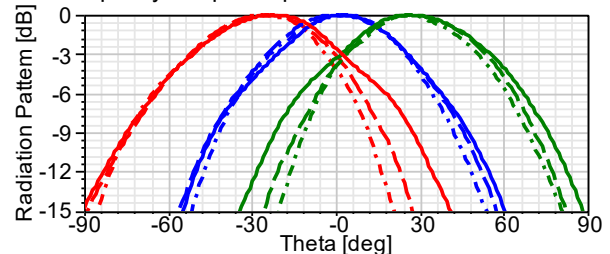


Рис. 4

Из рисунка видно, что ширина ДН по уровню минус 3 дБ равна примерно $40 \pm 3^\circ$, а отклонение максимума луча не превышает 3° для направления $\Theta = 0^\circ$ и 5° для направлений $\Theta = \pm 25^\circ$.

3. Заключение

Результаты исследований показывают, что печатная дипольная антенна может быть использована для создания широкополосных МАР. Единственным минусом является небольшое смещение положения максимума ДН, но оно находится в допустимых пределах.

4. Список литературы

- [1] Gevorgyan, A. V. An ultra-wideband printed dipole antenna of the frequency range from 1 to 3 GHz with wide-angle scanning in the E-plane and low level of cross polarization / A. V. Gevorgyan // J. of Phys. : Conf. series. — 2020. — Vol. 1499. — Iss. 1. — P. 7.

THREE-BEAM ARRAY OF PRINTED DIPOLE ANTENNAS

Gevorkyan A. V., Penkovskaya T. K.

Scientific adviser: Gevorgyan A. V.

Southern Federal University, Russia

Abstract — In the article, the design of a three-beam array of printed dipole antennas is shown. The beams are rotated by rotating the subarrays relative to the selected radius. The results of calculation of the characteristics of the antenna array are presented.

ОСОБЕННОСТИ КАЛИБРОВКИ ЦИФРОВЫХ ПЕРЕДАЮЩИХ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК

Темченко В. С., Стакозов А.О.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Темченко В. С.

Московский авиационный институт, Россия

E-mail: stakozov990@mail.ru

Аннотация — В работе показано различие в подходах к калибровке приемной и передающей цифровой антенной решетки. Проведено сравнение эффективности калибровки передающей решетки методом инвертирования фазы канала и методом кодирования сигналов набором ортогональных функций. Проверена устойчивость методов к шумам и к дрейфу фазы измерительного приемника относительно генератора сигнала.

1. Введение

Под калибровкой обычно понимают определение комплексных коэффициентов передачи трактов решетки для дальнейшего их использования в алгоритмах диаграммоформирования. Существует множество работ, посвященных калибровке «классических» фазированных антенных решеток, в которых для определения коэффициентов предлагается использовать различные алгоритмы управления сигналами каналов. Управление сигналами, в основном, осуществляется с помощью фазовращателей.

2. Основная часть

Ничто не мешает калибровать цифровые решетки методами, разработанными для «классических» ФАР. Однако цифровые решетки обладают более широкими возможностями, что теоретически позволяет достигнуть преимуществ, как в скорости, так и в точности калибровки. В методах калибровки традиционных решеток увеличение скорости калибровки обычно достигается за счет обработки не только фазы суммарного сигнала, но и его амплитуды. Цифровая обработка суммарного сигнала дает возможности такого измерения.

При этом калибровка приемной и передающей цифровой решеток кардинально отличается. Так, для калибровки приемной цифровой решетки достаточно «засветить» полотно антенны контрольным сигналом и получить от АЦП каналов отсчеты комплексных сигналов. В конструкции цифровой ФАР эта операция фактически производится в штатном режиме, еще до выполнения диаграммоформирования. Существует, таким образом, возможность выделения сигнала каждого канала для последующего их сравнения. При калибровке передающей антенны сигналы отдельных каналов решетки необходимо предварительно выделить из суммарного сигнала, принимаемого юстировочной антенной.

В работе сравнивается метод, предлагающий последовательно инвертировать фазу сигнала каждого канала на 180 градусов [1] и метод кодирования сигналов набором ортогональных функций [2]. Эти методы позволяют осуществить калибровку за минимальное количество измерений. Критерием качества, по которому проводится сравнение методов, выбрана ошибка определения комплексных коэффициентов передачи канала по фазе и амплитуде. В качестве модели шума используется амплитудная и фазовая добавка, внесенная в принятую последовательность отсчетов.

Метод инвертирования фазы был описан в [1] применительно к калибровке классических ФАР, и

может быть удобно адаптирован для калибровки цифровых ФАР. Сущность метода состоит в том, что для выделения сигнала каждого канала производится два измерения, одно в исходном состоянии фазовращателей, и второе — при фазовращателе тестируемого канала, установленном в состояние 180 градусов (в цифровой решетке сигнал канала просто модулируется по фазе соответствующим образом). В том и в другом случае производится измерение комплексного суммарного сигнала, с учетом его амплитуды и фазы. Сигнал тестируемого канала может быть получен как разность измеренных сигналов, деленная пополам.

Второй метод основан на кодировании сигналов каналов ортогональными функциями, для этого подойдет матрица Адамара. Свойства ортогональных систем позволяют отфильтровать закодированный канал путем умножения принятого сигнала последовательно на каждую строку матрицы Адамара.

3. Заключение

По результатам моделирования можно сделать вывод о том, что метод инвертирования фазы уступает методу кодирования матрицей Адамара как в устойчивости к шумам, так и по дрейфу фазы. Можно отметить, что метод инвертирования фазы требует излучения большего числа пакетов, чем метод кодирования матрицей Адамара.

4. Список литературы

- [1] Lee, Kuan-Min A Built-In Performance-Monitoring/Fault Isolation and Correction (PM/FIC) System for Active Phased-Array Antennas / Kuan-Min Lee, Ruey-Shi Chu, Sien-Chang Liu // IEEE Transactions On Antennas And Propagation, Nov 1993. — 1993. — Vol 41. — No 11. — P. 1530—1540.
- [2] Silverstein, D. Application of Orthogonal Codes to the Calibration of Active Phased Array Antennas for Communication Satellites / Seth D. Silverstein // IEEE Transactions On Signal Processing, Jan. 1997. — 1997. — Vol 45. — No 1. — P. 206—218.

FEATURING OF CALIBRATION OF DIGITAL TRANSMITTING ANTENNA ARRAY

Temchenko W. S., Stakozov A. O.
Scientific adviser: Temchenko W. S.
Moscow Aviation Institute, Russia

Abstract — Two methods of calibration digital transmitting antenna array are considered. The resistance of the methods to noise and phase drift is tested.

РАЗРАБОТКА АНТЕННЫ БАЗОВОЙ СТАНЦИИ СЕТЕЙ WI-FI

Головин В. В., Каленюк С. А., Новиков С. Д.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Головин В. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: kalenyuk1988@gmail.com

Аннотация — Разработана антенна базовой станции сети Wi-Fi. Приведены результаты исследования характеристик излучения антенны.

1. Введение

В труднодоступных населенных пунктах не всегда есть возможность провести линии связи — из-за чего нарушается коммуникация с внешним миром. Решением данной проблемы является беспроводная передача данных на основе стандарта IEEE 802.11ax. В докладе приводятся антенная решетка и результаты расчетов

2. Основная часть

При разработке антенны базовой станции сети Wi-Fi за основу была взята микрополосковая щелевая антенна с экспоненциальным раскрытием щели (HW-OD2458-9-NF), также известная как антенна Вивальди, а также данная антенна будет работать на одном из последних стандартов IEEE 802.11ax [1].

Разработана антенная решетка [2], состоящая из четырех модулей антенн Вивальди расположенных вблизи друг к другу (рис. 1).

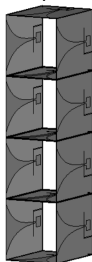


Рис. 1

На рис. 2 показана ДН для горизонтальной поляризации антенны в E-плоскости на частоте 5,4 ГГц.

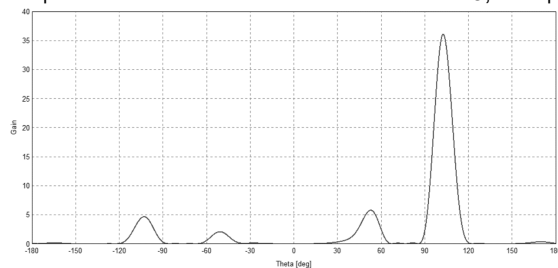


Рис. 2

На рис. 3 показана ДН для горизонтальной поляризации антенны в H-плоскости на частоте 5,4 ГГц.

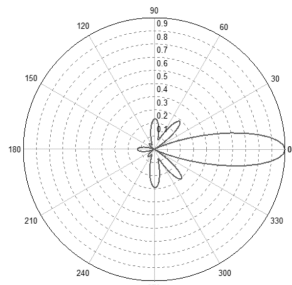


Рис. 3

На рис. 4 показана ДН для вертикальной поляризации антенны в E-плоскости на частоте 5,4 ГГц.

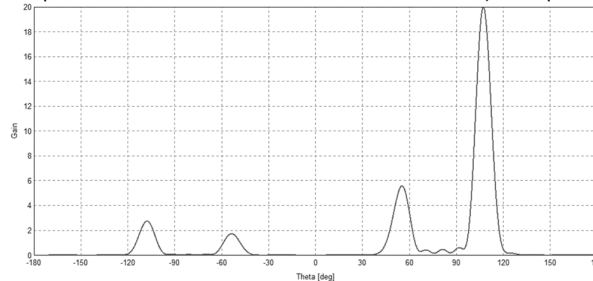


Рис. 4

На рис. 5 показана ДН для вертикальной поляризации антенны в H-плоскости на частоте 5,4 ГГц.

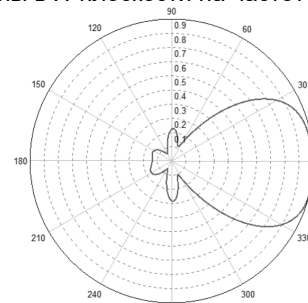


Рис. 5

3. Заключение

Таким образом, разработана антенна базовой станции сети Wi-Fi с вертикальной и горизонтальной поляризацией.

Применение данного типа антенной решетки на основе антенны Вивальди с экспоненциальным изменением ширины щели для систем беспроводного широкополосного доступа позволит значительно расширить полосу пропускания, увеличить зону покрытия, скорость передачи, а также дает возможность построения сверхширокополосных интегрированных антенных систем.

4. Список литературы

- [1] НИКС компьютерная компания Wi-Fi 6 (IEEE 802.11ac) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.nix.ru/computer_hardware_news/hardware_new_s_viewer.html?id=197853.
- [2] Головин, В. В. Проектирование антенных систем / В. В. Головин, Ю. Н. Тыщук, И. Л. Афонин. — М.: Центркаталог, 2020. — 152 с.

DESIGN OF THE WI-FI NETWORK BASE STATION ANTENNA

Golovin V. V., Novikov S. D., Kalenyuk S. A.

Scientific adviser: Golovin V. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The antenna for a Wi-Fi network base station has been developed. The results of the study of the antenna radiation characteristics are presented.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛОСКОГО ПЕТЛЕВОГО ВИБРАТОРА С РАСПРЕДЕЛЁННОЙ НАГРУЗКОЙ

Слезкин В. Г., Слезкин Г. В., Неведров М. Г.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Слезкин В. Г.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: GVSlezkin@sevsu.ru

Аннотация — Результаты моделирования в пакете программ CST MWS обоснована возможность существенно расширить полосу рабочих частот петлевого вибратора благодаря введению в его конструкцию распределённых реактивных нагрузок.

1. Введение

Петлевой вибратор (ПВ) [1] имеет по сравнению с разрезным симметричным вибратором более широкую полосу рабочих частот при сравнительно простой конструкции [1]. Модификация ПВ с сосредоточенными реактивными нагрузками (ПВСН) [2] обладает большей широкополосностью. В [3] предложен ПВ с распределённой нагрузкой (ПВРН), который должен работать в ещё большей полосе частот, но проверка этого утверждения на практически реализуемой конструкции не проводилась.

В данном докладе путём численного моделирования анализируются реально достижимые электрические характеристики ПВРН.

2. Основная часть

Известно [1], что для расширения полосы рабочих частот ПВ необходимо снизить неравномерность частотной зависимости активной составляющей его входного сопротивления и уменьшить размах реактивной составляющей. Последнее достигается в ПВСН [2], но из-за существенных различий в форме частотных характеристик ПВ и сосредоточенной нагрузки возможности такого решения ограничены. Эти различия можно уменьшить, если применить распределённую нагрузку, которая при параллельном подключении к точкам питания ПВ обеспечит также трансформацию активной составляющей.

Численное моделирование выполнялось с помощью пакета прикладных программ CST Microwave Studio. Модели имели вид плоских структур, выполненных на одностороннем фольгированном диэлектрике [4], чем обеспечивалась возможность практической реализации любых форм вибраторов.

Исходная модель полуволнового ПВ содержала основание прямоугольной формы с излучающей структурой в виде ленты из фольги, возбуждаемой точечным источником (рис. 1).

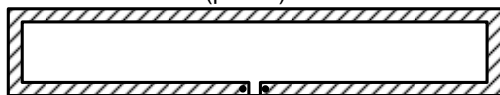


Рис. 1

Модель ПВРН отличалась от исходной наличием распределённых нагрузок в виде разомкнутых на конце полосок фольги, расположенных внутри петли и соединённых с источником возбуждения параллельно (рис. 2).

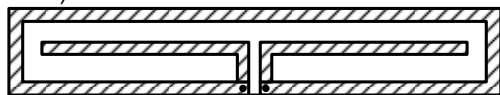


Рис. 2

В серии расчётов оценивалось влияние ширины ленты и ширины основания на относительную полосу рабочих частот δ вокруг расчётной центральной частоты f_0 для уровней коэффициента стоячей волны (КСВ), равных 2,0 и 3,0.

Было установлено, что для ПВ при внутреннем сопротивлении источника около 300 Ом можно получить относительную полосу δ по уровню КСВ (SWR) 2,0 не более 23—25 %, а по уровню 3,0 — до 36 % (рис. 3, пунктир). Для модели ПВРН были подобраны длина нагрузок и величина зазора между ними, при которых относительная полоса рабочих частот по уровню КСВ входа 2,0 достигла 34 %, а по уровню 3,0 — 44 % (рис. 3, сплошная линия).

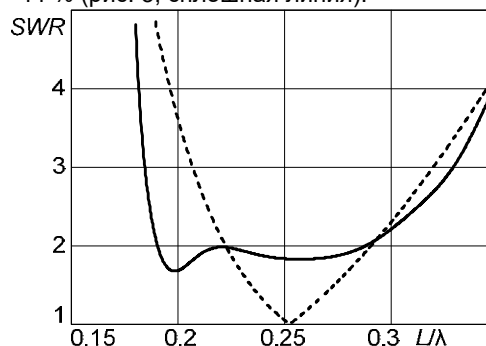


Рис. 3

3. Заключение

Результатами численного моделирования доказано, что благодаря применению распределённых нагрузок полоса рабочих частот петлевого вибратора может быть значительно расширена при неизменной форме диаграммы направленности.

4. Список литературы

- [1] Сазонов, Д. М. Антенны и устройства СВЧ / Д. М. Сазонов. — М.: Высш. шк., 1988. — 432 с.
- [2] Овсяников, В. В. Вибраторные антенны с реактивными нагрузками / В. В. Овсяников. — М.: Радио и связь, 1985. — 120 с.
- [3] Пат. Украины № 66831 МКИ H01Q 7/00. Петлевая антенна / В. Г. Слезкин, И. Б. Широков. — 2004. — № 6.
- [4] Слезкин, В. Г. О входном сопротивлении широкополосных плоских и петлевых вибраторов / В. Г. Слезкин, Г. В. Дворянинов, В. В. Гнездилов // СВЧ техника и телекоммуникационные технологии: матер. 18-й междунар. науч.-техн. конф. КрыМиКо'2008, Севастополь, 8—12 сент. 2008 г. — Севастополь, 2008. — С. 429—430.

STUDY OF THE FLAT FOLDED DIPOLE WITH DISTRIBUTED LOAD

Slyozkin G. V., Nevedrov M. G., Slyozkin V. G.

Scientific adviser: Slyozkin V. G.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — By the results of simulation in program package CST MWS, a possibility to significantly expand the working frequency band of folded dipole, due to implementation of distributed reactive loads into its design, was justified.

ПЕЧАТНЫЕ АНТЕННЫ ДЛЯ БАЗОВЫХ И АБОНЕНТСКИХ ПУНКТОВ ПОДСЕТИ 5G САНТИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

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 — Рассмотрены варианты реализации компактных антенн сантиметрового диапазона для базовых и абонентских пунктов малых сот телекоммуникационных сетей 5G на основе плоских самодополнительных структур в печатном исполнении.

1. Введение

Телекоммуникационные сети 5-го поколения (5G) используют диапазоны частот от дециметрового до миллиметрового. Для малых сот радиуса действия до двух километров выделены частоты сантиметрового диапазона 4400–5000 МГц [1]. Помимо компактности и высокой технологичности антенна базовой станции должна иметь равномерную диаграмму направленности в горизонтальной плоскости, а антенна абонентской станции, должна обеспечивать однонаправленное излучение.

2. Основная часть

Так как относительная полоса рабочих частот составляет 13 %, разрабатываемые антенны относятся к широкополосным, слабонаправленным [2]. За основу предлагается взять плоскую самодополнительную структуру в виде симметричных треугольных клиньев бесконечной длины с углом при вершине α и угловым зазором между ними β . В идеале эти углы равны 90° [3], но входное сопротивление структуры близко к 200 Ом, что затрудняет согласование антенны со стандартными коаксиальными кабелями (50 или 75 Ом). В докладе [4] показано, что при уменьшении углового зазора β входное сопротивление структуры можно приблизить к требуемым значениям, но условия практической реализации антенн не были исследованы.

За основу для антенны с равномерной диаграммой направленности принята плоская симметричная структура (рис. 1 а, б). Антенна для абонентской станции отличается наличием закороченного зазора для обеспечения однонаправленного излучения (рис. 1 в, г). Расстояние от точек питания до перемычки между клиньями L было взято около четверти длины волны, что обусловлено свойствами фидеров. Рассматривались структуры с круглым краем (рис. 1 а, в) и с прямоугольным краем (рис. 1 б, г).

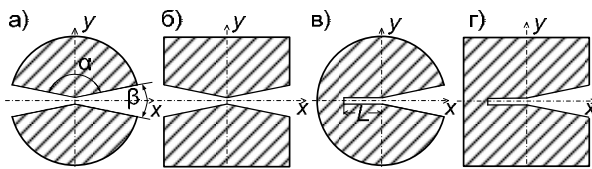


Рис. 1

Численное моделирование выполнялось с помощью пакета прикладных программ CST Microwave Studio. Модели содержали металлические части из фольги на прямоугольных диэлектрических основаниях. Для уменьшения влияния диэлектрика на параметры антенн металлические части выполнены с обеих сторон основания и соединены проводящими штырями вблизи точек питания.

Наилучшие результаты были достигнуты для структур с прямоугольным краем при значении угла между клиньями β , равным 45° . Уровень КСВ входа был ниже 2,0 во всей полосе частот. Диаграммы направленности моделей имели требуемую форму:

- у симметричной структуры — близкую к равномерной с максимальной неравномерностью 1,2 дБ;
- у несимметричной структуры — однонаправленную форму с подавлением заднего излучения не менее 15 дБ.

Для доказательства реализуемости предложенных антенн были изготовлены макеты и выполнены измерения входных характеристик (рис. 2, а — базовая; рис. 2, б — абонентская).

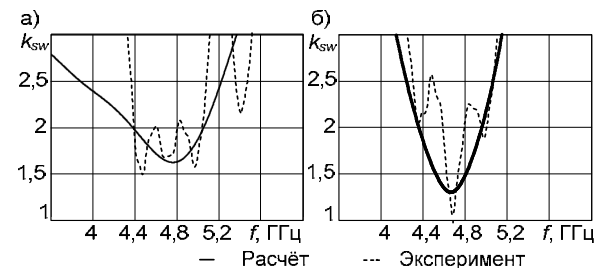


Рис. 2

3. Заключение

Результатами численного моделирования и экспериментального исследования доказана возможность практической реализации антенн для базового и абонентского пунктов подсети 5G сантиметрового диапазона длин волн на основе плоских самодополнительных структур. Антенны имеют простую форму и могут быть изготовлены с помощью печатной технологии.

4. Список литературы

- [1] Конверсия радиочастот для 5G в России начнется в 2021 году [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.interfax.ru/russia/735243>.
- [2] Сазонов, Д. М. Антенны и устройства СВЧ / Д. М. Сазонов. — М.: Высш. шк., 1988. — 432 с.
- [3] Фрадин, А. З. Антенно-фидерные устройства / А. З. Фрадин. — М.: Связь, 1977. — 454 с.
- [4] Мишустин, Б. А. Широкополосные тонкостенные излучающие структуры / Б. А. Мишустин, В. Г. Слезкин // Матер. 18-й Междунар. научн.-техн. конф. Кры-МикО-2008, Севастополь, 8-12 сентября 2008 г., 2008. — С. 461—462.

PRINTED ANTENNAS FOR 5G BASE AND SUBSCRIBER POINTS OF CENTIMETER BAND SUBNETWORK

Nevedrov M. G., Slyozkin G. V., Slyozkin V. G.

Scientific adviser: Slyozkin V. G.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The options of the implementation of centimeter band compact antennas for base and subscriber stations for small cells in 5G telecommunication networks, based on flat self-complementary printed structures, are considered.

АДАПТИВНАЯ АНТЕННА ДЛЯ СИСТЕМ 5G

Лукьянчиков А. В., Коцур Е. О., Мединский А. А.

Научный руководитель: канд. техн. наук Лукьянчиков А. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: brain75@mail.ru, kotsuregor15@gmail.com

Аннотация — Разработана малогабаритная антенна для подвижной системы связи, позволяющая выполнять адаптацию своих характеристик излучения под конечных абонентов с целью обеспечения максимального уровня сигнала.

1. Введение

В настоящее время в системах радиосвязи чаще всего используются антенны с фиксированной диаграммой направленности, что ограничивает предельно достижимые возможности радиосистем, как по энергетическому потенциалу радиоканала, так и по устойчивости радиосвязи на предельных расстояниях. Одним из способов повышения этих возможностей является правление положением главного лепестка диаграммы направленности. Поэтому целью работы является разработка малогабаритной антенны для подвижных систем связи с адаптируемой диаграммой направленности.

2. Основная часть

Исследуемая антенная решетка изображена на рисунке 1. Антенная решетка состоит из трех одно-типных печатных излучателей, геометрические параметры которых совпадают с ранее полученными [1]. Три печатных излучателя расположены соосно вдоль оси Y . Расстояние между излучателями одинаковое и равно d . Поэтому такая решетка является эквидистантой. Числовое значение d требуется обоснованно выбрать в результате моделирования. Для возбуждения такой решетки требуется трехканальная система возбуждения. Каждый канал возбуждается с одинаковой амплитудой сигнала и разными начальными фазами [2], как показано на рис. 1. Задачей данной работы является:

- определение значения начальных фаз возбуждающего сигнала каждого излучателя;
- определения расстояния между печатными излучателями.

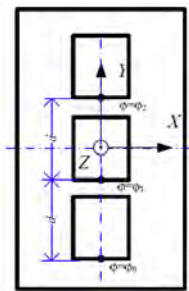


Рис. 1

Критерием для выбора параметров является максимальное сужение диаграммной характеристики в вертикальной плоскости при минимальном уровне боковых лепестков.

Выбор трехэлементной решетки в качестве малогабаритной антенны для подвижной системы связи обусловлен необходимостью уменьшения ширины диаграммной характеристики с целью обеспечения максимальной дальности связи в системе *Wi-Fi*.

Далее проведено более полное моделирование для трех значений d — расстояния между излучате-

лями ($0,4 \lambda_0$; $0,5 \lambda_0$; $0,7 \lambda_0$) и четырех значений $\Delta\phi$ ($22,5^\circ$; 45° ; 90° ; 135°). На рис. 2 изображена зависимость направления главного лепестка и его ширины в вертикальной плоскости антенны от $\Delta\phi$.

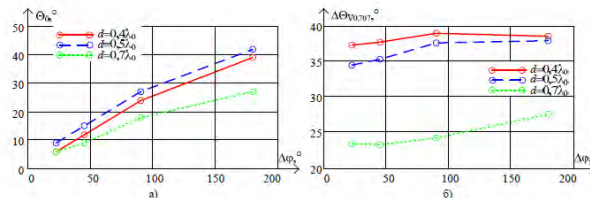


Рис. 2

При изменении $\Delta\phi$ от $22,5^\circ$ до 90° наблюдается линейная зависимость направления главного максимума. При $\Delta\phi = 135^\circ$, наблюдается изменения угла наклона зависимости. Самое большое изменение направления главного максимума наблюдается для режима $d = 0,5\lambda_0$. Ширина главного лепестка при этом составляет от 34° до 38° . Это позволит увеличить дальность и надежность связи за счет увеличения коэффициента усиления антенны, благодаря наличию трех излучателей в вертикальной плоскости.

3. Заключение

Таким образом, Проведено моделирование характеристик излучения трехэлементной антенной решетки для системы *Wi-Fi*. Выбрано оптимальное расстояние между элементами решетки $d = 0,5\lambda_0$ при условии максимального диапазона отклонения лепестка и стабильности его ширины при управлении. Выбраны диапазон изменения набег фаз между входами для линейной зависимости направления главного максимума — набег фаз $\Delta\phi$ между входами решетки должен составлять дискретные значения 0° , $22,5^\circ$, 45° , 90° при этом будет дискретно отклоняться главный лепесток диаграммы направленности в вертикальной плоскости на углы 0° , 9° , 15° и 27° .

4. Список литературы

- [1] Лукьянчиков, А. В. Антенна для систем MIMO / А. В. Лукьянчиков // 30-я Международная крымская конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (Крым'2020)., Севастополь, Крым, 2020. — Вып. 1-1. — С. 171—172.
- [2] Коцур, Е.О. Multichannel antenna with polarization diversity / Е. О. Коцур, А. В. Лукьянчиков // Матер. X-й Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных, Керчь, 29 апр. 2021 г. — Москва — Керчь — Севастополь : ФГБОУ ВО «КГМУ», ФГАОУ ВО «МПУ», 2021. — Вып. 1. — 597 с. — С. 177—180.

ADAPTIVE ANTENNA FOR 5G SYSTEMS

Lukyanchikov A. V., Kotsur E.O. Medinskiy A.A.

Scientific adviser: Lukyanchikov A.V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A small-sized antenna for a mobile communication system has been developed, which allows an adaptation of its radiation characteristics to end users in order to ensure the maximum signal level.

СИСТЕМА ВОЗБУЖДЕНИЯ АДАПТИВНОЙ АНТЕННЫ 5G

Лукьянчиков А. В., Коцур Е. О., Ильяш Д. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук Лукьянчиков А. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: brain75@mail.ru, kotsuregor15@gmail.com, ilyashdima@mail.ru

Аннотация — Разработана система возбуждения малогабаритной антенны для подвижной системы связи, позволяющая выполнять управление распределением фазы на своих трех выходах.

1. Введение

Современные системы мобильной связи пятого поколения позволяют работать наряду со стандартными диапазонами, также в диапазонах, не лицензируемых частот, например 2,4 ГГц. Антенные системы, которые будут работать в этих диапазонах должны разделять этот частотный ресурс с существующими системами Wi-Fi. Для разделения ресурса можно использовать пространственную избирательность, управляя диаграммой направленности. Поэтому целью работы является разработка системы возбуждения малогабаритной антенны для подвижных систем связи с адаптируемой диаграммой направленности.

2. Основная часть

В таблице 1 приведены соотношения фаз для каждого входа для заданного направления главного максимума. Как можно заметить из таблицы, набег фаз на втором и третьем входе задается относительно первого входа. На этом входе всегда нулевой набег фаз. Кроме того, набег фаз на третьем входе относительно второго входа, такой же, как и набег фаз на втором входе относительно первого входа [1].

Таблица 1

Направление главного лепестка $\theta_0, ^\circ$	Фаза на входе 1, $^\circ$	Фаза на входе 2, $^\circ$	Фаза на входе 3, $^\circ$
0	0	0	0
9	0	22.5	45
15	0	45	90
27	0	90	180

На рис. 1 изображена функциональная схема возбуждения трехэлементной антенной решетки. Устройство состоит из:

- двух делителей мощности;
- двух дискретных четырехпозиционных фазовращателей [2];
- двух фазовращателей с постоянным сдвигом фаз;
- микроконтроллера;
- блока питания.

Первый фазовращатель включен после первого делителя мощности, таким образом на второй делитель мощности, отвечающий за второй и третий выход устройства возбуждения, приходит сигнал с набегом фазы согласно первому фазовращателю. С одного выхода второго делителя мощности сигнал поступает на фазовращатель с постоянным набегом фазы для компенсации набег фазы во втором фазовращателе при включенном режиме нулевого набег фазы, другими словами, компенсировать безусловный сдвиг фаз на $\phi_{раз}$ связанного с разводкой фазовращателя. Второй выход второго делителя попадает на второй дискретный фазовращатель, где реализуются набег фазы для третьего выхода устройства возбуждения согласно таблице 1. Второй выход первого делителя мощности попадает на фа-

зовращатель с постоянным набегом фазы, который можно определить по формуле

$$\phi_{b1} = 2\phi_{раз} + \phi_{ps2},$$

где $\phi_{раз}$ — абсолютный набег фазы на дискретном фазовращателе в режиме нулевого набег фазы

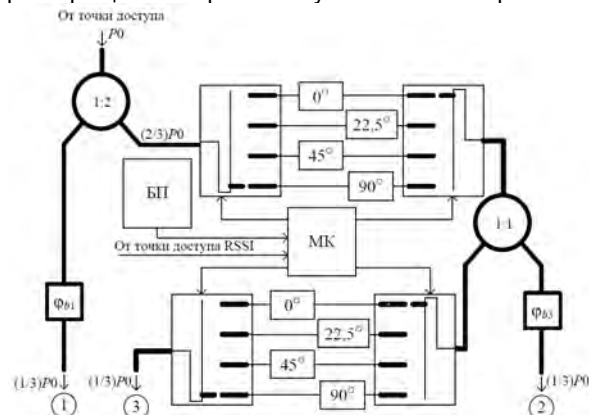


Рис. 1

Таким образом, на каждом из трех выходов схемы возбуждения, можно обеспечить набег фазы согласно таблице 1 если будем синхронно коммутировать дискретный фазовращатели. Коммутацию фазовращателей осуществляет микроконтроллер, по специальному алгоритму.

3. Заключение

Таким образом, разработана функциональная схема устройства возбуждения трехэлементной антенной решетки с управляемой диаграммой направленности, состоящая из двух делителей мощности и двух дискретных фазовращателей. Проведено моделирование разработанной конструкции делителя мощности СВЧ с отношением 1:2 на выходах. В диапазоне рабочих частот коэффициенты передачи отличаются на 3 дБ, что составляет 2 раза по мощности, а KCB на каждом из трех портов не хуже 1,5.

4. Список литературы

- [1] Лобкова, Л. М. Метод управления поляризационной структурой поля излучения спиральной конической антенны // Изв-я ВУЗов. Радиоэлектроника. — Киев : КПИ, 2007. — Т. 50. — № 10. — С.3—24.
- [2] Lukyanchikov, A. V. Two-channel Wi-Fi band patch radiator / A. V. Lukyanchikov // Proc. 8th Int. Conf. on Antenna Theory and Techniques (ICATT'11). — 2011. — Kyiv, 2011. — P. 194—196.

5G ADAPTIVE ANTENNA FEED SYSTEM

Lukyanchikov A. V., Kotsur E.O., Ilyash D.V.

Scientific adviser: Lukyanchikov A.V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — An excitation system for a small-sized antenna for a mobile communication system has been developed, which makes it possible to control the phase distribution at its three outputs.

МОДЕЛИРОВАНИЕ АДАПТИВНЫХ АНТЕННЫХ РЕШЁТОК МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА В УСЛОВИЯХ СЛОЖНОЙ ПОМЕХОВОЙ ОБСТАНОВКИ

Титов К. Д., Войнаровская М. С., Корнеева М. А.
Воронежский государственный университет, Россия
E-mail: titovkd@gmail.com

Аннотация — Выполнено имитационное моделирование прямоугольной адаптивной антенной решетки из 256 элементов и процессов воздействия на неё помех. Были построены диаграммы направленности и рассчитаны коэффициенты усиления полезного сигнала в зависимости от пространственного положения источников помех. По полученным данным сформулированы выводы о помехоустойчивости адаптивной антенной решетки.

1. Введение

При создании современных и перспективных систем связи используют адаптивные антенные решетки (ААР) миллиметрового диапазона. Одной из особенностей ААР является способность автоматического обнаружения источников помех и их подавления в условиях отсутствия априорной информации о помеховой обстановке.

Первоначально многоэлементные антенные решетки использовались для формирования «требуемой» диаграммы направленности (ДН), после начали применять для увеличения отношения сигнал/шум [1]. В настоящее время ААР используются для приема сигналов в радио- и гидролокаторах, в сейсмологии для обнаружения удаленных сейсмических явлений, для пеленгации в условиях сильных помех, а также в телекоммуникационных системах в миллиметровом диапазоне длин волн [1].

Цель данного исследования заключается в определении помехоустойчивости ААР в зависимости от количества и пространственного расположения источников помех.

2. Основная часть

Для исследования помехоустойчивости ААР из 256 элементов было выполнено моделирование диаграммы направленности в среде MATLAB и рассчитаны коэффициенты усиления полезного сигнала при условии воздействия помех.

Без воздействия помех уровень коэффициента усиления полезного сигнала достигает 48 дБ, а вид диаграммы направленности меняется в зависимости от пространственного расположения приемника сигнала с сохранением уровня главного лепестка.

Воздействие одной помехи не оказывает существенного влияния на ААР за исключением диапазона $\pm 7^\circ$ от направления на приемник полезного сигнала, при попадании в который коэффициент усиления главного лепестка уменьшается до 32 дБ.

Для исследования помехоустойчивости ААР при воздействии двух помех получена зависимость распределения коэффициента усиления от направлений прихода помех, которая приведена на рис. 1. На рисунке 1 оси ординат и абсцисс соответствуют направлениям прихода двух помех, а коэффициент усиления в направлении на источник полезного сигнала обозначен градиациями серого цвета. Область 1 (светло-серый цвет) — высокое значение коэффициента усиления, порядка 40 дБ, область 2 (темно-серый цвет) — низкое значение коэффициента усиления, порядка 2 дБ.

Взаимное направление прихода помех, соответствующее темно-серому цвету на рис. 1 свидетельствует о невозможности компенсации помех и существенном подавлении главного лепестка ДН ААР. Таким образом, возможно определение областей, где главный лепесток ДН будет сильно подавляться.

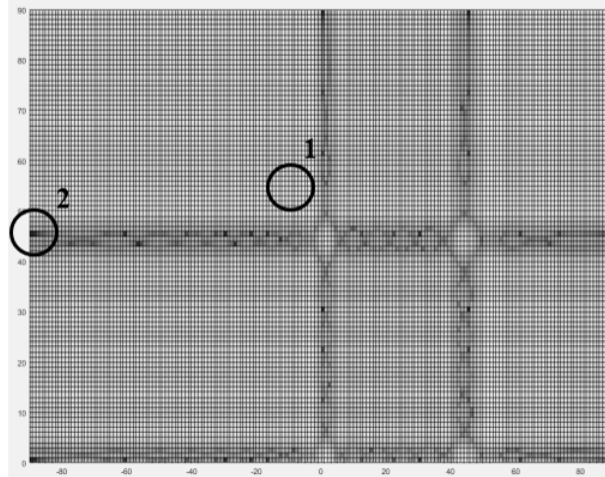


Рис. 1

3. Заключение

Полученные в работе результаты позволяют сделать вывод, что ААР хорошо справляется с подавлением одной помехи. При воздействии двух помех получено распределение коэффициента усиления от направлений прихода помех, из которого возможно определить области, где главный лепесток ДН будет сильно подавляться.

Исследование выполнено за счёт гранта российского научного фонда №21-19-00323.

4. Список литературы

- [1] Хансен, Р. С. Фазированные антенные решётки / Р. С. Хансен. — М.: Техносфера, 2012. — 560 с.

MODELING OF ADAPTIVE ANTENNA ARRAYS FOR MILLIMETER RANGE IN A COMPLEX INTERFERENCE ENVIRONMENT

Titov K. D., Voynarovskaya M. S., Korneeva M. A.
Voronezh State University, Russia

Abstract — The simulation modeling of a straight-angle adaptive antenna array with 256 elements, as well as the modeling of processes of interference effects on it, are performed. Radiation patterns were constructed, and gain coefficients of the input signal were calculated, depending on the spatial position of the interference sources. Based on the obtained data, the conclusions about the noise immunity of the adaptive antenna array are formulated.

ОЦЕНКА ГРАНИЧНОЙ ДАЛЬНОСТИ СУДОВОЙ ОВЧ РАДИОСВЯЗИ В НАПРАВЛЕНИИ БЕРЕГ-СУДНО

Громоздин В. В.¹, Козуб М. С.², Иевлев К. В.²

Научный руководитель: канд. техн. наук Громоздин В. В.

¹Севастопольский государственный университет, Россия

²ФГУП НИИР Севастопольский филиал ИЦ «Омега», Россия

E-mail: kozub@niir.ru

Аннотация — Рассмотрена методика оценки граничной дальности судовой ОВЧ радиосвязи в направлении Берег-Судно через определение напряженности поля.

1. Введение

При освидетельствовании береговых объектов ГМССБ, СУДС для установления/уточнения границ рабочих зон радиоэлектронных средств в ОВЧ диапазоне предусмотрено проведение натурных испытаний. Перед началом проведения натурных испытаний, на этапе разработки оптимального маршрута испытательного судна, рационально провести теоретическую оценку граничной дальности технических средств береговых объектов.

2. Основная часть

В [1] приведены значения напряженности поля от расстояния, полученные с помощью статистического анализа экспериментальных данных, на основе которых путем интерполяции получаются значения для требуемой частоты и высот установки береговой и судовой антенн.

Определение требуемых значений напряженности поля $E_{\text{треб}}$ в точке приема на стороне судна для различных основных технических средств берегового объекта проводится на основе методики, приведенной в [2] с использованием понятия фактической чувствительности судового $G_{\text{факт}}$ приемного устройства [3], учитывающей номинальную чувствительность приемника, усиление антенны, потерь в антенном фидере и уровень палубного шума. Полученные значения $E_{\text{треб}}$ представлены в таблице 1.

Таблица 1

$E_{\text{треб}}$, дБмкВ/м	Техническое средство
18,5	АИС СУДС
12,9	ЦИВ МР А1 ГМССБ
18,7 / 17,7	ОВЧ телефония МР А1 ГМССБ / СУДС

Определение граничных значений дальности ОВЧ радиосвязи технических средств береговых объектов осуществляется путем нахождения расстояния, при котором соответствующая высоте установки береговой антенны кривая напряженности поля пересекает пороговый уровень, определяемый формулой:

$$E_{\text{пор}} = E_{\text{треб}} + 10 \log(1000/P_{\text{erp}}) + B_{\% \text{врем}}$$

где P_{erp} — эквивалентная излучаемая мощность береговой станции, Вт;

$B_{\% \text{врем}}$ — поправка, учитывающая быстрые замещения, обусловленные морским волнением и качкой судна.

На рис. 1 приведены значения дальности радиосвязи для частоты 156,8 МГц, высоты установки судовой антенн $h = 4$ м, номинальной чувствительности судового приемника $G_{\text{ном}}^{\text{судно}} = 2$ мкВ (э.д.с) и коэффициенте усиления судовой антенны $G_{\text{и}}^{\text{судно}} = 0$ дБи.

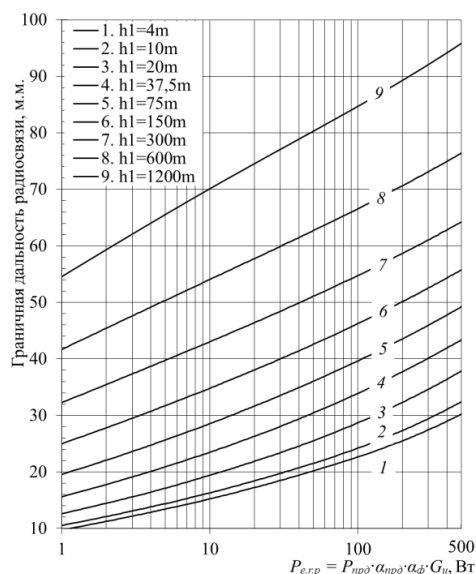


Рис. 1

3. Заключение

Представленная методика является актуальной с практической точки зрения, поскольку при проведении натурных испытаний дальность действия технических средств радиосвязи диапазона ОВЧ должна быть подтверждена именно измерениями напряженности электромагнитного поля. А применение понятия фактической чувствительности позволяет учесть влияние палубного шума типового судна на дальность радиосвязи.

4. Список литературы

- [1] Рекомендация МСЭ-R P.1546-5. Метод прогнозирования для трасс связи «пункта с зоной» для наземных служб в диапазоне частот от 30 МГц до 3000 МГц.
- [2] Методика определения ожидаемой дальности УКВ радиосвязи с подвижными объектами. Министерство строительства СССР, Москва 1971 г.
- [3] Инструментальные методы измерения качества судовой ОВЧ радиосвязи / М. Б. Проценко, В. В. Громоздин, К. В. Иевлев, М. С. Козуб // Труды НИИР. — 2021. — № 1. — С. 25—32.

EVALUATION OF BOUNDARY RANGE FOR MARINE VHF RADIO COMMUNICATION IN THE SHORE-SHIP DIRECTION

Gromozdin V. V.¹, Kozub M. S.², Ievlev K. V.²

Scientific adviser: Gromozdin V. V.

¹Sevastopol State University, Russia

²TC Omega – branch NIIR, Russia

Abstract — In the article, the methodology for assessing the range of the boundary of the sea VHF radio communication in the direction of the coast - the ship, based on the calculation of the actual sensitivity of the ship's receiver and the required value of the electromagnetic field strength, is discussed.

КОМБИНИРОВАННЫЙ ВОЛНОВОДНЫЙ НАПРАВЛЕННЫЙ ОТВЕТВИТЕЛЬ НА ОСНОВЕ ПЛОСКОГО МЕТАЛЛОДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВОЛНОВОДА

Афонин И. Л., Бугаёв П. А., Лапин П. В.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Афонин И. Л.
Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: pasha_ba@mail.ru

Аннотация — Приводится методика расчёта, комбинированного направленного ответвителя, который состоит из двух каналов, один построен на основе полого металлического волновода (ПМВ), а второй на основе плоского металлодиэлектрического волновода (ПМДВ).

1. Введение

Известные направленные ответвители (НО) имеют первичные и вторичные каналы, выполненные на основе как, правило одинаковых волноводов, в которых длины волн в волноводах равны между собой.

На текущий момент разработан новый тип конструктивно простой и экономичной линии передачи СВЧ диапазона — ПМДВ [1], который является альтернативным стандартному ПМВ. Разработка элементной базы на основе предложенного типа волновода требует создания измерительных устройств, предназначенных для экспериментальной отработки предлагаемых волноводных узлов.

2. Основная часть

Комбинированный направленный ответвитель состоит из двух каналов, один построен на основе ПМВ, а второй на основе ПМДВ. На рис. 1 показано схематическое изображение многорыночного комбинированного направленного ответвителя (КНО). Особенностью КНО является то, что длины волн в его волноводных каналах не одинаковы. Поэтому известные методики расчета многорыночных НО не пригодны для КНО. В стандартных направленных ответвителях расстояние между центрами отверстий связи волноводных каналов равно четверти средней длины волны в волноводе. При этом фазовый сдвиг между ответвляемыми волнами двумя соседними отверстиями в обратное плечо НО равен 180° и волны взаимно компенсируются. В прямое плечо волны, ответвляемые всеми отверстиями связи синфазны, их амплитуды суммируются.

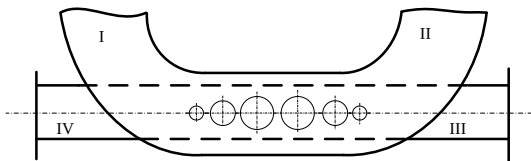


Рис. 1

Для взаимной компенсации волн, возбуждаемых во вторичном канале ответвителя и распространяющихся в его обратное плечо, расстояние d между центрами соседних отверстий определяется из следующего соотношения

$$\frac{2\pi d}{\lambda_{B10}} + \frac{2\pi d}{\lambda_{B20}} = \pi,$$

где λ_{B10} — средняя длина волны в ПМВ на средней частоте f_0 ; λ_{B20} — средняя длина волны в ПМДВ на средней частоте f_0 .

Для проведения расчетов комбинированного направленного ответвителя введем понятие усред-

ненной длины волноводов НО и обозначим ее λ_B^{HO} . Она определяется по формуле

$$\lambda_B^{HO} = \frac{2\lambda_{B1}\lambda_{B2}}{\lambda_{B1} + \lambda_{B2}},$$

где λ_{B1} и λ_{B2} — длины волн в волноводах каналов НО на текущей частоте f рабочего диапазона.

Для реализации заданной направленности НО и рассчитанных амплитуд волн требуется определить размеры отверстий связи

$$a_i = \frac{\pi d_i^3 F_m \sqrt{\lambda_{B10} \lambda_{B20}}}{12a^2 a' b},$$

где a , b — поперечные размеры ПМВ; a' — размер широкой стенки ПМДВ; d_i — диаметр i -го отверстия; F_m — поправка за счет конечной толщины стенки.

Основными эксплуатационными параметрами направленных ответвителей являются переходное затухание C (дБ) и направленность D (дБ). Они связаны с нормированными комплексными амплитудами волн в плечах НО следующими соотношениями:

$$C = 20 \lg \left| \frac{1}{a_{III}} \right|; D = 20 \lg \left| \frac{a_{III}}{a_{IV}} \right|,$$

где a_{III} — нормированная амплитуда волны, ответвляемая в плечо 3; a_{IV} — нормированная амплитуда волны, ответвляемая в плечо 4.

3. Заключение

Таким образом, разработана методика расчета, комбинированного волноводного направленного ответвителя, состоящего из двух каналов, первый построен на основе полого металлического волновода, а второй — на основе плоского металлодиэлектрического волновода. На основе экспериментальных данных направленность КНО составляет не менее 39 дБ в полосе рабочих частот.

4. Список литературы

- [1] Бугаёв, П. А. Геометрическая электродинамика плоского металлодиэлектрического волновода прямоугольного сечения / П. А. Бугаёв, И. Л. Афонин, В. В. Саламатин // Измерительная и вычислительная техника в технологических процессах. — Хмельницкий, 2010. — № 1. — С. 56—62.

THE COMBINED WAVEGUIDE DIRECTIONAL COUPLER BASED ON A PLANE DIELECTRIC WAVEGUIDE

Afonin I. L., Bugayov P. A., Lapin P. V.

Scientific adviser: Afonin I. L.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The method of calculation of the combined directional coupler, which consists of two channels, one is based on a hollow metal waveguide (HMW) and the other on the basis of a flat metal-dielectric waveguide (FMDW).

ИЗМЕРИТЕЛЬ КОМПЛЕКСНЫХ ПАРАМЕТРОВ СВЧ УСТРОЙСТВ

Бугаёв П. А., Волконский И. И.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Афонин И. Л.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: pasha_ba@mail.ru

Аннотация — Рассматривается измеритель комплексных параметров СВЧ устройств, построенный на основе двухканального двухдетекторного волноводно-щелевого преобразователя. Исключается влияние на результат измерения мешающего воздействия собственных констант СВЧ части анализатора путем проведения предложенных калибровочных операций.

1. Введение

Комплексные параметры СВЧ устройств определяют качественные показатели антенно-волноводных трактов радиотехнических систем и радиоизмерительных приборов, и от их состояния зависит качество и самих систем, и средств измерения.

Целью данной работы является разработка и создание анализатора комплексных параметров микроволновых устройств для применения в различных отраслях производства.

2. Основная часть

В качестве основы выберем радиометрические анализатор параметров СВЧ цепей, построенные на основе калибруемых волноводно-щелевых преобразователей (ВЩП) [1]. С уменьшением длины волны трудности конструирования ВЩП возрастают и возникают проблемы размещения датчиков мощности в ограниченном пространстве. Этот недостаток можно преодолеть, уменьшая число датчиков мощности. Поэтому в работе исследован метод на основе двухдетекторного ВЩП.

Двухдетекторный микроволновый преобразователь выполнен в виде отрезка волновода прямоугольного сечения с прорезанными в его широкой стенке двумя щелями, связывающими волноводы детекторных головок с основным трактом. Одна из щелей — поперечная, другая — продольная.

Основным структурным элементом анализатора является калибруемый двухканальный двухдетекторный волноводно-щелевой преобразователь.

Рассмотрим работу измерителя комплексных параметров СВЧ устройств, функциональная схема которого приведена на рис. 1.

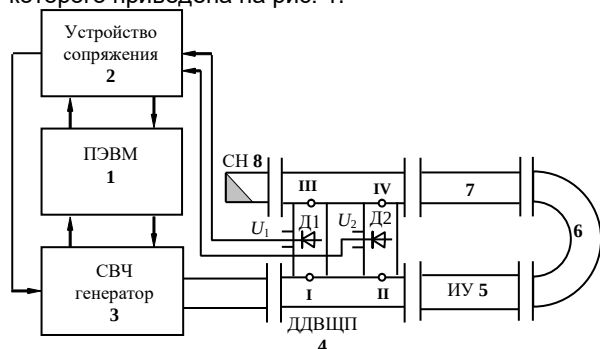


Рис. 1

Измеритель состоит из ПЭВМ 1, устройства сопряжения 2, СВЧ генератора с дискретной перестройкой частоты 3, двухканального двухдетекторного волноводно-щелевого преобразователя (ДВЩП)

4, исследуемого элемента или устройства ИУ 5, отрезка регулярного волновода 7, U-образного 180°-ного изгиба 6 и согласованной нагрузки СН 8.

ДВЩП состоит из двух отрезков прямоугольного волновода, связанных между собой двумя отрезками запердных волноводов с симметрично расположенным в них СВЧ диодами, которые возбуждаются двумя идентичными парами щелей связи I — III и II — IV.

Верхний канал нагружен согласованной нагрузкой 8. Исследуемый четырехполюсник подключается между каналами преобразователя с помощью U-образного 180°-ного изгиба 6. Центры продольных щелей I, III и поперечных — II и IV находятся в одной поперечной плоскости. Измеритель может работать как в режиме измерения комплексного коэффициента отражения, так и в режиме измерения комплексного коэффициента передачи.

На вход одного из волноводов ДВЩП поступает СВЧ сигнал от генератора с электронной дискретной перестройкой частоты. К выходному фланцу этого волновода подключается исследуемый четырехполюсник, модуль Γ и аргумент φ ККО, а также модуль T и аргумент ψ (ККП) которого подлежат определению.

Сигналы с датчиков мощности ВЩП через устройство сопряжения поступают на компьютер, где они обрабатываются, а результаты измерения Γ и φ , T и ψ отображаются на экране дисплея.

3. Заключение

Таким образом, разработан и предложен измеритель комплексных параметров СВЧ устройств, построенный на основе двухканального двухдетекторного волноводно-щелевого преобразователя, который позволяет измерять не только модуль и фазу комплексного коэффициента отражения, но и модуль, и фазу комплексного коэффициента передачи исследуемого четырехполюсника. При этом исключение влияния на результат измерения мешающего воздействия собственных констант СВЧ части анализатора осуществлено путем проведения калибровочных операций.

4. Список литературы

- [1] Афонин, И. Л. Исследование частотно-фазовой зависимости в волноводно-щелевом ответвителе / И. Л. Афонин, И. В. Лашенко // Академия ВМС им. П.С. Нахимова: сб. науч. тр. — Севастополь, 2010. — Вып. 1 (1). — С. 54—57.

METER OF COMPLEX PARAMETERS OF MICROWAVE DEVICES

Bugayov P. A., Volkonskiy I. I.

Scientific adviser: Afonin I. L.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A meter of complex parameters of microwave devices, built on the basis of a two-channel two-detector waveguide-slot transducer, is considered. The influence on the measurement result of the interfering effect of the intrinsic constants of the microwave part of the analyzer is excluded by carrying out the proposed calibration operations.

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АИС С УЧЕТОМ ЭМС

Громоздин В. В.¹, Козуб М. С.², Иевлев К. В.²

Научный руководитель: канд. техн. наук Громоздин В. В.

¹Севастопольский государственный университет, Россия

²ФГУП НИИР Севастопольский филиал ИЦ «Омега», Россия

E-mail: kozub@niir.ru

Аннотация — Предложен метод измерения фактической чувствительности приемника АИС с учетом имеющейся электромагнитной обстановки на береговой станции.

1. Введение

При проведении натурных испытаний СУДС требуется проводить измерение фактической чувствительности приемника берегового транспондера АИС в реальных условиях эксплуатации с учетом атмосферных шумов и помех от близкорасположенных электронных средств, т.е. с учетом влияния их электромагнитной совместимости (ЭМС) на береговом объекте.

2. Основная часть

Учет помех, при реальном размещении приемника АИС в конкретной группировке радиосредств на берегу предлагается производить измерением чувствительности, используя при этом схему измерения защитного соотношения по совмещенному каналу [1], подав вместо сигнала помехи по совмещенному каналу сигнал от фактически используемой антенны через штатный фидерный тракт приемника АИС, как показано на рис. 1. Измеренная чувствительность при этом считается фактической чувствительностью.



Рис. 1

Система АИС работает по принципу самоорганизующегося доступа с временным разделением передачи сообщений. Для обеспечения встраивания момента передачи собственного сообщения во временной интервал, свободный от наличия сигналов других станций АИС, присутствующих в эфире и попадающих также на штатную антенну приемника АИС береговой станции, генератор тестовых сигналов оснащается собственной антенной.

Для защиты выхода генератора тестового сигнала АИС от мощного сигнала транспондера АИС, предусмотрен аттенюатор, обеспечивающий ослабление сигнала канала генератор–транспондер АИС не менее 30 дБ.

В схеме и процедуре измерения [1] применяется измерение коэффициента успешно принятых сообщений вместо коэффициента ошибок на пакет PER. Данная замена возможна, если использовать в качестве тестового сигнала сообщение, состоящее из одного пакета, в этом случае коэффициент ошибок на пакет PER = 20% соответствует коэффициенту успешно принятых сообщений 80 %. В качестве измерителя коэффициента успешно принятых сообщений можно использовать сам дисплей приемника АИС. Измерение коэффициента успешно принятых сообщений вместо измерения PER предпочтительнее,

так как не требует наличия специального разъема для подключения измерителя PER. Алгоритм измерения коэффициента успешно принятых сообщений приведен на рис. 2.



Рис. 2

Отмечаются значения входного сигнала приемника: при успешном приеме трех последовательных сообщений, а также при увеличении и уменьшении сигнала на 1 дБ в течении передачи 20 посылок сообщений. Измеренная чувствительность приемника АИС в этом случае равна:

$$G_{\text{изм}}^{\text{АИС}} = \frac{1}{N} \cdot \sum_i 10^{(U_{\text{вх}i}/20)}, \text{ мкВ}$$

где $U_{\text{вх}i}$ (дБмкВ) — отмеченные значения входного напряжения;

i — текущий номер отмеченного сообщения;

N — количество отмеченных сообщений.

3. Заключение

Предложенный метод измерения фактической чувствительности приемника АИС является актуальным с практической точки зрения, поскольку при проведении натурных испытаний позволяет учесть электромагнитную обстановку на отдельно взятом береговом объекте проверяемой СУДС и определить критерии для дальности действия технических средств АИС в направлении Судно-Берег. При этом учитываются все возможные факторы, влияющие на чувствительность, включая и демодулятор АИС и дисплей оператора.

4. Список литературы

- [1] International Standard IEC 61993-2. Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – Automatic identification systems (AIS) – Part 2: Class A shipborne equipment of the universal automatic identification system (AIS) – Operational and performance requirements, methods of test and required test results.

MEASURING METHODS OF THE AIS TECHNICAL EQUIPMENT IN REAL ELECTROMAGNETIC CONDITIONS

Gromozdin V. V.¹, Kozub M. S.², Ievlev K. V.²

Scientific adviser: Gromozdin V. V.

¹Sevastopol State University, Russia

²TC Omega – branch NIIR, Russia

Abstract — The method for measuring the actual sensitivity of the AIS receiver, taking into account the existing electromagnetic conditions at the coastal station, is proposed.

АНТЕННАЯ РЕШЕТКА ДЛЯ ОЦЕНКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПЛОЩАДОК

Козуб М. С.

ФГУП НИИР Севастопольский филиал ИЦ «Омега», Россия

E-mail: kozub@niir.ru

Аннотация — Рассмотрена линейная антенная решетка для оценки зон переотражений на открытых и закрытых измерительных площадках.

1. Введение

В настоящее время для измерений параметров антенн, работающих в системах подвижной радиосвязи в диапазоне частот от 800 МГц до 3 ГГц, испытательные лаборатории, как правило используют закрытые экранированные площадки с измерительным расстоянием 30—50 м и частичным размещением РПМ или проводят измерения на открытых антенных площадках. В соответствии с [1] площадка для измерения антенных параметров должна пройти соответствующую процедуру аттестации: испытываемая антенна при измерениях должна быть размещена в зоне, где поле практически однородно. Если однородность поля превышает 1,5 дБ, измерительная площадка считается непригодной для применения. Изменение напряженности поля в исследуемом объеме может быть вызвано переотражениями от объектов, расположенных в непосредственной близости на открытой измерительной площадке или от отражений от стен, пола и потолка, в закрытой измерительной площадке с частичным размещением РПМ.

2. Основная часть

Для определения точек (зон) переотражений предлагается проводить предварительную оценку измерительной площадки путем определения направления прихода одной или более отраженных электромагнитных волн с помощью линейной антенной решетки, при условии, что фронт отраженной волны не является плоским.

Для учета влияния сферичности фронта падающей в точку приема волны, рассмотрим линейную эквидистантную антенную решетку, состоящую из $N = 20$ одинаковых элементов, расположенных с шагом $d = \lambda/2$, расположенную в месте приема внутри некоторой экранированной камеры с частичным размещением РПМ (рис. 1)

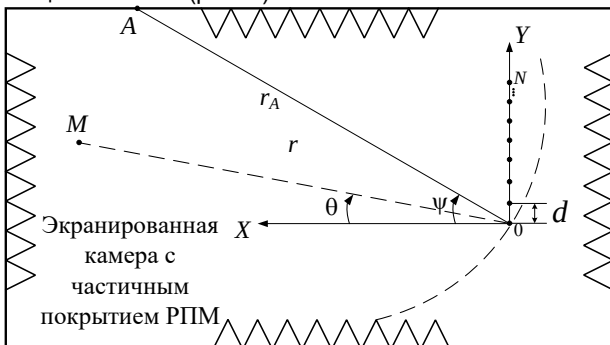


Рис. 1

Рассмотрим ситуацию, когда в камере имеется один точечный источник переотражения электромагнитных волн А. Расстояние от источника А до 0-го элемента решетки примем равным r_A .

Соответственно, расстояние r_k от любого k -го элемента решетки определится выражением

$$r_k = \sqrt{(k \cdot r_A)^2 + d^2 - 2 \cdot r_A \cdot d \cdot \sin(\psi)},$$

где ψ — угол, отсчитываемый от нормали к 0-му элементу решетки к направлению на источник А.

Полагаем, что комплексные токи, наведенные на элементах решетки пропорциональны комплексным напряженностям поля вблизи элементов антенной решетки и определяются выражением

$$I_k = I_0 \cdot e^{-j \frac{2\pi}{\lambda} (\sqrt{(k \cdot r_A)^2 + d^2} - 2 \cdot r_A \cdot d \cdot \sin(\psi))}.$$

Представляя данную решетку в виде излучающей структуры с комплексными амплитудами токов возбуждения, определим направление на источник переотражения по максимуму амплитудной характеристики направленности решетки.

Поле излучения такой антенной решетки в точке наблюдения М будет результатом интерференции полей излучателей в решетке с учетом фаз, с которыми эти поля приходят в заданную точку. Считая, что все излучатели имеют изотропную диаграмму направленности в горизонтальной плоскости, можно записать следующую формулу для суммарного поля

$$E(\theta, r) = \sum_{k=0}^N I_k \cdot e^{-j \frac{2\pi}{\lambda} (\sqrt{(k \cdot r_A)^2 + d^2} - 2 \cdot r_A \cdot d \cdot \sin(\theta))},$$

где θ — угол, отсчитываемый от нормали к 0-му элементу решетки к направлению на точку наблюдения, r — расстояние от 0-го до точки наблюдения.

Полученная функция является интерференционным множителем рассматриваемой антенной решетки, а ее ненормированная амплитудная характеристика направленности будет иметь вид

$$F(\theta, r) = \left| E(\theta, r) \cdot e^{-j \frac{2\pi}{\lambda} (\sqrt{(k \cdot r_A)^2 + d^2} - 2 \cdot r_A \cdot d \cdot \sin(\psi))} \right|.$$

3. Заключение

После анализа построенных амплитудных характеристик направленности решетки, можно сделать вывод, что при поиске истинного направления на источник переотражения электромагнитных волн путем подбора r , наблюдается ошибка определения направления: $\Delta\psi$, которая минимальна при $r = r_A$ и, в этом случае, направление на источник переотражения определено верно. Зеркальные излучения в задней полуплоскости могут быть минимизированы в дальнейшем, при рассмотрении плоскостных и объемных решеток. Таким образом, применяя незначительное количество дополнительного РПМ и размещая его в местах определенных источников переотражений, можно достичь выполнения критериев по однородности во время аттестации площадок.

4. Список литературы

- [1] IEC 60489-8 Methods of measurement for radio equipment used in the mobile services. Part 8: Methods of measurement for antennas.

ANTENNA ARRAY FOR TESTING SITES EVALUATION

Kozub M. S.

TC Omega – branch NIIR, Russia

Abstract — In the article, the linear antenna array for evaluation the reflection zones of testing open and closed sites is considered.

РАЗРАБОТКА СВЧ УСИЛИТЕЛЯ МОЩНОСТИ ДОГЕРТИ В ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ 3—3,2 ГГц

Головин В. В., Зеленкевич Д. Ю., Манько А. С.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Головин В. В.
Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: sahamanko@mail.ru

Аннотация — Разработан усилитель мощности Догерти, обеспечивающий в диапазоне частот 3—3,2 ГГц усиление мощности СВЧ сигнала с повышенной эффективностью энергопотребления вблизи номинальной входной мощности. Приведены результаты разработки 3 схем усилителя и исследования их характеристик.

1. Введение

Направление развития микроволновых устройств связано с уменьшением габаритов, повышением линейности работы при относительно высоких уровнях мощности СВЧ сигналов, а также с увеличением эффективности энергопотребления. В связи с этим применяются различные подходы, одним из которых является применение специальных схем усилителей мощности с повышенным коэффициентом использования энергии источника питания в области усиления номинальной входной мощности сигнала. Это так называемые усилители Догерти, разработке которых посвящены многочисленные исследования, выполняемые на основе современной элементной базы, в частности — с применением *HEMT*-транзисторов.

2. Основная часть

Разработке усилителей Догерти уделяется большое внимание [1,2].

Разработка усилителя Догерти проводилась в микроволновом САПР *AWR DE*. Рассматриваются 3 схемы усилителя Догерти на разных типологиях *HEMT*-транзисторов: *EGNB010MK*, *EGNB045MK*.

Рассматривались три варианта модификаций схем усилителей Догерти.

На рис. 1 приведена зависимость энергоэффективности усилителя Догерти, выполненного на транзисторах *EGNB010MK*, от уровня входной мощности.

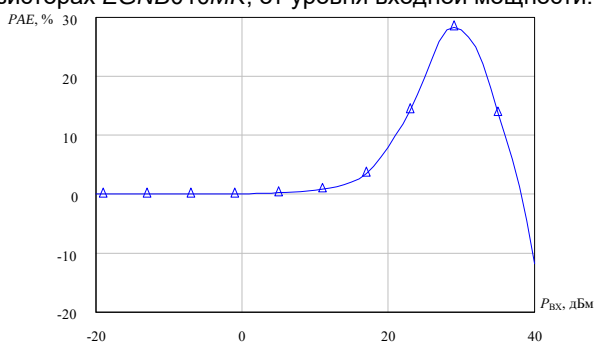


Рис. 1

На рис. 2 приведена зависимость энергоэффективности усилителя Догерти, выполненного на транзисторах *EGNB010MK* и *EGNB045MK*, от уровня входной мощности.

На рис. 3 приведена зависимость энергоэффективности усилителя Догерти, выполненного на транзисторах *EGNB045MK*, от уровня входной мощности.

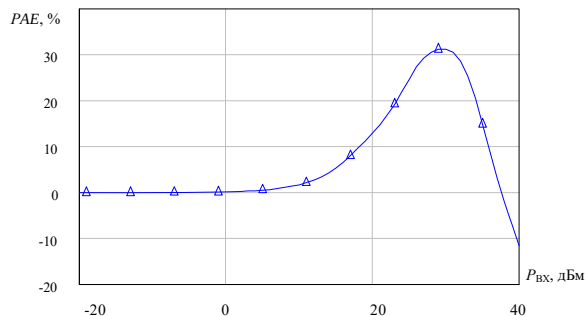


Рис. 2

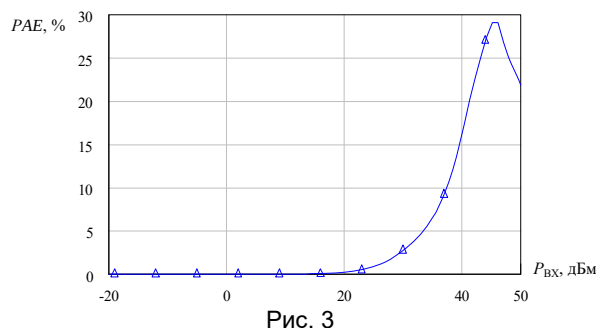


Рис. 3

3. Заключение

Таким образом, разработаны 3 схемы усилителей Догерти. Показано, что схемы Догерти позволяют не только линейаризовать усиление, но также существенно увеличить эффективность использования энергии источника питания при усилении сигнала большой мощности.

4. Список литературы

- [1] Pelk, M. J. A High-Efficiency 100-W GaN Three-Way Doherty Amplifier for Base-Station Applications / M. J. Pelk, W. C. Edmund Neo, J. R. Gajadharsing, R. S. Pengelly, Leo C. N. de Vreede // IEEE Transactions On Microwave Theory And Techniques. — 2008. — 10 p.
- [2] Prathamesh, H. P. Analysis and Design of a Doherty-Like RF-Input Load Modulated Balanced Amplifier / H. P. Prathamesh, H. William, F. Christian, W. B. Taylor // IEEE Trans. Microw. Theory Tech. — 2018. — № 66. — P. 5322—5335.

SYNTHESIS OF UHF DOHERTY POWER AMPLIFIER FOR 3 TO 3.2 GHz FREQUENCY BAND

Golovin V. V., Zelenkevich D. Y., Manko A. S.

Scientific adviser: Golovin V. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — UHF Doherty amplifier, providing high effective energy consumption near nominal input power for 3 to 3.2 GHz frequency band, is designed. The calculated amplifier schemes output parameters are presented.

РАЗРАБОТКА МИКРОПОЛОСКОВОГО ДЕЛИТЕЛЯ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В АНТЕННАХ СОТОВОЙ СВЯЗИ

Иськив В. М., Чекин К. А.

Научный руководитель: доцент Иськив В. М.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: k.chekin@icloud.com

Аннотация — Рассмотрен процесс разработки микрополоскового делителя мощности для антенных решеток сотовой связи.

1. Введение

Делители мощности применяются в радиотехнологиях для разделения электромагнитной энергии на несколько потоков. В идеальном делителе мощности сигнал, подаваемый на входной порт, в равной мере разделяется между выходными портами. Разрабатываемый делитель мощности предназначен для питания антенной решетки, которая и представляет собой антенну для базовых станций мобильной связи.

2. Основная часть

Антенная решетка работает в частотном диапазоне 3,3—4,2 ГГц, и состоит из 6 излучающих элементов, расположенных в один ряд на равном расстоянии друг от друга равном $d = 70$ мм. Каждый излучатель имеет два микрополосковых порта для питания, и формирует излучение с двумя ортогональными поляризациями. Таким образом, для работы антенны требуется два делителя мощности с 6 выходными портами каждый. Один делитель запитывает порты всех излучателей с одной поляризацией.

Для наилучшего покрытия обслуживаемой области земной поверхности, антенны базовых станций мобильной связи должны иметь диаграмму направленности, у которой главный максимум имеет наклон в 6 градусов ниже горизонтальной линии (угол склонения). Схема питания содержит делитель на 6 выходов с фиксированным фазовым сдвигом $\Delta\varphi$, таким, чтобы обеспечить угол склонения $\alpha = 6^\circ$. На рис. 1 показано амплитудное распределение.

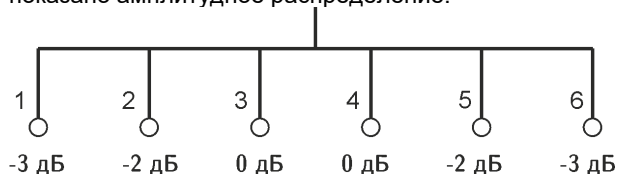


Рис. 1

Амплитудное распределение мощности, падающей на каждый излучатель, вычислялось отдельно. Оно симметрично и задается коэффициентами на рис. 1: 0 дБ, -2 дБ, -3 дБ. При таком амплитудном распределении обеспечивается минимальный уровень боковых побочных максимумов диаграммы направленности линейной решетки по сравнению с главным максимумом.

При отсутствии фазового сдвига между излучателями волновой фронт будет перпендикулярен линии горизонта. Если фазовый сдвиг ненулевой, то разность хода соседних лучей приводит к наклону главного луча диаграммы направленности.

Фазовый сдвиг равен

$$\Delta\varphi = kx = kd \sin \alpha,$$

где $k = 2\pi/\lambda = 2\pi f/c$ — волновой вектор, f — частота, c — скорость света. В качестве частоты надо

взять центральную частоту рабочего диапазона антенны $f = (3,3 + 4,2)/2 = 3,75$ ГГц.

Вычислим сдвиг фаз

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi \cdot 3,75 \cdot 10^9 \cdot 0,07 \cdot \sin 6^\circ}{c} = 32,949^\circ \approx 32,9^\circ.$$

Таким образом, требуется обеспечить сдвиг фаз $32,9^\circ$ между всеми соседними выходами нашего делителя мощности.

Делитель мощности на 6 выходов составляется по двоично-этажной схеме с использованием нескольких делителей на 2 канала (тройников) (рис. 2).

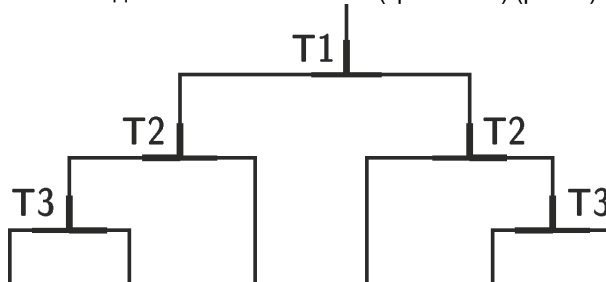


Рис. 2

Делитель T1 равноплечий и осуществляет равное деление мощности в соотношении 0,5:0,5. Делители T2 и T3 делят мощность в неравном соотношении. Чтобы получить значение коэффициентов деления мощности потребовался пересчет исходных амплитуд в коэффициенты для отдельных тройников. Коэффициенты и дальнейший синтез рассчитывались в предположении отсутствия потерь.

Проектирование схемы производилось в программном пакете NI AWR. Дополнительные параметры, такие как ширина 50 Ом полосков, соединяющих тройники, рассчитана в программе TXLine.

3. Заключение

Таким образом, разработан делитель мощности, готовый к применению в антенных решетках сотовой связи.

4. Список литературы

- [1] Проектирование полосковых устройств СВЧ : Учеб. пособие. — Ульяновск, 2001. — 123 с.
- [2] Разработка микрополоскового делителя мощности на копланарных волноводах / Keysight Technologies, 2017. — 16 с.

DESIGN OF MICROSTRIP DIVIDER FOR USE IN CELLULAR ANTENNAS

Iskiv V. M., Chekin K. A.

Scientific adviser: Iskiv V. M.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The microstrip power divider design process for antenna array in mobile network is considered.

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ АКТИВНЫХ АНТЕННЫХ СИСТЕМ MIMO ДЛЯ 5G NR

Головин В. В., Паламарчук Д. В., Каленюк С. А., Якубов К. С.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Головин В. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: v_golovin@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены особенности построения активных антенных систем MIMO для 5G NR.

1. Введение

Последние достижения в области развития таких технологий, как технология «больших MIMO» или технология формирования луча диаграммы направленности, являются ключом к повышению емкости, покрытия и пропускной способности, требующихся при реализации 5G NR. Параллельно с применением технологии «больших MIMO», при построении антенн базовых станций, всё большее применение находят так называемые активные антенные системы (от англ. Active Antenna Systems, AAS) с применением методов интеграции и миниатюризации. Внедрение активных антенных систем должно обеспечить эффективное развертывание 5G NR в сетевых инфраструктурах операторов мобильной связи. Таким образом, анализ и разработка новых вариантов решений по реализации активных антенных систем является актуальной задачей.

2. Основная часть

Рассмотрим существующие варианты построения AAS. В большинстве случаев при практической реализации активных антенных систем, несколько антенных элементов разделяют на подрешетки, причем каждая подрешетка питается своей собственной радиочастотной цепью. В целом, известны аналоговые, цифровые и гибридные схемы формирования луча, при этом именно гибридное формирование луча чаще всего используется для реализации радиомодулей по технологии 5G, поскольку гибридная реализация требует меньшего количества радиочастотных цепей, что снижает сложность, стоимость и энергопотребление всей AAS.

Основными параметрами антенной решетки являются количество горизонтальных антенн N_1 , количество вертикальных антенн N_2 и поляризация P ($P = 1$ соответствует одной поляризации, а $P = 2$ — двойной поляризации). Помимо конфигурации антенных элементов в реальной двухмерной структуре, также очень важны дизайн радио-интерфейса и сеть распространения радиосигнала. На рис. 1 показана концепция архитектуры массива FD-MIMO систем с передачей CSI-RS с формированием луча [1].

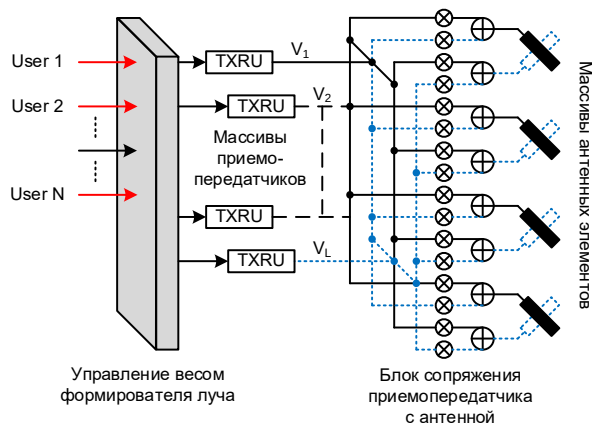


Рис. 1

Базовая станция посредством массива блоков приемопередатчиков TXRU управляет усилением и фазой каждого отдельного антенного элемента (подрешетки). Архитектура TXRU состоит из блоков TXRU, антенной решетки и сети радиораспределения (англ. Radio Distribution Networks, RDN).

В качестве модели по умолчанию для антенн, используемых в 5G, используется антенная решетка, состоящая из антенных элементов (подрешеток) с двойной поляризацией [2].

С такой антенной решеткой можно реализовать принципы формирования диаграммы направленности и управления лучом посредством изменения фазы и амплитудами. Структура плоской решетки 2D AAS позволяет управлять лучом в горизонтальном или вертикальном направлении. Еще одним важным преимуществом 2D AAS является то, что она может вместить большое количество антенн без увеличения пространства для размещения. Чтобы обеспечить определенную степень управляемости для каждого луча, общая структура разделяет панель антенных элементов с двойной поляризацией $N_1 \times N_2$ на более мелкие сегменты, известные как подрешетки. Одна подрешетка подключается к двум выделенным радиоканалам (по одной для каждой поляризации). Следовательно, фаза и амплитуда сигнала постоянны по всем антенным элементам с одинаковой поляризацией в пределах одной подрешетки, и возможны их вариации по множеству подрешеток.

3. Заключение

Таким образом, преимущество большой подрешетки — высокий коэффициент усиления антенны. Недостатком большой подрешетки является нехватка управляемости. Если лучами с высоким коэффициентом усиления необходимо управлять в большом секторе, то есть в вертикальном и горизонтальном направлениях, геометрия AAS, состоящая из множества мелких подрешеток, является полезной, но она влечет за собой более высокие затраты на внедрение.

4. Список литературы

- [1] Hyounghu, Ji Overview of Full-Dimension MIMO in LTE-Advanced Pro / Ji Hyounghu [et. al.] // IEEE Communications Magazine. — 2015.
- [2] Advanced antenna systems for 5G networks, Ericsson white paper, November 2018 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/white-papers/advanced-antenna-systems-for-5g-networks>.

FEATURES OF DESIGN OF ACTIVE MIMO ANTENNA SYSTEMS FOR 5G NR

Golovin V. V., Palamarchuk D. V., Kalenyuk S. A., Yakubov K. S.

Scientific adviser: Golovin V. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The features of design of active MIMO antenna systems for 5G NR are considered.

ПРОБЛЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ АНТЕННЫХ СИСТЕМ МИМО ДЛЯ 5G NR

Редькина Е. А., Паламарчук Д. В., Каленюк С. А., Якубов К. С.

Научный руководитель: Редькина Е. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: v_golovin@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены проблемы построения антенных систем MIMO для 5G NR.

1. Введение

Последние достижения в области развития таких технологий, как технология «больших MIMO» или технология формирования луча диаграммы направленности, являются ключом к повышению емкости, покрытия и пропускной способности, требующихся при реализации 5G NR. Параллельно с применением технологии «больших MIMO», при построении антенных базовых станций, всё большее применение находят так называемые активные антенные системы (от англ. Active Antenna Systems, AAS) с применением методов интеграции и миниатюризации. Внедрение активных антенных систем должно обеспечить эффективное развертывание 5G NR в сетевых инфраструктурах операторов мобильной связи.

Функции AAS уже используются с обычными системами в современных сетях LTE. Применение функций AAS приводит к значительному повышению производительности на основании более высоких степеней свободы, предоставляемых большим количеством радиосетей, также называемого множественного (массива) MIMO [1]. Таким образом, анализ и разработка новых вариантов решений по реализации антенных систем MIMO является актуальной задачей.

2. Основная часть

Технология «Больших MIMO» (или эту технологию также называют «Массив MIMO» от английского Massive MIMO) основана на методе увеличения пропускной способности радиосети с использованием нескольких передающих антенн и нескольких приемных антенн. За счет передачи нескольких потоков данных по одному радиоканалу, можно увеличить пиковую скорость передачи данных для одного пользователя или пропускную способность сети. Большое количество антенных элементов позволяет комбинировать формирование диаграмм направленности с пространственным мультиплексированием.

Большое затухание при распространении на частотах ниже 6 ГГц в свою очередь требует высоких коэффициентов усиления антенны и большого количества антенных элементов TX/RX.

При выборе оптимальной конфигурации AAS для конкретного радиомодуля базовой станции сотовой связи следует учитывать среду и окружение, которое он будет обслуживать. Здесь ключевые факторы включают: и количество обслуживаемых пользователей и расстояния между объектами и характер зданий и мест, которые должны быть охвачены. Рассмотрим известные три сценария (представленные на рис. 1), которые показывают, каким образом разнообразие указанных факторов может влиять непосредственно на выбор конструкции AAS [2].

Как видно из рис. 1, в сценарии А имеется плотная городская застройка. При этом требуются большие антенные решетки для обеспечения достаточного покрытия. Такие антенные решетки называют MU-MIMO (многопользовательские-MIMO). В этом случае предполагают, что 64 радиоканала является хорошим компромиссом между сложностью и производительностью в данном сценарии.

В сценарии В участвует городская малоэтажная застройка. Здесь для передачи требуемых скоростей передачи данных сотовой связи требуется увеличить площадь антенны, но диапазон вертикального покрытия может быть уменьшен, поэтому можно использовать более крупные вертикальные подрешетки. Оптимальными являются конфигурации в 16 или 32 радиоканала.

В сценарии С описывается сельская или пригородная местность. Для покрытия требуется большая антенная решетка, но формирование вертикального луча не является приоритетом, поэтому идеальны большие вертикальные подрешетки. Преимущества MU-MIMO ограничены из-за низкой численности пользователей, поэтому конфигурации от 8 до 16 радиоканалов обеспечивают наиболее качественную связь.

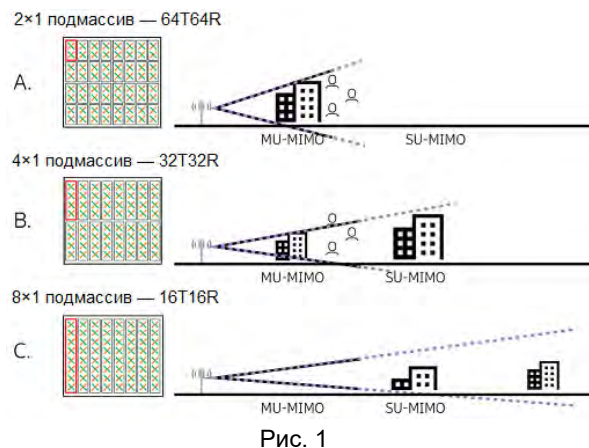


Рис. 1

3. Заключение

Технология MIMO требует особых подходов при построении приемно-передающих модулей и реализации алгоритма работы БС при выделении существующих ресурсов абонентам, реализации так называемого «планировщика базовых станций» для планирования ресурсов наиболее эффективным способом. При этом должны быть учтены различные условия распространения сигнала в зоне обслуживания.

4. Список литературы

- [1] 5G New Radio. Fundamentals, procedures, testing aspects / Rohde-Schwarz [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://gloris.rohde-schwarz.com/ebooks/5G>.
- [2] Advanced antenna systems for 5G networks / Ericsson.com [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/white-papers/advanced-antenna-systems-for-5g-networks>.

PROBLEMS OF DESIGN OF MIMO ANTENNA SYSTEMS FOR 5G NR

Redkina E. A., Palamarchuk D. V., Kalenyuk S. A., Yakubov K. S.

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

Abstract — The problems of design of MIMO antenna systems for 5G NR are reviewed.

РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК АНТЕНН МЕТОДОМ МОМЕНТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ RWG ФУНКЦИЙ

Савочкин А. А., Безгин А. А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Савочкин А. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: bezghinaa@gmail.com

Аннотация — Представлена методика расчета характеристик плоских антенн, основанная на нахождении поверхностных токов с помощью метода моментов при использовании RWG функций. Приведены результаты расчета характеристик двухуровневой печатной антенны.

1. Введение

В качестве метода решения электродинамических задач, используемого для вычисления параметров поля, был выбран метод моментов (МоМ), в котором формирование интегрального уравнения для нахождения токов сводится к решению системы линейных алгебраических уравнений [1].

При этом процесс моделирования включает следующие основные шаги: создание физической модели исследуемой антенны; определяется область моделирования и граничные условия; физическая модель подвергается дискретизации путем разбиения сеткой на ячейки. Затем с помощью локальной (базисной) функции выполняется аппроксимация поля/тока в пределах ячейки; расчет диаграмм направленности и входных характеристик.

2. Основная часть

Рассмотрим методику определения поверхностных токов. Токи на поверхности антенны можно найти через матричное уравнение:

$$I = V / K,$$

где: V — вектор напряжений источников возбуждения; Z — матрица импедансов.

На первом этапе решения структура антенны разбивается на элементарные излучающие треугольные ячейки (рис. 1, а). В качестве базисных функций используем функции RWG. Каждая пара треугольников, имеющих общее ребро, образует соответствующую RWG пару [2]. Каждому из треугольников присвоен положительный или отрицательный заряд. Чтобы найти матрицу импедансов необходимо вычислить функцию Грина для всех возможных пар базисных функций по формуле:

$$K_{nm} = I_m \left[j\omega \left(\frac{A_{nm}^- \rho_n^-}{2} + \frac{A_{nm}^+ \rho_n^+}{2} \right) + \Phi_{nm}^- - \Phi_{nm}^+ \right],$$

где: I_m — длина общего ребра треугольников; A^+ — векторные потенциалы поля; Φ^+ — скалярные потенциалы; ρ^+ — вектор, который соединяет свободную вершину «положительного» треугольника и его центроид; ρ^- — вектор, который соединяет центроид «отрицательного» треугольника и его свободную вершину.

Для примера, рассмотрим расчет печатной двухуровневой антенны с излучателями квадратной формы с размерами $a_1 = 320$ мм и $a_2 = 360$ мм, расположенными над экраном $D = 600$ мм на высотах $h = 20$ мм с воздушным заполнением пространства между излучателями и экраном [3]. На рис. 1 показаны распределения токов верхнего патча, рассчитанные с помощью RWG функций (рис. 1, а) и для сравнения в САПР FEKO (рис. 1, б). На рис. 2 представлена частотная зависимость S_{11} . Антенна имеет два минимума S_{11} на частотах 380 МГц и 440 МГц.

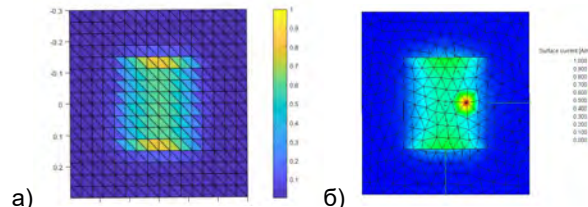


Рис. 1

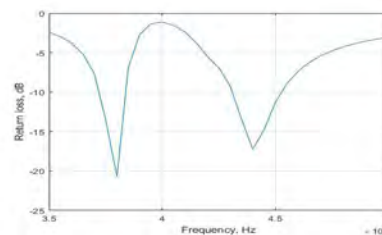


Рис. 2

3. Заключение

Представленная методика позволяет производить расчеты характеристик антенн без привлечения дорогостоящих и требовательных к производительности персонального компьютера САПР. Полученное распределение тока на поверхности антенны позволяет производить расчет характеристик излучения и согласования.

4. Список литературы

- [1] Разработка алгоритма и программы расчета параметров электромагнитного излучения плоского проводника / В. Ф. Белов, А. А. Буткина, С. О. Костров, А. В. Шамаев // Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ им. Е. В. Воскресенского: VIII Междунар. науч. молодежная школа-семинар, Саранск, 16—20 июля 2018 г. — Саранск : СВМО, 2018. — С. 126—133.
- [2] Rao, S. M. Electromagnetic by surfaces of arbitrary shape // S. M. Rao, D. R. Wilton, A. W. Glisson // IEEE Trans. Antennas and Propagation. — Vol. 30. — No. 3. — 1982. — P. 409—418.
- [3] Bezgin, A. A. Two-band circular polarization antenna for Argos-3 // 11th Int. Conf. on Antenna Theory and Techniques, ICATT 2017. — 2017. — P. 267—269.

THE CALCULATION OF ANTENNA CHARACTERISTICS BY THE METHOD OF MOMENTS USING RWG FUNCTIONS

Savochkin A. A., Bezgin A. A.

Scientific adviser: Savochkin A. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A technique for calculating patch antennas characteristics, based on finding surface currents using method of moments and RWG functions, is presented. The results of calculating two-level patch antenna characteristics are presented.

ВАРИАНТЫ КОНФИГУРАЦИЙ ДИАГРАММООБРАЗОВАНИЯ АНТЕННЫХ СИСТЕМ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ 5G

Головин В. В.¹, Симонов И. А.²

¹Севастопольский государственный университет, Россия,

²Испытательный центр «Омега», Россия

E-mail: VVGolovin@sevsu.ru

Аннотация — В докладе по результатам анализа конфигураций диаграммообразования, показаны преимущества методики с улучшенным пред-кодированием.

1. Введение

При развертывании сетей базовых станций беспроводной связи 5G/LTE, для организации покрытия в зоне действия каждой базовой станции необходимо выбрать алгоритм диаграммообразования, что обеспечить требуемую гибкость и функциональность системы мобильной связи. Данная работа посвящена анализу существующих конфигураций диаграммообразования активных антенных систем радиомодулей базовых станций 5G NR.

2. Основная часть

Существует несколько конфигураций диаграммообразования [1].

В качестве первого и наименее сложного развертывания диаграммы направленности существует идея конфигурации диаграммы направленности с блоками SS/PBCH. gNB (базовая станция сети 5G) использует несколько лучей для передачи данных, а также каналов управления и данных. В упрощенном виде это описывает своего рода секторизацию покрытия соты, позволяя более узким секторам соответствовать отдельным лучам. Эти лучи ведут себя более статично по отношению к своей зоне покрытия, а мобильность UE поддерживается переключением между лучами. На рис. 1 показан пример конфигурации формирования лучей на основе блоков SS/PBCH ($f_c = 3,5$ ГГц, $SCS = 30$ кГц, блоки SS/PBCH занимают полосу пропускания 7,2 МГц).

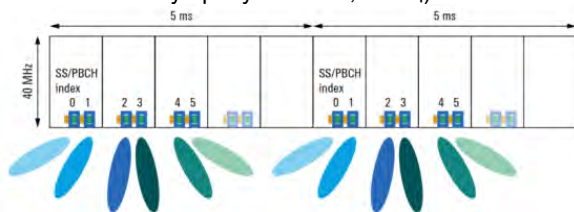


Рис. 1

На рис. 2 показан пример концепции покрытия и развертывания покрытия gNB, работающей в полосе частот FR2 n257. Зона покрытия gNB разделена на разные сектора, и каждый сектор представляет ячейку, которая идентифицируется физическим идентификатором ячейки (PCI). Затем каждый сектор делится на разные SSB-лучи. В отличие от рис. 1, эти SSB-лучи ориентированы вертикально и горизонтально.

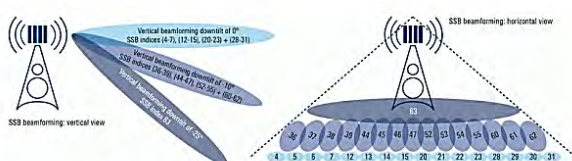


Рис. 2

В этом примере покрытие соты основано на 16 лучах в вертикальном направлении 0°, 15 лучах в вертикальном направлении -10° и 1 луче в вертикальном направлении -25°.

На рис. 3 показана модель третьей конфигурации развертывания формирования луча, реализующая идею улучшенного предварительного кодирования.

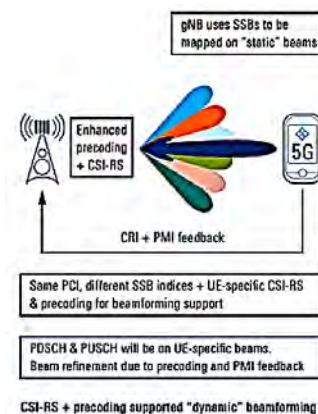


Рис. 3

Базовая станция использует сформированные в лучах сигналы CSI-RS в качестве пилот-сигналов для сопровождения этих лучей. Во время соединения UE использует сигналы CSI-RS для измерения статуса канала и предоставляет статус канала (CSI) и индикатор матрицы пред-кодирования (PMI) по обратной связи через восходящие каналы.

3. Заключение

Проанализированы варианты конфигураций диаграммообразования активных антенных систем радиомодулей базовых станций 5G NR. Показано, что наиболее эффективным является методика, основанная на использовании опорных сигналов CSI-RS [2].

4. Список литературы

- [1] 5G New Radio. Fundamentals, procedures, testing aspects / Rohde & Schwarz International. — Режим доступа: https://gloris.rohde-schwarz.com/ebooks/5G#page_1001.
- [2] Onggosanusi, E. Modular and High-Resolution CSI and Beam Management for 5G New Radio / E. Onggosanusi [et. al.] // IEEE Communications Magazine, March, 2018. — Vol. 56(3). — P. 48—55.

BEAMFORMING CONFIGURATION OPTIONS OF THE 5G BASE STATIONS ANTENNA SYSTEMS

Golovin V. V.¹, Simonov I. A.²

¹Sevastopol State University, Russia

²Testing Center "OMEGA", Russia

Abstract — In the paper, as a result of the beamforming configurations analysis, the advantages of the technique with improved pre-coding are presented.

ОСОБЕННОСТИ ДИАГРАММООБРАЗОВАНИЯ АНТЕННЫХ СИСТЕМ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ 5G НА ОСНОВЕ МАТРИЦ ПРЕД-КОДИРОВАНИЯ

Головин В. В.¹, Симонов И. А.²

¹Севастопольский государственный университет, Россия,

²Испытательный центр «Омега», Россия

E-mail: VVGolovin@sevsu.ru

Аннотация — В докладе по результатам анализа конфигураций диаграммообразования, показаны преимущества методики с улучшенным пред-кодированием.

1. Введение

Для обеспечения высокой эффективности и надежности работы абонентских терминалов в зоне покрытия базовой станции gNB ключевое значение имеет способ организации обратной связи между UE и gNB, которая необходима для оперативного управления характеристиками направленности активной антенной системы радиомодулем gNB. Анализ концепций реализации обратной связи UE-gNB посвящен данный доклад.

формировании диаграммы направленности и планировании.

В архитектуре разделения антенной решетки согласно концепции обратной связи класса A, элементы разделены на L групп, и каждый блок TXRU подключен к одной из них.

Также известна концепция обратной связи класса B. NodeB (базовая станция) передает множество сформированных в лучах CSI-RS, используя архитектуру, сопряженную с антенной решеткой. UE выбирает предпочтительный луч, а затем возвращает его индекс. Когда NodeB получает индекс луча, он применяет тот же вес к соответствующему выбранному лучу для канала данных. Эта концепция была

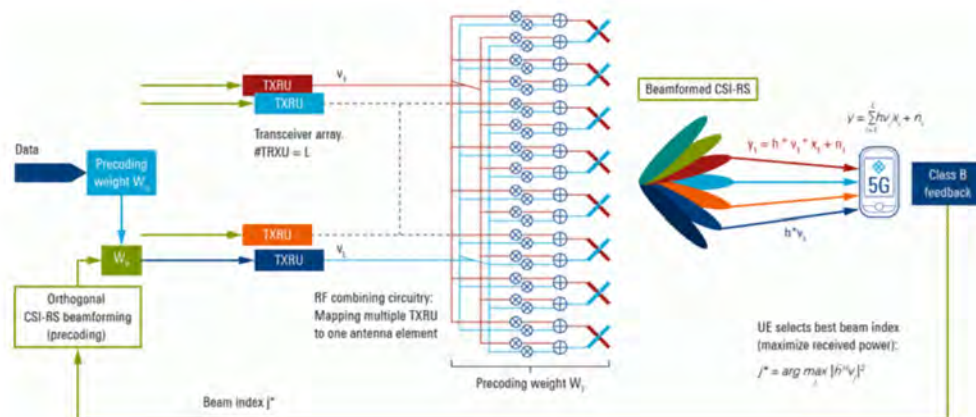


Рис. 1

2. Основная часть

В целом, 5G NR позволяет использовать различные типы и задачи CSI-RS: NZPCSI-RS с ненулевой мощностью для представления общей информации о состоянии канала, ZPCSI-RS с нулевой мощностью для согласования скорости или для отчетов об измерениях помех и CSI-IM для измерения помех для отчетов о ситуации с прямыми помехами. CSI-RS могут быть сформированы в разных направлениях. Либо одно абонентское устройство (UE) может использовать их для обратной связи о состоянии канала для определения наилучшего луча, либо несколько UE могут использовать CSI-RS для сообщения о состоянии луча. Широкополосный индикатор ресурсов CSI-RS (CRI) сообщается наилучшему лучу с точки зрения UE, и дополнительные отчеты RI/PMI/CQI зависят от сообщенного CRI.

Есть два способа получить информацию о нисходящем канале (DL) на антенне gNB. Это оценка канала на основе сигналов восходящего канала, таких как каналы данных, управления, или SRS. Также имеется обратная связь UE, основанная на опорных сигналах нисходящего канала. Используя сообщенные CSI от всех UE в направлении восходящего канала, gNB принимает решения об адаптации линии связи, например, о матрицах пред-кодирования, о

представлена как обратная связь класса B с введением FD-MIMO в LTE Release 13 и показана на рис. 1 [1].

3. Заключение

Проанализированы две концепции диаграммообразования активных антенных систем радиомодулей базовых станций сетей 5G. Показаны преимущества концепции множественной обратной связи CSI-RS класса B.

4. Список литературы

- [1] Ghosh, A. 5G New Radio (NR) : Physical Layer Overview and Performance / A. Ghosh // 52nd Asilomar Conference on Signals, Systems, and Computers. — 2018.

FEATURES OF BEAMFORMING OF 5G BASE STATIONS ANTENNA SYSTEMS BASED ON PRE-CODING MATRICES

Golovin V. V.¹, Simonov I. A.²

¹Sevastopol State University, Russia

²«Testing Center «Omega» – Affiliated Office of FSUE NIIR, Russia

Abstract — In the paper, as a result of the beamforming configurations analysis, the advantages of the technique with improved pre-coding are presented.

ШИРОКОПОЛОСНЫЙ ПОЛОСКОВЫЙ НАПРАВЛЕННЫЙ ОТВЕТВИТЕЛЬ

Тыщук Ю. Н., Кривобок Л. С., Сыпалова А. С.

Научный руководитель: Тыщук Ю.Н.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: lyda97@mail.ru

Аннотация — Предлагается конструкция четырёхзвенного широкополосного направленного ответвителя, работающего в диапазоне частот 1—2 ГГц.

1. Введение

В современном мире микроволновая техника широко используется в народном хозяйстве. Для тестирования параметров и настройки СВЧ систем на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации используют измерители комплексных параметров (коэффициентов отражения и передачи) узлов микроволнового тракта. В настоящее время для измерения комплексных параметров микроволновых узлов широкое применение находят так называемые векторные анализаторы цепей, которые серийно выпускаются в развитых странах. Эти приборы обладают большой широкополосностью, многофункциональностью и высокими метрологическими характеристиками. Однако существенным недостатком этих приборов является их высокая стоимость, которая может достигать нескольких десятков миллионов рублей. Актуальной задачей является создание дешёвых и технологичных приборов встроенного контроля, позволяющих измерять комплексные параметры микроволновых трактов. Одним из основных блоков подобных измерителей является СВЧ сенсор, который, в свою очередь, основан на широкополосном направленном ответвителе. В данной работе приводятся результаты разработки такого ответвителя, работающего в полосе частот 1—2 ГГц.

2. Основная часть

Топология разрабатываемого направленного ответвителя (НО) показана на рис. 1.

Назначение портов ответвителя следующее: 1 — вход основного СВЧ тракта, 2 — выход основного СВЧ тракта, 3 — выход направленного ответвителя (НО), 4 — выход НО, соединённый с согласованной нагрузкой.

Направленный ответвитель выполнен по многозвенной схеме. Всего использовалось четыре звена (рис. 1). Два одинаковых центральных звена и два крайних имеют длину $\lambda_0/4$. Общая длина направленного ответвителя равна λ_0 .

На рис. 2 показаны результаты расчёта S-параметров многозвенного направленного ответвителя. Переходное ослабление НО изменяется в пре-

делах от –12 дБ до –11 дБ. Направленность НО не хуже 20 дБ.

Ослабление в основном канале передачи СВЧ модности близко к 0,5 дБ. Это значение связано с достаточно большой величиной переходного ослабления направленного ответвителя.

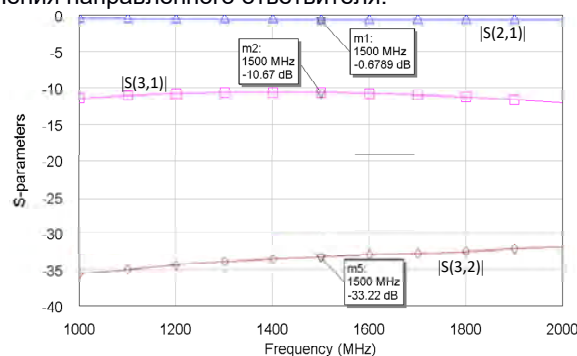


Рис. 2

3. Заключение

Разработан широкополосный четырёхзвенный направленный ответвитель, выполненный на основе симметричной полосковой линии.

Ответвитель обладает устойчивыми характеристиками в рабочем диапазоне частот от 1 ГГц до 2 ГГц.

Величина направленности направленного ответвителя не хуже –20 дБ.

Работа выполнена при поддержке внутреннего гранта ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», идентификатор 24/06-31.

WIDEBAND STRIPLINE DIRECTIONAL COUPLER

Tyschuk Yu. N., Krivobok L. S., Sygalova A. S.

Scientific adviser: Tyschuk Yu. N.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The design of a four-link broadband directional stripline coupler, which is operating in the 1-2 GHz frequency range, is proposed.

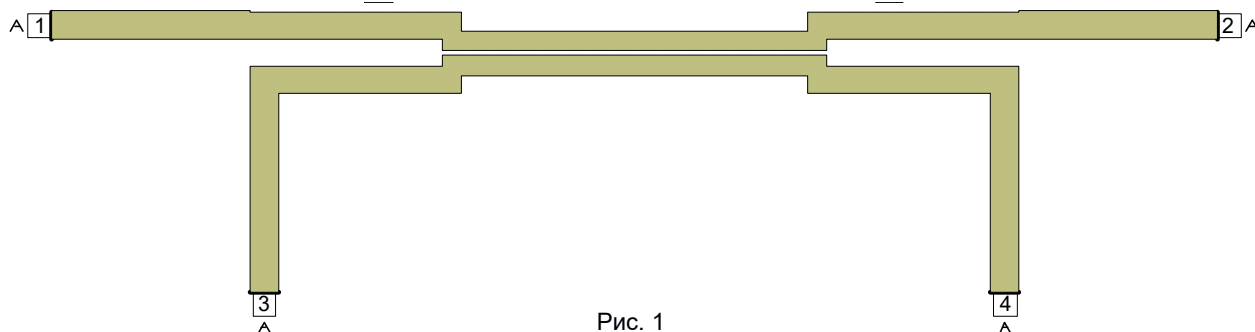


Рис. 1

КОАКСИАЛЬНЫЙ ДАТЧИК ПОЛНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ИЗМЕРЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕНИЯ

Тыщук Ю. Н., Сыпалова А. С., Кривобок Л. С.

Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: anastasiyasergeevna98@gmail.com

Аннотация — Предлагается конструкция коаксиального СВЧ сенсора для прибора встроенного контроля параметров микроволновых трактов, построенного на основе квадратурного детектора. Сенсор, состоит из трёх частей: направленного ответвителя и двух ненаправленных измерительных зондов. Разработанный СВЧ сенсор предназначен для работы в диапазоне частот 1—2 ГГц.

1. Введение

В настоящее время достаточно востребованы приборы встроенного микроволнового контроля. Для этого находят применение измерительные устройства, построенные на основе методов прямого детектирования с использованием квадратичных СВЧ диодов.

Принцип действия этих устройств основан на анализе амплитудного распределения электромагнитной волны в линии передачи.

Такие устройства обладают малыми габаритами и массой, что позволяет встраивать их в требуемом количестве в различных участках микроволнового тракта без существенного влияния на массогабаритные характеристики последнего.

Недостатком таких устройств является невысокая точность измерений, поскольку применяемые для амплитудного детектирования СВЧ диоды имеют малый динамический диапазон квадратичного детектирования (порядка 30—40 дБ).

Создание автоматических приборов встроенного контроля является важной и актуальной народнохозяйственной задачей. Одним из основных элементов подобных приборов является СВЧ сенсор.

В данной работе предлагается СВЧ сенсор, выполненный на основе коаксиальной линии с воздушным заполнением, работающий в диапазоне частот 1—2 ГГц.

2. Основная часть

Разработанный коаксиальный СВЧ сенсор состоит из коаксиальной линии с воздушным заполнением, у которой в зазор между внешним и внутренним проводниками внесены направленный ответвитель (НО) и два ненаправленных измерительных зонда. Длина коаксиального сенсора равна 100 мм. Разработанный сенсор предназначен для работы в диапазоне частот 1—2 ГГц.

Внутренний проводник коаксиальной линии имеет диаметр 3 мм, внешний — 7 мм. К концам коаксиального сенсора крепятся разъёмы N-типа.

Направленный ответвитель выполнен в виде отрезка провода диаметром 1 мм и длиной 50 мм, погружённого в пространство в зазор между внутренними и внешними проводниками на 0,5 мм.

Ненаправленные измерительные зонды выполнены в виде провода диаметром 1 мм и длиной 1,5 мм. На конце каждого зонда размещается металлический диск диаметром 3 мм.

Данный диск необходим для обеспечения более устойчивых характеристик ненаправленных зондов в рабочем диапазоне частот.

Ослабление в основном тракте передачи СВЧ мощности составляет 0,5 дБ. Это связано с большим значением переходного ослабления — 10 дБ, которое необходимо для нормальной работы модели прибора встроенного контроля.

На рис. 1 показаны результаты расчёта S-параметров сенсора.

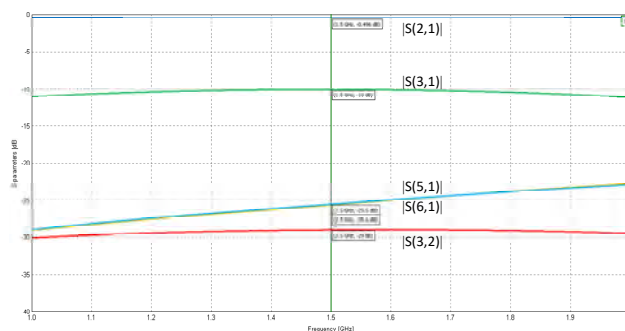


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, разработана конструкция коаксиального СВЧ сенсора, предназначенная для прибора встроенного контроля параметров микроволновых трактов, работающего в полосе частот 1—2 ГГц. Сенсор построен на основе коаксиальной линии с воздушным заполнением, длиной 100 мм. В состав сенсора входят направленный ответвитель и два ненаправленных измерительных зонда. Переходное ослабление НО изменяется в пределах 10—11 дБ. Направленность — 28—29 дБ. НО и измерительные зонды выполнены из провода диаметром 1 мм.

Работа выполнена при поддержке внутреннего гранта ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», идентификатор 24/06-31.

COAXIAL IMPEDANCE SENSOR FOR AUTOMATIC MEASUREMENT OF COMPLEX REFLECTION COEFFICIENT

Tyschuk Yu. N., Krivobok L. S., Syalova A. S.

Scientific adviser: Tyschuk Yu. N.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The design of coaxial microwave sensor as a part of device for the built-in control of parameters of microwave paths, is proposed. The control device is based on a quadrature detector. The sensor consists of 3 parts, such as: a directional coupler and two non-directional measuring probes. Designed microwave sensor works in the 1-2 GHz frequency band.

ООО «РАДИОМЕРА»

Московская область, г. Видное

Тел.: +7 (989) 702-28-28

<https://radiomera.ru>



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

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ

Лисичкин В. Г., Бойко В. А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Лисичкин В. Г.

Академия Федеральной службы охраны России, Россия

E-mail: viktoriaboiko2001@gmail.com

Аннотация — В работе рассмотрены основные пути совершенствования интеллектуальных датчиков, направленные на расширение их функциональных возможностей.

1. Введение

Оснащение датчиков встроенным микропроцессором позволило современным датчикам стать полноценным средством автоматизации. Помимо определения измеряемой величины современные интеллектуальные датчики способны производить первичную обработку измерительной информации, преобразовывать измеряемые сигналы в цифровые и аналоговые значения, дистанционно принимать диапазон измерений, проводить самодиагностику, а также содержат встроенные алгоритмы управления и контроля. Наличие стандартных интерфейсов позволяет сопрягать датчики с любыми современными средствами автоматизации.

2. Основная часть

Расширение многофункциональности датчиков.

В перспективе датчики должны быть способны:

- адаптировать шкалу к диапазону значений измеряемой величины;
- прогнозировать значения измеряемой величины;
- самостоятельно сохранять и обрабатывать данные измерений;
- проводить полную самодиагностику, в том числе прогнозировать возможные сбои и неисправности;
- самостоятельно рассчитывать необходимые показатели контролируемого процесса, обнаруживать в нем заданные события, выполнять задачи регулирования и логического управления.

Таким образом, современные датчики по реализации задач управления могут конкурировать с контроллерами.

Миниатюризация датчиков.

Использование миниатюрных микропроцессоров при создании датчиков позволяет встраивать датчики непосредственно в промышленное оборудование, что делает датчики неотъемлемой частью технологического процесса. Фирмы разрабатывают датчики измерения различных параметров среды объемом всего в несколько мм³, которые включают в себя как сам сенсор, так и вычислительный ресурс для оцифровки измеренного сигнала, и передачи данных в сеть.

Расширение видов связи датчиков с контроллером.

В настоящее время существует два способа связи датчика с контроллером: через самостоятельный проводной канал аналогового сигнала и через цифровую проводную сеть. При увеличении дистанции между датчиком и основным средством автоматизации для общения датчика с контроллером задействуется радиоканал. Некоторые фирмы уже сейчас разрабатывают беспроводные датчики, оснащая их и контроллеры блоками коротковолновой радиосвязи. Причиной увеличения популярности этих датчиков являются удешевление средств коротковолновой связи, повышение надежности такого способа связи,

экономия затрат на проводную связь и упрощение монтажа системы.

При задействовании такого способа связи возможны следующие стратегии разделения радиоканалов:

— TDMA — множественный доступ во временной области (каждый датчик передает информацию в отведенное ему время);

— FDMA — множественный доступ в частотной области (каждый датчик передает информацию на отведенной ему частоте);

— CDMA — множественный доступ с кодовым разделением (каждому датчику задан некоррелированный код, что позволяет подавлять посторонние сигналы как шум).

Ряд фирм уже разрабатывают датчики, поддерживающие технологию Bluetooth.

Развитие новых методов измерения.

Современные датчики способны производить сложные вычисления в микропроцессорном преобразователе. Сенсоры датчиков, работающих по этому принципу, обладают следующими свойствами:

— сенсор расположен вне измеряемой среды, что упрощает установку, обслуживание и эксплуатацию датчика, а также увеличивает стабильность показаний;

— из сенсора исключаются движущиеся части, что положительно влияет на надежность датчика и упрощает обслуживание;

— сенсор нетребователен к конструкции объекта измерения и особенностям измеряемого потока, что удешевляет установку датчиков и расширяет возможности использования датчиков с различными объектами.

Развитие многосенсорных датчиков.

К одному датчику можно подключить несколько сенсоров для измерения разных величин. Некоторые сенсоры же способны определять несколько измеряемых величин. Многосенсорные датчики и технически, и экономически более эффективны, чем группы датчиков для каждой измеряемой величины.

3. Заключение

Рассмотренные особенности современных датчиков способствует появлению новых типов приборов, активно используемых на предприятиях.

TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF INTELLIGENT SENSORS

Boyko V. A., Lisichkin V. G.

Scientific adviser: Lisichkin V. G.

Academy of the Federal Security Service of Russia, Russia

Abstract — In the report, the main ways to improve intelligent sensors, aimed at expanding their functionality, are considered.

МОДИФИКАЦИЯ ПАЯЛЬНЫХ ПАСТ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ

Ланин В. Л., Мишечек А. А., Дерман А. А.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Ланин В. Л.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: vlanin@bsuir.by

Аннотация — Экспериментально достигнуто улучшение характеристик паяльных паст посредством введения углеродных нанотрубок с содержанием от 0,01 % до 0,03 %.

1. Введение

Паяльные пасты являются основным материалом для пайки электронных модулей оплавлением (инфракрасная, в парогазовой фазе, конвекционная пайка, лазерная). В технологии поверхностного монтажа паяльная паста служит также технологическим клеем, что позволяет в целом ряде случаев исключить нанесение клея.

Наноразмерные частицы находят применение в процессах получения модифицированных полимерных композитов в различных областях науки и техники. Углеродные нанотрубки (УНТ) обладают уникальным комплексом свойств. Однако большинство наноструктурных частиц агломерировано, что вызывает необходимость изыскания способов их диспергирования. Диспергирование УНТ в жидких средах осуществляют с помощью ультразвука частотой 40 кГц в течение 10 минут и мощности 60 Вт. В качестве жидких сред используют водные растворы ПАВ. Исходная концентрация дисперсной фазы в суспензиях может варьироваться от 0,01 до 0,5 % масс [1].

Модифицированные УНТ паяльные пасты проверяют на прочность сформированных паяных соединений и на расстояние припоя по контактным поверхностям. Использовалась паста Lead Free Solder Koki (217 °C) Korea CO., LTD, В качестве модифицирующей добавки в паяльную пасту вводился углеродный наноматериал «Арт-нано» (ТУ ВУ 690654033.001-2011), производимый на ООО «Передовые исследования и технологии» (г. Минск) по технологии пиролизного разложения сжиженного газа. Материал представляет собой смесь углеродных нанотрубок среднего диаметра 30—40 нм и длиной 0,5—1,5 мкм. Перед введением в пасту сырой материал подвергался обработке в шаровой мельнице, центрифугированию, функционализации.

2. Основная часть

Для испытаний модифицированных составов паст выполнены паяные соединения внахлест типа IV в соответствии с ГОСТ 82280-90 при температуре пайки 240 ± 5 °C. Образцы, изготовленные из латунной ленты Л62 толщиной 250 мкм, паялись индукционным нагревом на частоте 22,72 кГц в течение 50 с. Контроль прочности паяных соединений на сдвиг осуществлялся на разрывной машине НПЦ-13.04.5, (таблица 1).

Таблица 1

Содержание УНТ%	Площадь, мм ²	F, Н	P, МПа
-	27	720	34,6
0,01	21	1200	44,0
0,02	30	2200	73,3
0,03	30	2400	80,0

Испытания на паяемость проводились на поверхностях образцов из меди с серебряным покрытием толщиной 6 мкм при температуре 245 °C, массе пас-

ты 250 мг. Коэффициент растекания припоя определяли по высоте капли припоя до и после растекания, и по их соотношению оценивали паяемость:

$$K_{p2} = \frac{(H_0 - H_p)}{H_0} = 1 - \frac{H_p}{H_0},$$

где H_p — высота капли припоя после растекания; H_0 — высота "лежащей" капли припоя до растекания, которая находится из условий несмачивания поверхности.

Микроструктура нанотрубок, полученная на сканирующем микроскопе при увеличении в 100кх и представлена на рис. 1.



Рис. 1

3. Заключение

Для повышения прочности паяных соединений состав паяльной пасты модифицирован добавлением углеродных нанотрубок с весовым содержанием 0,01—0,03 %. Усилие на разрыв образцов из латуни увеличилось в 2—2,2 раза. Испытания на паяемость показали, что при использовании флюса СКФ коэффициент растекания пасты улучшился вплоть до 80 %, что соответствует хорошей паяемости.

4. Список литературы

- [1] Диспергирование одностенных углеродных нанотрубок и фуллеренов C60 в воде и в водных растворах ПАВ/ А.Р. Гатауллинов [и др.] // Вестн. Казанского технолог. ун-та, 2011. — № 10. — С. 54—57.

MODIFICATION OF SOLDER PASTES WITH CARBON NANOPARTICLES

Lanin V. L., Mishechek A. A., Derman A. A.

Scientific adviser: Lanin V. L.

Belarusian State University Of Informatics And Radioelectronics, Belarus

Abstract — Improvement in the characteristics of soldering pastes was achieved experimentally by introducing carbon nanotubes with a percentage content from 0.01 % to 0.03 %.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОЛЕЙ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА ШАРИКОВ ПРИПОЯ ПРИ СБОРКЕ FLIP-CHIP МОДУЛЕЙ

Ланин В. Л., Буй Д. К., Хацкевич А. Д.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Ланин В. Л.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: vlanin@bsuir.by

Аннотация — Моделированием тепловых полей оптимизированы параметры индукционного нагрева в зазоре магнитопровода индуктора шариков припоя на контактных площадках печатной платы при *Flip-Chip* монтаже.

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 и снижает нагрев.

С развитием микроэлектроники растет количество выводов компонентов, и по ряду причин медные шарики были заменены на шарики припоя. Сформированные на контактных площадках кремниевого кристалла шарики припоя в процессе групповой пайки обеспечивают надежное соединение с медными контактными площадками платы, при этом за счет сил поверхностного натяжения расплавленного припоя происходит самовыравнивание кристалла.

Формирование выводов для технологии *Flip-Chip* является сложным и многоэтапным технологическим процессом. Шарики припоя на печатной плате можно формировать индукционным нагревом. Вихревые токи в расплаве вызывают ponderomotive силы, которые улучшают растекание припоя и перемешивают многофазные структуры в жидких средах. Применение индукционных нагревателей на магнитопроводах позволяет повысить локальность нагрева, снизить потребляемую мощность, избавиться от водяного охлаждения и от изоляции деталей [1].

Целью работы является моделирование тепловых полей и оптимизация параметров индукционного нагрева шариков припоя для *Flip-Chip* монтажа кристаллов интегральных схем.

2. Основная часть

Для моделирования тепловых полей индукционного нагрева выбран пакет *COMSOL Multiphysics*, который позволяет рассчитывать гармонические электромагнитные и электрические поля, переходные процессы, а также распределения температуры в нагреваемых объектах. Шарики припоя диаметром 0,76 мм закреплялись на контактных медных площадках платы из стеклотекстолита *FR4* толщиной 1,5 мм. Плата нагревалась в зазоре магнитопровода из феррита размером 5 мм (рис. 1).

На частоте 66 кГц и силе тока в индукторе 5–6 А после 60 с нагрева получены тепловые поля нагрева шариков припоя на печатной плате (рис. 2). Отмечена неравномерность нагрева шариков в центре ввиду краевого эффекта, проявление которого связано с взаимодействием магнитного поля вихревых токов в деталях с магнитным полем в зазоре магнитопровода и искажением его силовых линий.



Рис. 1

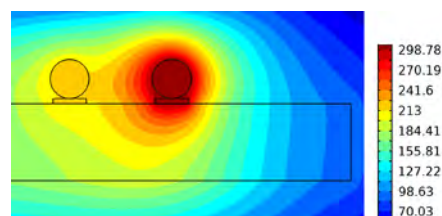


Рис. 2

Для выравнивания тепловых полей индукционного нагрева предложено использовать концентратор магнитных силовых линий в виде медной пластины, располагаемой под печатной платой в центральной части магнитопровода. Это позволило сократить время нагрева до 40 с и повысить равномерность нагрева.

3. Заключение

Для повышения эффективности индукционного нагрева в зазоре магнитопровода шариков припоя при их закреплении на контактных площадках платы групповой пайкой по результатам моделирования тепловых полей шариков предложено применить концентратор силовых магнитных линий, что сокращает время и повышает равномерность нагрева.

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. — No 4. — P. 384—388.

SIMULATION OF THERMAL FIELDS OF INDUCTION HEATING OF SOLDER BALLS DURING FLIP-CHIP MODULES ASSEMBLING

Lanin V. L., Bui D. K., Hatskevich A. D.

Scientific adviser: Lanin V. L.

Belarusian State University Of Informatics And Radioelectronics, Belarus

Abstract — By the simulation of thermal fields, the parameters of induction heating in the gap of inductor magnetic core of solder balls on contact pads printed circuit board during *Flip-Chip* mounting were optimized.

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ МИКРОСВАРКА ПРОВОЛОЧНЫХ ВЫВОДОВ С ТОКОВОЙ АКТИВАЦИЕЙ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ПОКРЫТИЙ КОРПУСОВ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

Ланин В. Л., Нгуен Ж. В.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Ланин В. Л.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: gjavien1996@gmail.com

Аннотация — Получены зависимости прочности микросварных соединений для золотого и серебряного покрытий корпусов интегральных схем. Токовая активация УЗ микросварки позволяет повысить прочность микросварных соединений при различных типах покрытий корпусов интегральных схем.

1. Введение

Ультразвуковая сварка (УЗС) проволочных выводов является одним из наиболее широко применяемых технологий создания неразъемных соединений между различными элементами, в частности, для присоединения полупроводникового кристалла к внешним выводам корпуса прибора. Технология УЗ сварки представляет собой соединение деталей под воздействием УЗ волн, которые преобразуются в механические колебания, которые разрушают оксидные пленки [1].

2. Основная часть

На надежность микросварных соединений влияют физико-механические свойства материала контактных площадок, геометрическая форма инструмента, активация зоны контакта при сварке. Получение надежных микросварных соединений алюминиевых проволочных выводов с контактными площадками кристаллов и корпусов интегральных схем может быть достигнуто: обеспечением заданного микрорельефа и требуемых физико-механических свойств покрытий, а также активации процесса УЗ сварки проволочных выводов [2].

Увеличение частоты колебаний при УЗ микросварке позволит ускорить процесс сварки и обеспечить процесс формирования соединений за меньшее время и при меньшей температуре нагрева изделия. Использование повышенной ультразвуковой частоты (96 кГц) по сравнению стандартной частотой (66 кГц) позволяет вести присоединение проводников при температуре нагрева изделия 100°C [3]. Характеристики ультразвуковой установки ЭМ-4320 приведены в таблице 1.

Таблица 1

Параметры	Значение
Амплитуда колебания, мкм	2-5
Рабочая температура, °C	100
Диаметр проволоки, мкм	80
Усилие касания, г	80
Рабочая частота, кГц	96
Длительность сварки, мс	100

Для повышения прочности микросварных соединений по различным покрытиям корпусов интегральных схем используется активация процесса УЗС импульсами электрического тока, при которой происходит электроперенос диффузионно-подвижного металла в соединении.

Для микросварных соединений применялась проволока из алюминия диаметром 80 мкм с помощью которой контактные площадки на кристалле

соединялись с выводами корпуса интегральных схем, имеющими покрытия золотом 3 мкм или серебром 6 мкм.

На рис. 1 показаны зависимости прочности микросварных соединений для золотого и серебряного покрытий корпусов от величины тока активации.

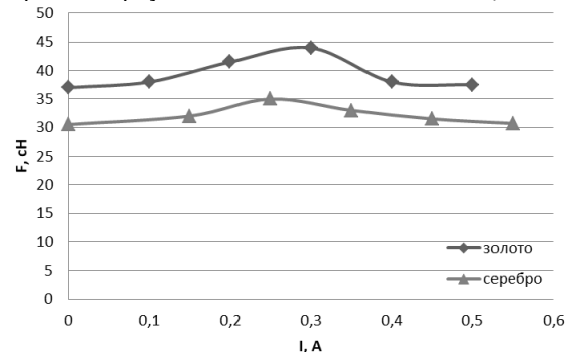


Рис. 1

3. Заключение

Токовая активация УЗ микросварки позволяет получить увеличить прочность микросварных соединений при различных покрытиях корпусов интегральных схем. При токовой активации прочность микросварных соединений увеличивается в 1,5 раза для золотого покрытия и в 1,2 раза для серебряного покрытия.

4. Список литературы

- [1] Harman, G.G. Wire Bonding in Microelectronics / G.G. Harman. — New York : McGraw-Hill Companies, 2009. — 415 p.
- [2] Ланин, В. Активация процессов ультразвуковой микросварки изделий электроники / В. Ланин // Технологии в электронной промышленности, 2009. — № 2. — С. 63—66.
- [3] Ланин, В. Повышение качества микросварных соединений в интегральных схемах с использованием ультразвуковых систем повышенной частоты / В. Ланин, И. Петухов // Технологии в электронной промышленности, 2010. — № 1. — С. 48—50.

ULTRASONIC MICROWELDING OF WIRE LEADS WITH CURRENT ACTIVATION FOR VARIOUS COATINGS OF INTEGRATED CIRCUITS PACKAGES

Lanin V. L., Nguyen G. V.

Scientific adviser: Lanin V. L.

Belarusian State University Of Informatics And Radioelectronics, Belarus

Abstract — Dependences of the strength of micro-welded joints for gold and silver coatings of housings have been obtained. Current activation of microwelding units allows to increase the strength of microwelded joints with various coating of housings of integrated circuits.

ПРИМЕНЕНИЕ ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ ДЛЯ ПОВЕДЕНЧЕСКОГО АНАЛИЗА РАБОТЫ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ КОНТРОЛЛЕРОВ

Синадский Н. И., Комаров Д. Е.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Синадский Н. И.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Россия

E-mail: komde93@gmail.com

Аннотация — Рассмотрена возможность применения обучения с подкреплением для реализации поведенческого анализа работы программируемых логических контроллеров. Реализован прототип и приведены результаты экспериментов по построению модели контроллера.

1. Введение

Одним из способов осуществления поведенческого анализа системы или ее компонентов является построение модели, способной предсказывать реакцию на основании входных воздействий. Этот результат сравнивается с наблюдаемым, что позволяет выявлять признаки аномального поведения. Метод построения модели, использующий знания особенностей или конструктива системы, не может быть перенесен на произвольный случай. Поэтому требуется универсальный подход к построению модели, одним из таких является обучение с подкреплением. В данной работе в качестве моделируемого компонента системы рассматривается программируемый логический контроллер (ПЛК), а точнее его модель в виде конечного детерминированного автомата. Приведены способ представления агента и используемый при обучении алгоритм.

2. Основная часть

В рамках обучения с подкреплением агент взаимодействует со средой. На основании отклика среды формируются сигналы подкрепления, которые влияют на стратегию агента. Итоговой целью агента является максимизация суммарного поощрения [1]. В рамках решаемой задачи среда представляет собой множество наблюдаемых входных X и выходных Y сигналов для ПЛК. Форма представления агента в общем случае может быть произвольной, в данном исследовании агент представлен в виде конечного вероятностного автомата, описываемого пятиместным кортежем $A = (X, Y, S, f_y, f_s)$, где S — конечное множество состояний, f_y — функция выходов и f_s — функция переходов из одного состояния в другое. Эти функции являются стохастическими. Для упрощения прототипа был рассмотрен простейший случай, когда автомат имеет единственное состояние, то есть $|S| = 1$. Тогда функция переходов вырождается в тривиальную. В этом случае f_y полностью определяет реакцию агента на входной сигнал, то есть является математическим представлением стратегии поведения. В процессе обучения агент на основе входного сигнала в соответствии со стратегией выдает выходной сигнал. Выполняется сравнение предсказанного и наблюдаемого сигнала и формируется подкрепление. Необходимо определить способ влияния полученного подкрепления на стратегию агента. Пусть $|X| = M$ и $|Y| = N$, тогда f_y можно представить в виде матрицы $\Psi = \{\varphi_{ij}\}$ размером $M \times N$. Строки матрицы соответствуют входным сигналам, столбцы — выходным, а ячейка содержит вероятность соответствующих выходных сигналов при заданном входном. Взаимодействие автомата со средой

происходит в течение временного интервала T . Для изменения стратегии используется матрица $A = \{a_{ij}\}$, размером $M \times N$. Элемент a_{ij} этой матрицы содержит количество верно предсказанных сигналов y_j в ответ на x_i за период T . Тогда изменение стратегии происходит следующим образом $\Psi = (1 - \varepsilon) \cdot \Psi + \varepsilon \tilde{\Psi}$, где $\tilde{\Psi}$ — матрица, элементы которой определяются через матрицу A как $\tilde{\varphi} = \frac{a_{ij}}{\sum_j a_{ij}}$, $\varepsilon \in [0, 1]$ — параметр влияния текущего опыта на стратегию [2].

Реализован прототип на *Python* на основе описанного алгоритма. Тестирование проводилось на основе данных детерминированного конечного автомата с 7 состояниями, размером входного алфавита — 8, выходного — 6. Мерой успешности является предсказательная способность, которая представляет собой процент правильно предсказанных выходных сигналов от их общего количества. В данном случае предсказательная способность составила 43—45 % при $\varepsilon = 0,64$, что значительно выше, чем случайное угадывание, но недостаточно для построения точной модели.

3. Заключение

Таким образом, показана возможность применения алгоритма обучения с подкреплением к задаче поведенческого анализа ПЛК. Приведен алгоритм и построен прототип. Результаты экспериментов выявили недостаточную точность, однако продемонстрировали потенциальную работоспособность подхода. Для повышения точности требуется усложнение алгоритма, в частности, применение вероятностного автомата с несколькими состояниями.

4. Список литературы

- [1] Саттон, Р. С. Обучение с подкреплением: Введение / Р. С. Саттон, Э. Дж. Барто. — М.: ДМК Пресс, 2020. — 552 с.
- [2] Комаров, А. Ю. Метод обучения с подкреплением для архитектуры вероятностных автоматов / А. Ю. Комаров // Наука — Образование — Производство: Опыт и перспективы развития: сб. матер. XIV Междунар. науч.-техн. конф., посвященной памяти доктора технических наук, профессора Е. Г. Зудова (8–9 февраля 2018 г.): в 2-х т. — Т. 2: Автоматизация, мехатроника и ИТ. Гуманитарные науки. Строительство и архитектура. — Нижний Тагил: НТИ (филиал) УрФУ, 2018. — С. 21—34.

REINFORCED LEARNING FOR BEHAVIORAL ANALYSIS OF PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLERS

Sinadsky N. I., Komarov D. E.

Scientific adviser: Sinadsky N. I.

Ural Federal University Named After The First President Of Russia B. N. Yeltsin, Russia

Abstract — Application of reinforcement learning for behavioral analysis of programmable logic controllers work is considered. Prototype has been implemented and experimental results of model creation is presented.

ИЗМЕРЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ФОТОДИОДОВ

Макаров В. К., Евдокимов П. А., Соколова М. И.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Макаров В. К.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: evdokimov@ieee.org

Аннотация — Описана методика измерения и расчета относительной спектральной чувствительности фотодиода PD204-6C при помощи опорного фотодиода BPW34 с известной спектральной чувствительностью.

1. Введение

Спектральная чувствительность является одной из главных характеристик фотодиодов. Она определяется как отношение зависимости тока (или фото-ЭДС) фотодиода от длины волны излучения к соответствующему потоку излучения $\Phi(\lambda)$. Для измерения спектральной чувствительности существуют различные методики, которые регламентируются стандартом ГОСТ Р МЭК 60904-8-2013 [1].

Для измерения мощности излучения, падающего на исследуемый фотоземель, можно использовать калибровочный термоэлемент РТН-10С или пироэлектрический радиометр.

Согласно стандарту другой метод измерения основан на сравнении спектральных чувствительностей исследуемого и эталонного фотоземель.

Ввиду отсутствия специальной аппаратуры в учебных целях на имеющихся оборудовании был выбран второй метод измерения спектральной чувствительности фотоземель.

2. Основная часть

Источником излучения в лабораторной установке является лампа накаливания мощностью 60 Вт. Излучение от лампы фокусируют на входной щели монохроматора УМ-2 при помощи линзы. При этом на выходе монохроматора получают монохроматическое излучение, длина волны которого соответствует углу поворота барабана. Излучение с выхода монохроматора падает на исследуемый фотодиод PD204-6C, который находится в обратном смещении 5 В. При помощи микроамперметра измеряют ток фотодиода в зависимости от длины волны падающего излучения.

Аналогичные измерения проводят для эталонного фотодиода BPW34 с известной спектральной чувствительностью, но не относящегося к классу калиброванных фотодиодов.

Зависимость между углом поворота барабана монохроматора и длиной волны выходного излучения определялась по 4 опорным точкам (940 нм, 630 нм, 525 нм, 430 нм).

При помощи регрессионного анализа в программе Advanced grapher [2] по полученным точкам строится градуировочная кривая, описывающая зависимость длины волны излучения от угла поворота барабана монохроматора.

Для устранения искажений результирующих значений при обработке экспериментальных данных в программе Mathcad полученные спектральные характеристики токов исследуемого и опорного фотодиодов предложено аппроксимировать полиномиальными функциями $ISL(\lambda)$ и $REF(\lambda)$ соответственно.

Поток излучения $\Phi(\lambda)$ падающего на фотодиод определим через фототок и спектральную чувствительность $y_1(\lambda)$ опорного фотодиода согласно формуле

$$\Phi(\lambda) = \frac{REF(\lambda)}{y_1(\lambda)}.$$

Таким образом, относительную спектральную чувствительность исследуемого фотодиода $S(\lambda)$ определим согласно выражению

$$S(\lambda) = \frac{ISL(\lambda)}{\Phi(\lambda)}.$$

График полученной относительной спектральной чувствительности исследуемого фотодиода $S(\lambda)$ представлен на рис. 1. На этом рисунке $y_2(\lambda)$ — относительная спектральная чувствительность исследуемого фотодиода, заявленная в его технической документации.

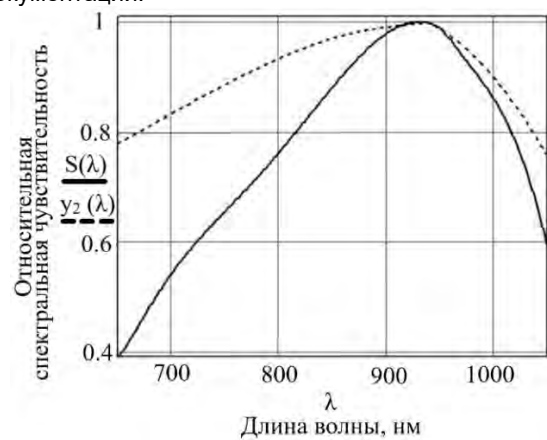


Рис. 1

3. Заключение

Полученная относительная спектральная чувствительность исследуемого фотодиода совпадает с характеристикой, заявленной производителем вблизи максимума соответствующему $\lambda = 940$ нм.

Отклонение от заявленной характеристики могло быть вызвано погрешностью при измерении малых значений токов фотодиодов, а также расхождением характеристик, указанных в технической документации от характеристик реальных фотодиодов.

4. Список литературы

- [1] ГОСТ Р МЭК 60904-8-2013. Приборы фотоэлектрические. ч.8. Измерение спектральной чувствительности фотоэлектрических приборов. Утв. Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2013 г. N 1713-ст; дата введения 2015-07-01.
- [2] Advanced grapher [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.alentum.com/agraper>.

MEASUREMENT OF PHOTODIODES SPECTRAL SENSITIVITY

Makarov V. K., Evdokimov P. A., Sokolova M. I.
 Scientific adviser: Makarov V. K.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — A method for measuring and calculating the relative spectral sensitivity of the photodiode PD204-6C using a reference photodiode BPW34 with a known spectral sensitivity is described.

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ СБОРА ДАННЫХ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ БИОИМПЕДАНСА МЫШЦ В ОБЛАСТИ ПРЕДПЛЕЧЬЯ

Егоров В. В., Сазонов О. И.
 Научный руководитель: Егоров В. В.
 Московский авиационный институт, Россия
 E-mail: oleg.heruvim@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрена методика регистрации биоимпедансного сигнала и возможный способ его применения. Сформулированы необходимые характеристики прибора сбора данных.

1. Введение

В разработке современных биоэлектрических протезов используются различные методы получения и обработки сигналов от определённых групп мышц человека. Одним из таких информационных импульсов является биоимпедансный (ЭИМ) сигнал. Для его регистрации используются тетраполярные электродные установки и зондирующий ток, амплитудой от 1 до 10 мА. ЭИМ сигнал почти не подвержен шумам, так как его спектр находится в области высоких частот 100 кГц. Были проведены исследования и эксперименты в направлении формирования и обработки таких сигналов.

2. Основная часть

В отличие от электромиографии (ЭМГ), которая показывает суммарную активность всех потенциалов, возникающих в мышечных волокнах, ЭИМ сигнал показывает кривую с закономерным уменьшением и увеличением его амплитуды.

На рис. 1 показана зависимость величины биоимпеданса от времени во время выполнения движений кистью руки.



Рис. 1

Для получения необходимого сигнала использовались параметры датчиков и тока из литературы [1, 2]. На базе студенческого конструкторского бюро №4 МАИ был сконструирован прототип генератора, формирующего сигналы для зондирования мышц. Сигнал, поступающий с электродов считывания, является результатом свёртки зондирующего сигнала с импульсной характеристикой тканей (в частности, мышц), через которые проходит электрический ток и передаёт в своей структуре информацию об их состоянии.

Сигналы, поступающие на считывающие электроды, должны быть оцифрованы и записаны в память с минимальными искажениями, так как от этого зависит корректность оценки состояния мышц. При этом, учитывая достаточно высокие частоты спектра зондирующих сигналов, частота дискретизации оказывается сравнительно высокой (более 400 кГц) и

это требует достаточно скоростной логики обработки данных.

На основании данных исходных представлений была разработана структурная схема, представленная на рис. 2. На рисунке: АЦП — аналого-цифровой преобразователь, ОЗУ — блок оперативной памяти, МК — управляющий микроконтроллер, ПК — персональный компьютер, на который будут поступать данные для последующей обработки.

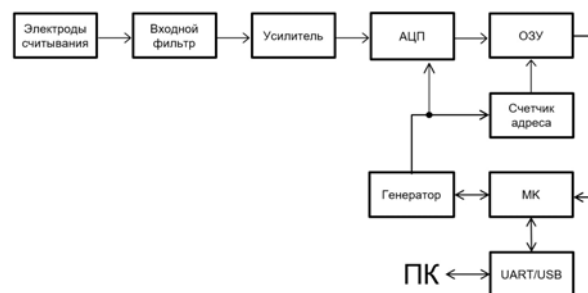


Рис. 2

На базе приведенной структурной схемы спроектирована принципиальная схема и создан прототип устройства, осуществляющего запись сигналов, поступающих со считывающих электродов.

3. Заключение

Таким образом, в ходе исследований сформированы необходимые требования как к конструкции, так и к возможностям настройки прибора, разработана его структурная и принципиальная схема и проведено макетирование.

4. Список литературы

- [1] Современные системы управления протезами / Д. Сафин, И. Пильщиков, М. Ураксеев, Р. Мигранова. // Электроника : наука, технология, бизнес, 2009. — С. 60—68.
- [2] Сафонова, И. А. Моделирование, анализ и исследование информативности сигналов импедансной реографии [Электронный ресурс] / И. А. Сафонова, Л. П. Кудашов. — МГТУ им. Н.Э. Баумана. — Режим доступа: http://refpin.ru/ref_jgepolmeratyqas.html.

SYNTHESIS OF THE DATA COLLECTION MODULE FOR MEASURING THE BIOIMPEDANCE OF MUSCLES IN THE FOREARM AREA

Egorov V. V., Sazonov O. I.
 Scientific adviser: Egorov V. V.
 Moscow Aviation Institute, Russia

Abstract — A technique for recording a bioimpedance signal and a possible method for its application are considered. The necessary characteristics of the data acquisition device are formulated.

АНАЛИЗ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ 11-ПОЗИЦИОННОГО КОДА БАРКЕРА ПРОГРАММНЫМИ СРЕДСТВАМИ LABVIEW

Фунтиков М. Н., Ягнина О. А.

Научный руководитель: канд. пед. наук, Фунтиков М. Н.

Донецкий национальный технический университет, Донецк

E-mail: fountikov@gmail.com

Аннотация — Представлены результаты анализа корреляционных свойств 11-позиционного кода Баркера, рассмотрено влияние искаженного разряда и белого шума с равномерным спектром на автокорреляционную функцию анализируемой последовательности.

1. Введение

При передаче сигнала в свободном пространстве возникает проблема искажения информации в результате влияния естественных шумов и наведённых помех. Для выделения полезного сигнала на фоне шумов применяют корреляционные методы.

В системах связи наряду с другими избыточными кодами используются коды Баркера благодаря своим корреляционным свойствам. Уникальность последовательностей Баркера заключается в том, что отношение амплитуд боковых лепестков к амплитуде пикового значения автокорреляционной функции (АКФ) составляет $1/N$, где N — позиционность кода.

2. Основная часть

Для анализа свойств был выбран 11-позиционный код Баркера. Данную последовательность битов относят к одним из наиболее помехоустойчивых кодов, так как её корреляционная функция имеет боковые лепестки, по знаку противоположные основному лепестку [1].

На графике (рис. 1, а) представлен 11-позиционный код Баркера и его АКФ (рис. 1, б), модель которого создана программными средствами LabVIEW. Как видно, соотношение уровней пикового значения к боковым составляет 11 к 1 (энергетический выигрыш в этом случае равен 10,4 дБ).

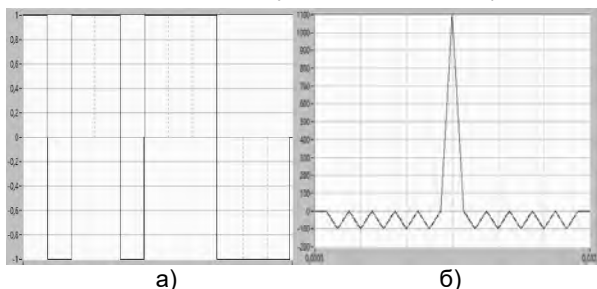


Рис. 1

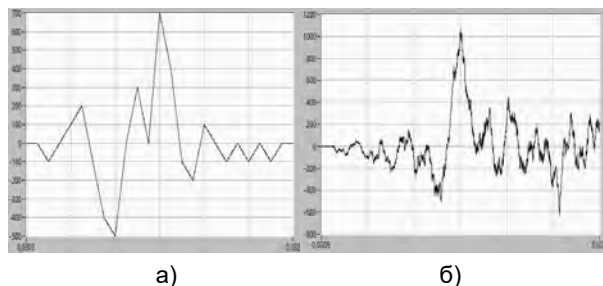


Рис. 2

Данная кодовая последовательность обладает высокой помехоустойчивостью [2]. Перекручивание даже одного бита приводит к увеличению уровня

боковых лепестков, что не позволяет окончательному устройству точно определить позицию пикового значения АКФ.

В ходе эксперимента был изменён на инверсный один бит в исходном коде, находящийся в позиции 5. Исходя из данных (рис. 2, а), отношение пикового значения АКФ к боковым ухудшится до уровня 7 к 5 (энергетический выигрыш составляет 1,46 дБ). При столь малой разнице амплитуд между основным и боковым лепестками возрастает вероятность ошибочного определения пикового значения или выдачи решения о наличии нескольких пиков.

При наложении белого шума с равномерным спектром в исходную последовательность 11-позиционного кода Баркера было определено, что при соотношении сигнал/шум менее -10 дБ значительно увеличивается уровень боковых лепестков АКФ. Разница между уровнями основного и боковых лепестков составит менее 3 дБ, что является достаточным для ошибочного выделения коррелятором нескольких пиков.

3. Заключение

Анализ 11-позиционного кода Баркера подтверждает уникальность данной последовательности, автокорреляционные свойства которой в полной мере сохраняются лишь при строгом соблюдении позиционности. При соотношении сигнал/шум менее -10 дБ и/или переключении одного бита происходит значительное ухудшение энергетических параметров АКФ и увеличение зоны неопределённости расположения пикового значения АКФ. Результаты исследования получены в среде моделирования LabVIEW, возможности которой позволяют анализировать сигналы и имитировать воздействие шумов.

4. Список литературы

- [1] Принцип фазирования и синхронизации одноканальной аппаратуры передачи данных на основе кода Баркера / Н. Д. Рысаков [и др.] // Системы обработки информации : збір. наук. праць. — Харків : ХУПС ім. І. Кожедуба, 2014. — Вип. 2 (118). — С. 52—57.
- [2] Сергеев, М. Б. Вложенные кодовые конструкции Баркера — Мерсенна — Рагхаварао / М. Б. Сергеев, В. А. Ненашев, А. М. Сергеев // Информационно-управляющие системы : науч. журнал. — СПб. : РИЦ ГУАП, 2019. — № 3 (100). — С. 71—81.

ANALYSIS OF CORRELATION PROPERTIES OF 11-CHIP BARKER CODE USING LABVIEW SOFTWARE

Funtikov M. N., Yagnina O. A.

Scientific adviser: Funtikov M. N.

Donetsk National Technical University, Donetsk

Abstract — The results of the analysis of the correlation properties of 11-chip Barker code sequence are presented; the effects of the bits inversion and signal overlapping uniform white noise on its autocorrelation function are considered.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ДВУХПОЗИЦИОННОГО FSK-СИГНАЛА СРЕДСТВАМИ LABVIEW

Фунтиков М. Н., Агеева В. А.

Научный руководитель: канд. пед. наук, Фунтиков М. Н.
Донецкий национальный технический университет, Донецк
E-mail: fountikov@gmail.com

Аннотация — Представлены результаты моделирования прохождения FSK-2 сигнала по Гауссову каналу связи; определено граничное значение отношения сигнал-шум для неискажённой передачи информации.

1. Введение

Частотная манипуляция (Frequency Shift Keying, FSK) — это вид модуляции, при которой битовая последовательность передается путём скачкообразного изменения несущей частоты.

Манипуляция — процесс управления одним из параметров колебания. Частотная манипуляция (ЧМн) обладает высокой помехоустойчивостью, поскольку помехи искажают в основном амплитуду, а не частоту сигнала, битовая информация модулируется посредством частотных сдвигов [1].

В системах связи для преобразования аналогового сигнала в кодовую последовательность наряду с классическими методами аналогово-цифрового преобразования (АЦП) используется широтно-импульсная модуляция (ШИМ), при которой значение амплитуды вносится как параметр в значение длительности сигнала.

2. Основная часть

Широтно-импульсная модуляция широко используются в цифровых системах автоматизированного управления и системах связи. Выходные импульсы принимают только одно из двух значений напряжения (логические «1» или «0»), средний уровень которых на выходе широтно-импульсного модулятора и соответствует заданному. На рис. 1 показана структурная схема канала связи: исходный сигнал (задан синусоида с частотой 280 Гц) преобразуется в битовую последовательность (ШИМ-сигнал), модулируются (FSK-2) и проходит по каналу связи.



Рис. 1

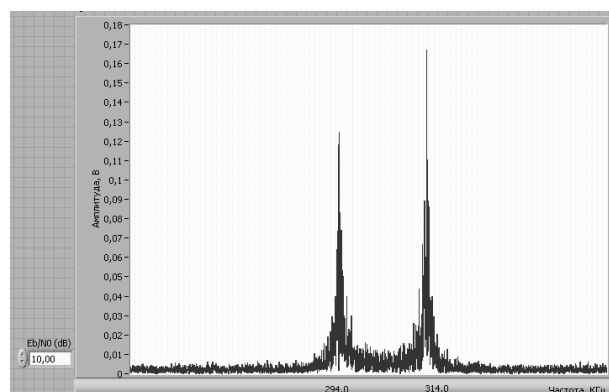


Рис. 2

Для имитации канала связи в модели используется блок с аддитивным белым Гауссовым шумом (AWGN — additive white Gaussian noise). Спектр сигнала FSK-2 при прохождении такого канала показан на рис. 2 (отношение сигнал-шум равен 10 дБ). После прохождения детекторов FSK-2 сигнала, а также ШИМ-сигнала получаем выходной сигнал, который пропорционален переданному без частотных искажений. Временная диаграмма протестированного сигнала представлена на рис. 3.

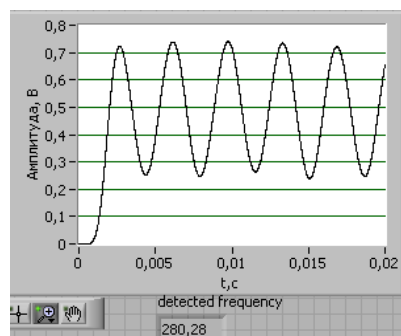


Рис. 3

Выделение информационного сигнала производится с помощью фильтра нижних частот Бесселя путем усреднения полученной последовательности битов.

3. Заключение

В ходе эксперимента было установлено, что при соотношении сигнал/шум не хуже 6 дБ информация исходного сигнала не искажается, что также подтверждается исследованием [2]. При увеличении уровня шумового напряжения происходит искажение фазы и смещение частоты.

4. Список литературы

- [1] Федотова, К. В. Оценка помехоустойчивости FSK-сигналов при помощи оборудования EMONA DATEX / К. В. Федотова // Радиотехника. Проблемы и перспективы развития: 4-я Всеросс. мол. науч. конф. — Тамбов: ТГТУ, 2019. — С. 218—221.
- [2] Циртаутас, М. А. Исследование моделей радиоканалов с FSK-модуляцией в условиях разнесенного приема / М. А. Циртаутас, А. С. Меркутов // Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук: матер. VI Междунар. науч.-практ. конф. — Тольятти: ТГУ, 2020. — С. 716—720.

STUDY OF NOISE STABILITY OF FSK-2 SIGNAL USING LABVIEW

Funtikov M. N., Ageeva V. A.

Scientific adviser: Funtikov M. N.

Donetsk National Technical University, Donetsk

Abstract — The simulation results of the FSK-2 signal passing through the Gaussian channel are presented; the boundary value of the signal-to-noise ratio for undistorted information transmission is determined.

МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ УРОВНЕЙ ПОБОЧНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ МОДУЛЯ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ УСТРОЙСТВА ВЫЗОВА ЭКСТРЕННЫХ ОПЕРАТИВНЫХ СЛУЖБ

Козуб М. С., Шутов П. Р.

Севастопольский «Испытательный центр «Омега» — филиал ФГУП НИИР, Россия

E-mail: shutov@niir.ru

Аннотация — Рассмотрена методика измерений уровней побочных излучений модуля беспроводной связи устройства вызова экстренных оперативных служб без использования режекторных фильтров, обеспечивающая измерение в требуемом динамическом диапазоне.

1. Введение

Программа испытаний модуля беспроводной связи (GSM и UMTS) устройства вызова экстренных оперативных служб включает в себя проведение измерений уровней его побочных излучений согласно [1] в диапазоне частот от 100 кГц до 12,75 ГГц с помощью анализатора спектра.

При измерении побочных излучений на уровнях менее минус 36 дБм часто возникает проблема работы анализатора спектра на пределе своих характеристик, в частности динамического диапазона. Испытательная лаборатория оснащена анализатором спектра R&S FSV40, динамический диапазон которого составляет 70 дБ, однако, даже при этом, анализатор подвергается перегрузке, что недопустимо.

Одним из решений этой проблемы является использование режекторных фильтров. Такой фильтр должен успешно подавлять основной сигнал на частоте 900 МГц или 1800 МГц на величину 20–30 дБ и при этом обладать равномерной полосой пропускания в диапазоне частот от 100 кГц до 12,75 ГГц. На практике такой фильтр труднореализуем и, как следствие, обладает высокой стоимостью.

2. Основная часть

В данной работе предложена процедура измерений уровней побочных излучений анализатором R&S FSV40 без использования сложного режекторного фильтра. Данная процедура включает в себя проведение измерений в несколько этапов. На первом этапе анализируется диапазон частот в целом с необходимыми значениями RBW, при этом выбираются настройки анализатора, допускающие «легкую перегрузку» его смесителя. Главная задача на первом этапе обзорно проанализировать все побочные излучения, превышающие нормы (рис. 1).

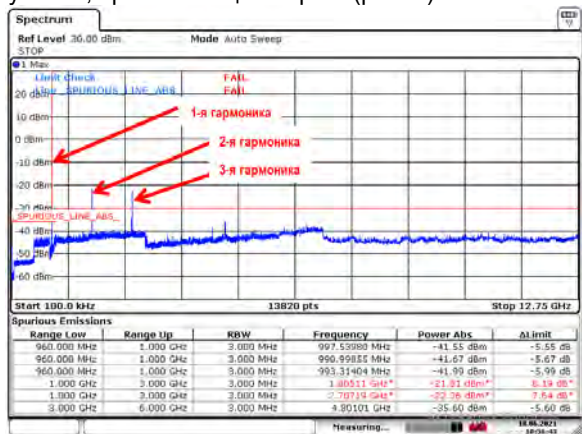


Рис. 1

На рис. 1 можно наблюдать, что все измеренные излучения находятся в области допустимых уровней за исключением полезного сигнала передатчика и его второй и третьей гармоники. При данных измерениях был использован внешний аттенюатор 10 дБ (для сохранности входных цепей анализатора) и встроенный аттенюатор анализатора 20 дБ. При значениях полезного сигнала передатчика порядка 33 дБм на смеситель анализатора данный сигнал попадает с уровнем мощности порядка 3 дБм, что вызывает его собственные нелинейные искажения и приводит к завышенным показаниям на частотах, соответствующих гармоникам и интермодуляционным составляющим измеряемого сигнала. Если увеличить значение встроенного аттенюатора, то это исключит искажения анализатора, однако приведёт к недопустимому увеличению уровня внутренних шумов, превышающих нормы.

В связи с этим, уровни второй и третьей гармоники полезного сигнала, измеряются отдельно на втором этапе. Анализатор настраивают на частоту гармоники с полосой обзора: 1–2 МГц и RBW: 10 кГц. Это позволяет увеличить значение встроенного аттенюатора с 20 дБ до 40 дБ и на смеситель анализатора сигнал передатчика будет поступать с уровнем примерно от минус 15 дБм до минус 20 дБм, что соответствует линейному участку его амплитудной характеристики. При этом на экране анализатора будут отсутствовать продукты собственных нелинейных искажений анализатора, а лишь корректное значение уровня гармоники сигнала испытываемого передатчика.

3. Заключение

Предложенная процедура измерения уровня побочных излучений модуля беспроводной связи (GSM и UMTS) устройства вызова экстренных оперативных служб с использованием качественного анализатора спектра, хотя и не самого лучшего в части динамического диапазона в линейке производителя, является актуальной и позволяет не использовать в схеме измерений еще и дорогостоящие режекторные фильтры.

4. Список литературы

- [1] ГОСТ 33470-2015. Глобальная навигационная спутниковая система. Система экстренного реагирования при авариях. Методы испытаний модулей беспроводной связи устройства/системы вызова экстренных оперативных служб.

THE METHODOLOGY OF SPURIOUS EMISSIONS MEASURING OF IN-VEHICLE EMERGENCY CALL SYSTEM COMMUNICATION MODULE

Kozub M. S., Shutov P. R.

Sevastopol "Testing center "Omega" — branch NIIR, Russia

Abstract — The features of spurious emissions measuring of the In-Vehicle Emergency Call System communication module without the using of rejector filters are considered.

СРАВНЕНИЕ МЕТОДИК ОЦЕНИВАНИЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИСПЫТАНИЙ ПО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Каньшин И. А., Козуб М. С., Симонов И. А.

Севастопольский «Испытательный центр «Омега» — филиал ФГУП НИИР, Россия

E-mail: simonov.ia@niir.ru

Аннотация — Рассмотрены две методики оценивания неопределенности измерения потребления мощности бытовых электроприборов в режиме ожидания при проведении испытаний по энергоэффективности с помощью измерителя мощности ПРИЗМА 150/3В.

1. Введение

В соответствии с требованиями [1] при проведении измерений лаборатории должны уметь определять как вклады в неопределенность измерений, так и оценивать эту неопределенность. Существует множество способов оценки неопределенности результатов измерений, однако ни один подход не может считаться предпочтительным по сравнению с другими при условии, что используемая процедура приемлема и обеспечивает получение достоверных данных.

На основании вышеизложенного в докладе приводится сравнение методик оценивания неопределенности измерений между методом расчета, описанным в стандарте [2] с одной стороны, а с другой — на основе модельного (классического) подхода к оцениванию неопределенности измерений.

2. Основная часть

Метод оценивания неопределенности измерения, приведенный в [2], основывается на расчете среднеквадратического и пикового токов, протекающих через испытуемый образец в режиме ожидания. Значения расчетных величин анализируются с предельными значениями диапазонов работы измерительного оборудования.

Если значения пикового и среднеквадратического токов лежат в допустимом диапазоне, то диапазон выбранного тока подтверждается для дальнейшего расчета измерения неопределенности.

Неопределенность измерения, обусловленная влиянием измерителя мощности ПРИЗМА 150/3В определяется следующим соотношением

$\Delta P = (0,1\% + [0,1\% / \cos(\varphi)] + 0,1\% \cdot f / \cos(\varphi)) \cdot P + 0,05\% \cdot P_{пр}$,
где $\cos(\varphi)$ — отношение измеренной активной мощности к измеренной полной мощности;

f — частота в кГц;

P — измеренное значение потребляемой мощности в режиме ожидания;

$P_{пр}$ — предел измерения мощности, равный произведению предельных значений напряжения и тока.

Полученная неопределенность измерения анализируется в соответствии с пунктом 4.4.1 [2].

Суть модельного подхода заключается в составлении модельного уравнения, которое связывает между собой входные величины $X_1, X_2, \dots, X_m$ с измеряемой величиной Y соотношением

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_m)$$

Составляющие неопределенности входных величин можно классифицировать на типы А и В. Для типа А составляющие оцениваются на основе статистических методов, обусловленных оцениванием среднеквадратических отклонений средних арифме-

тических многократных наблюдений. Эти составляющие характеризуются числами степеней свободы $\nu_A = n - 1$, где n — число наблюдений.

При оценивании неопределенности по типу А делают предположение, что распределение, наилучшим образом соответствует нормальному закону распределения или распределению Гаусса.

При оценивании неопределенности по типу В, значения оценки стандартной неопределенности получают в результате анализа всей доступной информации о возможной вариативности входных величин. Эта информация может содержаться в данных предшествующих измерениях, характеристиках, которые заявлены изготовителем в спецификациях и др., данных, приводимых в свидетельствах о поверке, сертификатах калибровки и других документах. В большинстве случаев неопределенность по типу В соответствует равномерному распределению вероятностей.

Далее неопределенности по типу А и В формируют суммарную стандартную неопределенность u_c , которая вычисляется по правилу суммирования дисперсий

$$u_c = \sqrt{u_A^2 + u_B^2}.$$

Интервальной оценкой неопределенности является расширенная неопределенность U , которую получают путем умножения стандартной суммарной неопределенности u_c на коэффициент охвата k .

3. Заключение

Таким образом, рассмотрены две методики оценивания неопределенности измерений при проведении испытаний по энергоэффективности.

Результат расширенной неопределенности мощности по [2] составил 0,022 Вт, а на основе модельного подхода — 0,023 Вт. Полученные результаты подтвердили гипотезу возможности оценивания неопределенности измерений, используя различные способы обработки результатов измерений.

4. Список литературы

- [1] ГОСТ ISO / IEC 17025-2019. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.
- [2] ГОСТ IEC 62301-2016. Электроприборы бытовые. Измерение потребляемой мощности в режиме ожидания.

COMPARISON OF MEASUREMENT METHODS FOR UNCERTAINTY EVALUATION DURING ENERGY EFFICIENCY TESTS

Kanshin I. A., Kozub M. S., Simonov I. A.
Sevastopol "Testing center "Omega" — branch NIIR,
Russia

Abstract — Two methods of uncertainty evaluation of power measurement for household electrical appliances in standby mode during energy efficiency tests are considered.

АНАЛИЗ ГРАНИЧНОЙ ДАЛЬНОСТИ КВ РАДИОСВЯЗИ

Иевлев К. В., Козуб М. С.

Севастопольский «Испытательный центр «Омега» — филиал ФГУП НИИР, Россия

E-mail: kostya-ievlev@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрены методики определения граничной дальности действия береговых станций морского района А2.

1. Введение

Для обеспечения связи между береговыми центрами и судами в зоне действия МР А2 ГМССБ применяется голосовая связь посредством радиотелефонии (ТЛФ) 2182 кГц и цифровой избирательный вызов (ЦИВ) 2187,5 кГц.

После ввода в эксплуатацию береговых станций МР А2 ГМССБ проводятся натурные испытания, в соответствии с Резолюцией ИМО [1] и Рекомендацией МСЭ [2], для определения МР А2 ГМССБ.

При подготовке к проведению натурных испытаний необходимо предварительно определить граничную дальность испытываемой береговой станции МР А2 ГМССБ для определения маршрута испытательного судна.

2. Основная часть

Граничная дальность МР А2 ГМССБ зависит от нескольких факторов: напряженности поля полезного сигнала, которая в свою очередь зависит от технических параметров радиоприемного оборудования и характеристик радиопередающего центра, эффективности антенны, от условий распространения радиоволн на заданных частотах и над заданными поверхностями, от внешних шумов вблизи радиоприемного оборудования и их внутренних шумов.

Граничная дальность береговой станции МР А2 ГМССБ определяется из ниже приведенного условия

$$D_{гр} = D \quad \left| \quad E \geq E_{тр}, \quad (1) \right.$$

Таким образом из (1) ясно, что для определения граничной дальности действия МР А2 ГМССБ необходимо определить напряженность поля полезного сигнала в точке приёма.

При условии, что трасса распространения радиоволн пролегает только над однородной поверхностью, определение напряженности поля в точке приема проводится по методике, приведенной в Рекомендации [2].

Напряженность поля шума в точке приёма определяется по следующей формуле:

$$E_{ш} = F_a + 20 \cdot \log f + 10 \cdot \log b - 95,5 \text{ дБмкВ/м.} \quad (2)$$

В большинстве случаев трассу распространения радиоволн можно считать смешанной, состоящей из наземного участка S_1 с диэлектрической проницаемостью ϵ_1 и проводимостью σ_1 и морского участка S_2 с диэлектрической проницаемостью ϵ_2 и проводимостью σ_2 . Расчет напряженности поля вдоль таких трасс рекомендуется проводить с помощью метода Миллингтона, который дает удовлетворительные результаты, некоторые отклонения от действительных значений могут наблюдаться только непосредственно у границы раздела [3].

Расчетные соотношения метода Миллингтона можно представить в следующем виде:

$$E(d) = \begin{cases} E_{S1}(d) & \text{— при } d \leq d_1 \\ 0,5(ER(d) + ET(d)) & \text{— при } d > d_1 \end{cases} \quad (3)$$

где

$$ER(d) = E_{S1}(d1) - E_{S2}(d1) + E_{S2}(d), \\ ET(d) = E_{S2}(d - d1) - E_{S1}(d - d1) + E_{S1}(d).$$

Из (3) следует, что напряженность поля над наземным участком трассы идет в соответствии с теоретически известными зависимостями для диэлектрических свойств наземной трассы, а затем, начиная с береговой линии, идет над однородной водной поверхностью, асимптотически приближается к графику напряженности поля для морского участка, скорректированного на некоторую фиксированную величину. На рис. 1 приведена схема определения граничной дальности по методу Миллингтона.

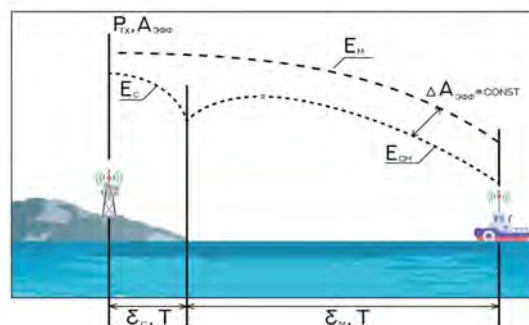


Рис. 1

Снижение эффективности передающей антенны $\Delta A_{эфф}$, обусловленное наличием и свойствами наземного участка. Чем больше протяженность наземного участка трассы распространения радиоволн, тем больше затухание радиосигнала вдоль трассы и тем больше значение $\Delta A_{эфф}$.

3. Заключение

Таким образом в работе Представлен метод расчёта граничной дальности МР А2 ГМССБ радиосвязи при расположении передающей станции вдали от уреза морской поверхности.

4. Список литературы

- [1] Резолюция ИМО А.804(19). Эксплуатационные требования к судовым ПВ радиоустановкам, обеспечивающим радиотелефонную связь и цифровой избирательный вызов, 1995.
- [2] Рекомендация МСЭ-Р М.1467-1. Предварительное определение границ действия для морской зоны А2 и NAVTEX и защита канала оповещения о бедствиях.
- [3] Долуханов, М. П. Распространение радиоволн / М. П. Долуханов. — М. : Связь, 1972. — 336 с.

ANALYSIS OF THE BOUNDARY RANGE OF HF RADIO COMMUNICATION

Ievlev C. V., Kozub M. S.

Sevastopol "Testing center "Omega" — branch NIIR, Russia

Abstract — Methods for determining the boundary range of action of coastal stations in the A2 sea area are considered.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБУЕМОЙ МОЩНОСТИ КВ ПЕРЕДАТЧИКА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРЕБУЕМОЙ ДОСТУПНОСТИ

Иевлев К. В., Козуб М. С.

Севастопольский «Испытательный центр «Омега» — филиал ФГУП НИИР, Россия

E-mail: kostya-ievlev@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрена методика определения требуемой мощности передающего устройства береговой станции морского района А2 ГМССБ для обеспечения требуемой дальности радиосвязи с учетом свойств подстилающей поверхности. Предложена методика предварительной экспериментально-расчетной оценки снижения эквивалентной эффективности передающей антенны за счет неидеальности диэлектрических свойств сухопутного участка трассы.

1. Введение

Наличие СЧ радиосвязи определяется энергетическим критерием превышения отношения сигнал/шум (S/N) на входе радиоприемного устройства значения, определяемого для каждой системы связи индивидуально.

Для практического применения сейчас используется метод определения мощности передатчика береговой станции, приведенный в [1].

Минимальная эквивалентная излучаемая мощность монополя $P_{e.m.r.p.}$, требуемая для возвращения запроса в ГМССБ на корабль в пределах обслуживания с тем же отношением S/N , должна вычисляться с помощью уравнения (1):

$$P_{e.m.r.p.} = (F_a^C - F_a^B) + 16 + R_{pm}, \text{ дБкВт.} \quad (1)$$

2. Основная часть

Требуемая мощность передатчика P_{Tx} определяется уравнением:

$$P_{Tx} = P_{e.m.r.p.} + L_a, \text{ дБкВт,}$$

в котором коэффициент $L_a(\text{дБ})$ учитывает все потери, зависящие от антенны

При этом типичными значениями в соответствии с [1] принимаются $(F_a^C - F_a^B) = 10 \text{ дБ}$, $R_{pm} = 3 \text{ дБ}$ и $L_a = 3 \text{ дБ}$. Соответственно, при таких типичных значениях требуемая мощность берегового передатчика принимает типичное значение 1кВт.

Таким образом, если на стороне судна эквивалентная излучаемая мощность может считаться величиной постоянной и регламентируемой резолюцией ИМО [2] ($P_{\text{Прд}}^{\text{Судно}} = 60 \text{ Вт}$, $A_{\text{эфф}}^{\text{Судно}} = 0,25$) то на стороне береговой станции требуемая мощность передатчика, обеспечивающая возврат запроса сигнала ГМССБ на судно в пределах зоны обслуживания с тем же отношением S/N , может существенно варьироваться в зависимости от места установки передающей антенны.

Предлагается расчетно-экспериментальный метод определения требуемой мощности передатчика ПРДЦ, проводимый на этапе выбора места расположения ПРДЦ.

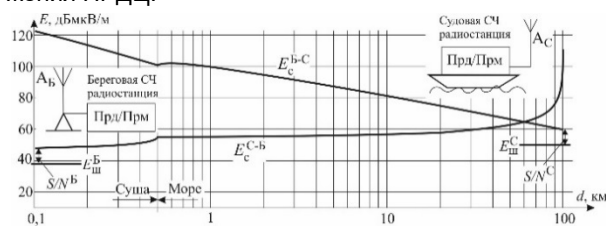


Рис. 1

В общем случае распределение напряженности поля в направлениях берег-судно и судно-берег вдоль смешанной трассы можно представить, как изображено на рис. 1, где, как частный случай, приведено равноудаленное расположение ПРДЦ и ПРМЦ от береговой линии в направлении на судно.

Требуемая эквивалентная излучаемая мощность на стороне ПРДЦ должна обеспечивать дальность связи r_{max}^{B-C} в направлении Берег — Судно такую же, как и в направлении Судно — Берег (r_{max}^{C-B}). В случае малых разносов между ПРДЦ и ПРМЦ и достаточно больших удалений испытательного судна дальности r_{max}^{B-C} и r_{max}^{C-B} можно отсчитывать от ПРМЦ, принимая $r_{\text{max}}^{B-C} = r_{\text{max}}^{C-B}$, однако в более общем случае требуемая дальность связи r_{max}^{B-C} определяется выражением

$$r_{\text{max}}^{B-C} = r_{\text{max}}^{C-B} - \Delta R \cdot \cos \alpha_n,$$

где ΔR — расстояние между ПРДЦ и ПРМЦ определяется на основе графиков [2] с помощью выражений:

$$P_{\text{ерпт}}^{\text{Берег}}, \text{ дБВт} = P_{\text{ерпт}}^{\text{Судно}}, \text{ дБВт} + \Delta E1_{\text{изм } n}, \text{ дБ} - \Delta E2_{\text{изм } n}, \text{ дБ}$$

$$\text{где } \Delta E1_{\text{изм } n}, \text{ дБ} = E^{\text{Рек.368}}(r_{\text{изм } n}) - E^{\text{Рек.368}}(r_{\text{max}}^{B-C});$$

$$\Delta E2_{\text{изм } n}, \text{ дБ} = E_{\text{порог}}^{\text{Берег}}(r_{\text{изм } n}) - E^{\text{Судно}}(r_{\text{max}}^{C-B}),$$

где $E^{\text{Рек.368}}(r_{\text{изм } n})$ и $E^{\text{Рек.368}}(r_{\text{max}}^{C-B})$ — значение напряженности поля по графикам рекомендации [2] для дальности проведения измерения $r_{\text{изм } n}$ и для обеспечения требуемой дальности в направлении Судно-Берег r_{max}^{C-B} соответственно.

3. Заключение

Предложенный метод определения необходимой мощности береговой станции на этапе выбора места расположения ПРМЦ и ПРДЦ позволяет снизить возможные необоснованно завышенные требования к мощности передатчика.

4. Список литературы

- [1] Рекомендация МСЭ-R М.1467-1. Предварительное определение границ действия для морской зоны А2 и NAVTEX и защита канала оповещения о бедствиях (ГМССБ) в районе А2
- [2] Рекомендация МСЭ-R Р.368-8. Кривые распространения земной волны для частот между 10 кГц и 30 МГц.

DETERMINATION OF REQUIRED POWER OF HF TRANSMITTER TO ENSURE THE REQUIRED AVAILABILITY

Ievlev C. V., Kozub M. S.

Sevastopol "Testing center "Omega" — branch NIIR,
Russia

Abstract — The methodology for determining the required power of a transmitting device of a coast station of the sea area A2 GMDSS, to ensure the required radio communication range, taking into account the properties of the underlying surface, is considered. A method is proposed for a preliminary experimental and computational assessment of a decrease in the equivalent efficiency of a transmitting antenna due to the imperfection of the dielectric properties of the land section of the route.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТИЧЕСКОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ПРИЁМНИКОВ В СЧ ДИАПАЗОНЕ

Проценко М. Б.¹, Иевлев К. В.², Козуб М. С.², Громоздин В. В.¹

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Проценко М. Б.

¹Севастопольский государственный университет, Россия

²ФГУП НИИР Севастопольский филиал ИЦ «Омега», Россия

E-mail: kostya-ievlev@yandex.ru

Аннотация — В работе рассмотрена такая характеристика берегового приемного оборудования диапазона СЧ, как электромагнитная совместимость, обусловленная наличием близкорасположенных передающих устройств. С помощью понятия фактической чувствительности приведена методика экспериментально-расчетного определения значения ЭДС внутренних шумов приемника, а также приведенной ко входу приемника ЭДС, вызванной недостаточной ЭМС. Определено направление использования полученных значений для прогнозирования дальности радиосвязи в направлении Судно — Берег с учетом ЭМС на береговой станции.

1. Введение

В диапазоне СЧ уровень внутренних шумов приемника существенно ниже ЭДС внешних шумов, поэтому, как правило, их не учитывают. Влияние же помех, вызванных недостаточной ЭМС может быть сравнимо с воздействием внешних шумов, поэтому, как правило, передающие устройства территориально разносят с приемными устройствами. В случае, если такое разнесение невозможно, необходимо определить приведенную напряженность поля вблизи расположения приемной антенны, вызванную внутренними шумами приемника и помехами, вызванными недостаточной ЭМС.

2. Основная часть

В общем структуру сигналов, шумов и помех, действующих на приемное устройство береговой станции, можно представить, как изображено на рис. 1.

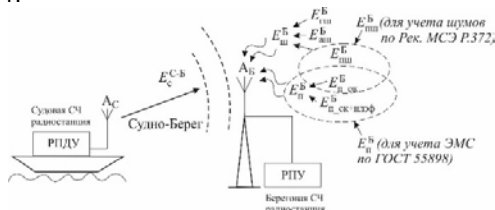


Рис. 1

При выключенных передающих устройствах на береговой станции фактическая чувствительность определяется только внешними шумами и внутренними шумами приемника

$$G_{\text{факт}}^{-\text{ЭМС}} = SN_{\text{вх}} \cdot \sqrt{\varepsilon_{\text{ш,внутр}}^2 + \varepsilon_{\text{ш,внеш}}^2 + \varepsilon_{\text{ш,пром}}^2} \quad (1)$$

В этом случае ЭДС промышленных шумов на входе приемника будет определяться выражением

$$E_{\Sigma \text{ш}}^{\text{Б}} = \sqrt{(E_{\text{ш}}^{\text{Б}})^2 + (E_{\text{п,ок}}^{\text{Б}})^2} \quad (2)$$

Учет влияния помех от собственных передатчиков необходимо проводить как на этапе предварительных расчетов при проектировании или модернизации БС, так и на этапе проведения натурных испытаний с целью проверки обеспечения ЭМС.

Для предварительных расчетов составляющие $E_{\text{п,ок}}^{\text{Б}}$ и $E_{\text{п,ск+нлэф}}^{\text{Б}}$ можно оценить на основе метода определения суммарной мощности помех $P_{\Sigma \text{п}}$, приведенной ко входу приемника, приведенного в [1].

В этом случае составляющая ЭДС помех на входе приемника, определяемая прохождением сигнала от мешающих передатчиков как по основному и соседним каналам приема, так и по каналам, обусловленным нелинейными эффектами, определится формулой (3)

$$E_{\text{п,эмс}} = h_{\text{д}}' \cdot \sqrt{(E_{\text{п,ок}}^{\text{Б}})^2 + (E_{\text{п,ск+нлэф}}^{\text{Б}})^2} = 2 \sqrt{P_{\text{пом}\Sigma} R_{\text{вхпрм}}} \quad (3)$$

Путем несложных преобразований из полученных значений $G_{\text{факт}}^{-\text{ЭМС}}$ и $G_{\text{факт}}^{+\text{ЭМС}}$ можно выделить дополнительный коэффициент шума $F_{\text{а помех}}$, вызванный помехами от собственных передатчиков.

$$F_{\text{а помех}}(\text{дБ}) = F_{\text{а изм}}(\text{дБ}) + 10 \log \left(\left(\frac{G_{\text{факт}}^{+\text{ЭМС}}(\text{мкВ})}{G_{\text{факт}}^{-\text{ЭМС}}(\text{мкВ})} \right)^2 - 1 \right).$$

Учесть влияние помех от передатчиков на общий максимальный коэффициент шума $F_{\text{а max}\Sigma}$ в зависимости от сезонных и суточных колебаний уровня атмосферного шума можно учесть с помощью формулы

$$F_{\text{а max}\Sigma} = 10 \log(10^{F_{\text{а max}}/10} + 10^{F_{\text{а помех}}/10}),$$

где $F_{\text{а max}}$ — максимально возможный коэффициент шума при сезонных и суточных колебаниях.

3. Заключение

Представлено экспериментально-теоретическое определение дополнительной составляющей коэффициента шума $F_{\text{а помех}}$, вызванного недостаточной ЭМС на приемном центре БС ГМССБ. Степень обеспечения ЭМС можно оценить путем сравнения значений дальностей радиосвязи в направлении Судно-Берег и в направлении Берег — Судно. ЭМС считается обеспеченной, если дальность радиосвязи Судно — Берег дальность радиосвязи Судно — Берег.

4. Список литературы

- [1] Инструментальные методы измерения дальности судовой ОБЧ радиосвязи / М. Б. Проценко, В. В. Громоздин, К. В. Иевлев, М. С. Козуб // Труды НИИР. — 2021. — № 1. — С. 226—230.

DETERMINATION OF THE ACTUAL SENSITIVITY OF RECEIVERS IN THE MF RANGE

Procenko M. B.¹, Ievlev C. V.², Kozub M. S.², Gromozdin V. V.¹

Scientific adviser: Procenko M. B.

¹Sevastopol State University, Russia

²TC Omega – branch NIIR, Russia

Abstract — In the paper, the characteristic of a coastal receiving equipment of the MF range as electromagnetic compatibility, due to the presence of closely spaced transmitting devices, is considered. Using the concept of actual sensitivity, a technique is presented for the experimental and calculated determination of the emf value of an internal noise of a receiver, as well as the emf caused by an insufficient EMC reduced to the input of the receiver. The direction of the use of the obtained values for predicting the range of radio communication in the direction of the Ship-Coast, taking into account the EMC at the coast station, has been determined.

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ ДЕЙСТВИЯ РЛС

Иевлев К. В., Козуб М. С.

Севастопольский «Испытательный центр «Омега» — филиал ФГУП НИИР, Россия

E-mail: kostya-ievlev@yandex.ru

Аннотация — Береговая радиолокационная станция является одним из основных технических средств СУДС и ее рабочая зона в условиях осадков заданной интенсивности подлежит подтверждению путем проведения испытаний с целью освидетельствования береговых объектов и центров. В данной работе предложен метод проведения таких испытаний БРЛС.

1. Введение

Береговые радиолокационные станции (БРЛС) являются одним из основных технических средств системы управления движением судов (СУДС), предназначенной для улучшения безопасности и эффективности движения судов и для защиты окружающей среды [1]. В условиях выпадения осадков дальность обнаружения может быть уменьшена до 25 %, исходя из количества нормальных осадков, определенных для данного района, что предполагает получение приемлемой частоты ложных тревог. Учитывая резкий рост затухания сигнала с ростом частоты, при осадках более 25 мм/ч, для обеспечения требований должны использоваться радары, работающие в диапазоне 2,9—3,1 ГГц (S-диапазон) [2].

2. Основная часть

Наличие осадков приводит к затуханию энергии радиоволн, что обусловлено поглощением их энергии каплями воды. Учитывая, что в основном уравнении радиолокации значение излучаемой мощности стоит под корнем четвертой степени, дополнительное затухание радиоволн за счет осадков приводит к снижению дальности действия РЛС в соответствии с формулой:

$$r_{п, max} = r_{a, max} \cdot 10^{-0,05 \cdot \gamma_{RD} \cdot \Delta r}, \quad (1)$$

где $r_{п, max}$ — максимальная дальность действия РЛС в атмосфере с учетом осадков;

γ_{RD} — коэффициент затухания в дожде, дБ/км;

Δr — участок трассы, на котором происходит затухание, км;

$r_{a, max}$ — максимальная дальность действия РЛС в атмосфере без осадков, и которая определяется формулой

$$r_{a, max} = r_{0, max} \cdot 10^{-0,05 \cdot \gamma_{RA} \cdot \Delta r}, \quad (2)$$

где $r_{0, max}$ — максимальная дальность действия РЛС в среде без потерь.

Соотношение между погонным ослаблением γ_{RD} (дБ/км) и интенсивностью осадков R (мм/ч) описывается степенным законом

$$\gamma_{RD} = k \cdot R^{\alpha}. \quad (3)$$

На рис. 1 сплошной линией приведены графики зависимости от расстояния относительного снижения максимальной дальности действия БРЛС в условиях с осадками заданной интенсивности $r_{п, max}$ к максимальной дальности РЛС в условиях без осадков $r_{a, max}$ для частот 3 ГГц для горизонтальной и вертикальной поляризации. Данные графики построены из предположения того, что заданная интенсивность осадков действует на протяжении всей дальности действия БРЛС, то есть при $\Delta r = r_{a, max}$.

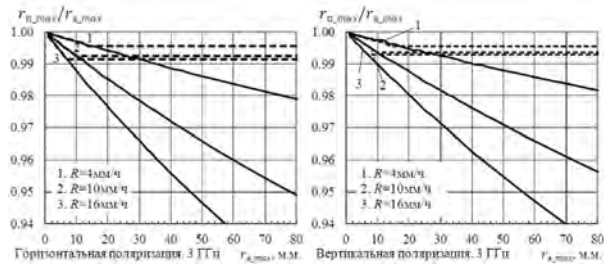


Рис. 1

ЭПР участка морской поверхности является произведением УЭПР на площадь участка поверхности S , облучаемого радиопульсом, которая зависит от расстояния между БРЛС и участком S , а также от разрешающей способности станции по азимуту ($\Delta\alpha$) и по расстоянию (ΔR)

$$\sigma_{м.п.} = \sigma_0 \pi ((R + 0,5\Delta R)^2 - (R - 0,5\Delta R)^2) \Delta\alpha / 360.$$

На рис. 2 построены графики зависимости значения ЭПР облучаемой поверхности от расстояния до этой поверхности для различных значений волнения морской поверхности.

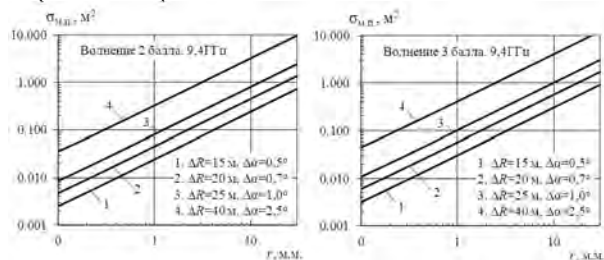


Рис. 2

3. Заключение

Предложен метод проведения испытаний БРЛС, основанный на использовании понятия энергетического потенциала станции и с применением испытательной цели уменьшенной ЭПР. Также рассмотрены ограничения при выборе ЭПР испытательной цели по верхней границе, обусловленной техническими параметрами испытываемой БРЛС и дальностью радиогоризонта

4. Список литературы

- [1] ИМО Резолюция А.857(20). Руководство для служб движения судов.
- [2] Vessel Traffic Services Manual (IALA VTS Manual) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.iala-aism.org/product/iala-vts-manual-2021>.

RADAR RANGE MEASUREMENT METHODS

Ievlev C. V., Kozub M. S.

Sevastopol "Testing center "Omega" — branch NIIR, Russia

Abstract — The coastal radar station is one of the main technical means of the VTS and its working area in conditions of precipitation of a given intensity is subject to confirmation by conducting tests in order to survey the coastal facilities and centers. In this work, a method is proposed for conducting such tests of an airborne radar.

ПОСТРОЕНИЕ АЛГОРИТМА ПОИСКА НЕИСПРАВНОСТЕЙ ПО КРИТЕРИЮ МИНИМАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Маврин С. А., Маврин А. С.

Научный руководитель: канд. техн. наук Маврин С. А.

Черноморское высшее военно-морское училище имени П. С. Нахимова, Россия,

E-mail: mavriny@mail.ru

Аннотация — В статье предложен алгоритм поиска неисправностей по критерию минимального времени поиска отказавшего элемента сложных технических систем (СТС).

2. Основная часть

Для оценки правильности функционирования технического объекта предусматривается ряд проверок y_i (номер проверки соответствует номеру диагностируемой структурной единицы X_i). Связи элементов в диагностической модели позволяют определить «область охвата» проверки y_i : так, проверка элемента, в котором входы одновременно являются и выходами других элементов, обеспечивает проверку и этих элементов.

В соответствии с [1] строим таблицу неисправностей размерности $i*j$ (по числу отказов и проверок), по строкам которой будут располагаться проверки y_i , а по столбцам — отказы x_i .

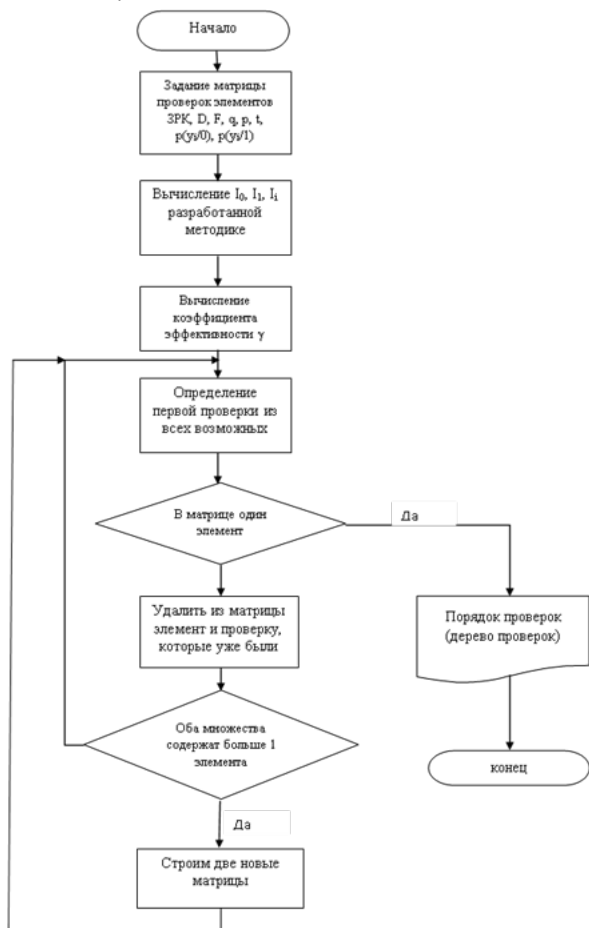


Рис. 1

Зная исходные данные p_i — условные вероятности возникновения отказов i -го элемента и t_i — время поиска отказов i -го элемента, по статистике, собранной в единой информационной среде, в таблице неисправностей дополнительно вводятся столбец и строка. В столбце записываются данные о

времени, затрачиваемом на i -ю проверку, а в строке — данные о условных вероятностях отказа j -й структурной единицы технического объекта при условии, что отказ системы произошел, и имеется статистика об отказе данного элемента при проведении проверки.

При построении алгоритма поиска неисправностей в соответствии с [2] вычисляется информация, определяемая каждой проверкой y_i . Приоритет отдается той проверке, которая дает максимальную среднюю информацию об объекте после проверки и максимальному значению коэффициента эффективности.

Общий алгоритм поиска неисправностей по информационному методу представлен на рис. 1.

3. Заключение

Изложенный информационный подход к построению алгоритмов диагностирования СТС позволяет для различных этапов их жизненного цикла минимизировать число проводимых проверок элементов и построить оптимальный алгоритм диагностирования с учетом ухудшения уровня безотказности системы в целом. В отличие от известных предлагаемый подход позволяет синтезировать оптимальные алгоритмы диагностирования СТС с учетом ошибок типа ложного отказа и неправильного обнаружения отказа.

4. Список литературы

- [1] Ефанов, Д. В. Построение оптимальных алгоритмов поиска неисправностей в технических объектах : учеб. пособие / Д. В. Ефанов. — СПб. : ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2014. — 49 с.
- [2] Маврин, С. А. Методика по определению минимальной совокупности параметров для контроля технического состояния сложных технических систем / С. А. Маврин, А. С. Маврин // Матер. МНТК «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций». — Севастополь : СевГУ, 2020. — Вып. 3. — С. 26—27.

DESIGN OF TROUBLESHOOTING ALGORITHM BY MINIMUM TIME CRITERION

Mavrin S. A., Mavrin A. S.

Scientific adviser: Mavrin S. A.

Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov, Russia

Abstract — In the article, a troubleshooting algorithm on the criterion of the minimum search for the refused element of complex technical systems (CTS) is proposed.

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ ОСТАТОЧНОЙ ЕМКОСТИ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ

Широков И. Б., Кабайда С. Д., Широкова Е. И.

Научный руководитель: д-р техн. наук, доц. Широков И. Б.
Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: serdjao.k@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена методика измерения остаточной емкости аккумуляторной батареи, основанная на принципе распределения заряда путем параллельного подключения конденсатора к химическому источнику тока.

1. Введение

На данный момент все химические источники тока (ХИТ) нуждаются в устройстве контроля их емкости. Преимуществами же измерения остаточной емкости данным способом по сравнению с аналогами являются короткое время снятия значений, осуществление измерений без вывода аккумулятора из эксплуатации, а также малый расход заряда батареи, которым можно пренебречь.

2. Основная часть

На рис. 1 представлена блок-схема устройства контроля остаточной емкости ХИТ, основанная на методе распределения заряда. К аккумулятору параллельно подключается конденсатор малой емкости. Для определения емкости аккумулятора необходимо найти разность зарядов аккумулятора и конденсатора. Для этой цели в схему включен инструментальный усилитель, который усиливает разницу напряжений, подаваемую на микроконтроллер. Аналоговое запоминающее устройство предназначено для запоминания исходного напряжения ХИТ. Таким образом, на аналого-цифровой преобразователь микроконтроллера поступает усиленная разность напряжений: первоначального напряжения ХИТ и с подключенным конденсатором.

К инструментальному усилителю предъявляются повышенные требования по уровню его смещения нуля и его стабильности, поскольку этот усилитель должен фиксировать достаточно малые значения разниц напряжений (малая разность зарядов). Данная проблема решена тем, что в состав устройства включен инструментальный усилитель типа ADA4528-1 с напряжением смещения нуля, равным 2,5 мкВ и его дрейфом, равным 0,015 мкВ/°С.

Все результаты измерений и вычислений выводятся на дисплей. В перспективе планируется добавить модуль передачи данных, для того чтобы можно было получать информацию о проведенных измерениях удаленно.

Из преимуществ данного метода можно отметить практически отсутствие энергетических потерь аккумулятора, примерно составляющих 0,01 %. Также следует отметить высокую скорость измерения емкости, и относительно дешевое производство данных измерителей, при том, что погрешность измерения составит порядка 4—5 %.

На данный момент, этот проект выиграл конкурс грантов «Умник», от Фонда содействия инновациям. Кроме того, проведена предварительная работа, в результате которой проект собрал известную заинтересованность со стороны поставщиков телекоммуникационного оборудования в Крыму.

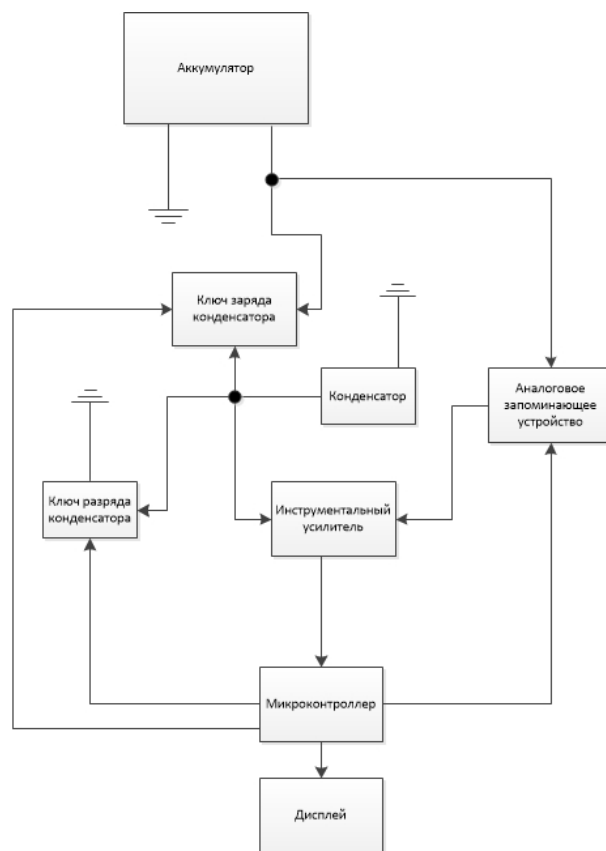


Рис.1

3. Заключение

Таким образом, используя данный метод измерения, разработанное устройство позволяет качественно, быстро и без потерь энергии определять емкость химического источника тока.

4. Список литературы

- [1] ADA4528-1. Datasheet Analog Devices [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.analog.com/products/ada4528-1>.

DESIGN OF THE DEVICE FOR MONITORING THE RESIDUAL CAPACITY OF THE BATTERY

Shirokov I. B., Kabayda S. D., Shirokova E. I.

Scientific advisor: Shirokov I. B.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A method of measuring the residual capacity of a battery based on the principle of charge distribution by parallel connection of the capacity to a chemical current source and external capacity is considered.

СИСТЕМА УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ПАСЕКИ

Дурманов М. А., Маслий В. А.

Научный руководитель: Дурманов М. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: vladislav_masliy@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена структурная схема системы мониторинга состояния пасеки, состоящая из устройства измерения веса улья, устройства климатического контроля и информационно-коммуникационного устройства (GSM-модуля).

1. Введение

Пчеловодство представляет собой значимую и неотъемлемую составляющую агропромышленного комплекса Российской Федерации. В системе комплексного применения пчелиных семей, прибыль с опыления аграрных культур в множестве европейских государств, США и Канаде превосходит 60 % [1].

Технологии и техническое оснащение, используемые в современной сфере пчеловодства, не в состоянии создать условия увеличения производства продукции пчеловодства, в связи с этим специалистам сельскохозяйственной сферы требуется наиболее полное исследование биологических особенностей пчёл, а также передовых технологий производства продукции, с целью реализации программы развития агропромышленного комплекса.

С целью жизнеобеспечения, а также формирования условий ради максимально удобного проживания и жизнедеятельности пчел, а также для сбережения пчелиных семей предлагается система мониторинга состояния пасеки.

2. Основная часть

Главными задачами системы мониторинга состояния пасеки является контроль веса улья, а также температуры и влажности внутри улья.

Система мониторинга состояния пасеки (рис. 1) состоит из микроконтроллера устройства измерения веса улья, устройства климатического контроля и информационно-коммуникационного устройства (GSM-модуля).

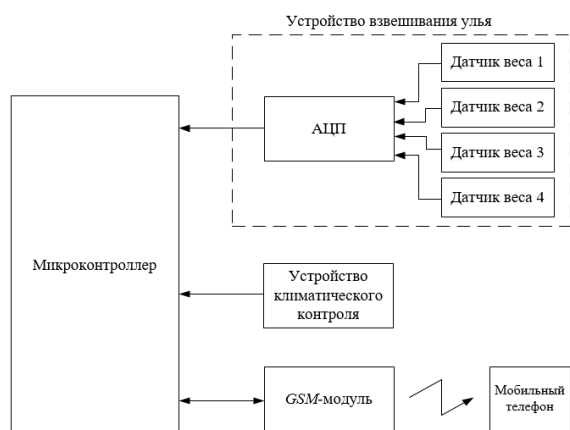


Рис. 1

Непрерывное наблюдение за весом улья дает возможность определить два важных состояния пчелиной семьи. Первое, в случае если масса улья в течение определенного периода никак не изменяется, значит пчелам не от куда собирать нектар, и пчелиная семья не работает. Это приводит к тому, что

прерывается обновление популяции пчел, и семейство может погибнуть. Второе, когда все рамки заполнены — масса улья достигла своего максимального значения — пчелам некуда носить нектар, и вновь семья прекращает работать.

Устройство измерения веса (рис. 2) состоит из четырех тензодатчиков, включенных по мостовой схеме, с предельным измеряемым значением массы 200 кг и преобразователя сигнала от тензодатчиков (микросхема НХ711).

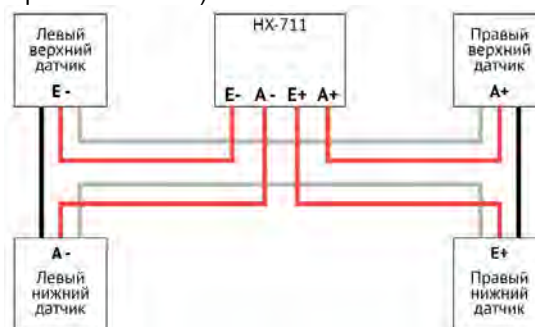


Рис. 2

Устройство климатического контроля состоит из датчиков температуры и влажности. Эти датчики могут быть как самостоятельные, так и совмещенные. Устройство передает цифровой сигнал с показаниями температуры и влажности на микроконтроллер. Мониторинг влажности и температуры внутри улья и периодическое вентилирование дает возможность избежать излишней влажности и в случае снижения температуры выпадения росы. Из-за большой влажности на стенках улья может сформироваться плесень, что может спровоцировать заболевания у пчел.

Устройство взвешивания и устройство климатического контроля подключаются к микроконтроллеру, где происходит сбор и обработка данных. Далее эти данные передаются с помощью GSM-модуля пользователю.

3. Заключение

Система мониторинга состояния пасеки поможет правильно планировать мероприятия по жизнеобеспечению пасеки, что позволит увеличить объем производства продукции пчеловодства.

4. Список литературы

- [1] Комлацкий, В. И. Пчеловодство : Учебное пособие / В. И. Комлацкий, С. В. Логинов, С. В. Свистунов. — Краснодар, 2010. — 109 с.

APIARY CONDITION REMOTE MONITORING SYSTEM

Durmanov M. A., Masliy V. A.

Scientific adviser: Durmanov M. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The structural scheme of the apiary monitoring system consisting of a device for measuring the weight of the hive, as well as a climate control device and an information and communication device (GSM module) are considered.

РЕЗИСТИВНО-ЁМКОСТНОЙ МЕТОД В УСТРОЙСТВАХ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЛИНИИ

Тыщук Ю. Н., Фролова М. А., Янковский С. И.

Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: mari.frolova3@gmail.com

Аннотация — Рассмотрен резистивно-ёмкостной метод определения физических параметров линии систем передач данных.

1. Введение

На сегодняшний день существует множество устройств, предназначенных для определения физических параметров линии передач данных. Самыми востребованными являются устройства с функцией определения расстояния до места повреждения.

Локализация места повреждения может быть произведена на основании ёмкостного или рефлектометрического (TDR) метода. Метод TDR имеет большую точность измерения, однако сложнее в реализации. При этом в такой точности нет необходимости, так как зная примерное расстояние, визуально можно определить место повреждения. Устройства с ёмкостным методом достаточно точны и значительно дешевле в реализации. Дополнительное применение резистивного метода, позволяет проводить проверку целостности линии, определять схему кроссировки и т.п.

Таким образом, задачей данной работы является создание алгоритма работы устройства на основе резистивно-ёмкостного метода. Само устройство состоит из приемной и ответной части.

2. Основная часть

Алгоритм работы уместно разделить на несколько этапов. «Этап 0» — «Этап 2» выполняется при применении ответной части. «Этап 0» — это предварительная проверка, включающая проверку заряда батареи и проверку на наличие активного сопротивления. «Этап 1» — это проверка на наличие КЗ или обрыва. Для этого на первую жилу линии подается напряжение +5 В, таким образом сохраняется высокоимпедансное состояние на остальных жилах, на которых и будет проверяться напряжение. Анализируя полученные результаты, получим одно из следующих утверждений:

— если напряжения близко к нулю, то в линии обрыв;

— если напряжение равно +5 В, то в линии КЗ;

— если напряжения от 0 до 5 В, то линия исправна.

«Этап 2» — это проверка схемы кроссировки. Данный этап основан на измерении сопротивления исправных линий при применении ответной части. Для наглядного понимания о работе указанного этапа рассмотрим рис. 1.

Для выяснения схемы кроссировки значения сопротивления каждой жилы сравниваются с эталонными (значениями сопротивления ответной части устройства).

Для начала необходимо рассчитать значение сопротивления между линиями по формуле

$$R_{xy} = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot U_2 - U_1}{U_1}$$

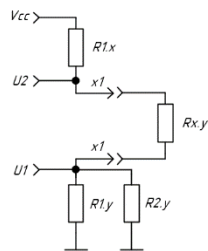


Рис. 1

Падение напряжения в цепи, на $R_{1,y}$ и $R_{2,y}$, составляет U_1 , падение напряжения на $R_{1,x}$ составляет U_2 . Следовательно, на неизвестном R_{xy} напряжение падает до $U_2 - U_1$.

Для выяснения сопротивления в каждой жиле, необходимо чтоб их было $N \geq 3$. Предположим, что в исследовании $N = 3$. При этом получается система уравнений, представленная ниже, из которой возможно выразить сопротивление каждой жилы.

$$R_1 + R_2 = R_{12}; \quad R_1 = \frac{1}{2} \cdot (R_{12} + R_{13} - R_{23});$$

$$R_1 + R_3 = R_{13}; \quad R_2 = R_{12} - R_1;$$

$$R_2 + R_3 = R_{23}; \quad R_3 = R_{13} - R_1.$$

В случае совпадения сопротивлений, возможно сделать вывод о том, что схема кроссировки в линии верна. «Этап 3» — это определение обрыва и расстояния до повреждения. Как было сказано выше, для определения расстояния до обрыва используется ёмкостной метод. Для применения данного метода на исследуемую линию подают напряжение +5 В, тем самым заряжая ее ёмкость. Остальные жилы оставляем не тронутыми. Далее определяется напряжение на входе АЦП, обозначим его как U_0 . Далее исследуемая жила, переводится в состояние холостого хода ровно на 1 мс — это время t . После чего происходит процесс разряда исследуемой жилы. По истечении 1 мс измеряем напряжение еще раз, обозначим данное напряжение U . Для определения расстояния используется выражение

$$L = \frac{-\frac{t}{\ln(\frac{U}{U_0})} - C_0}{C_1},$$

где C_0 — ёмкость цепи тестера (при нулевой длине кабеля) — константа; C_1 — ёмкость 1 м кабеля — константа.

3. Заключение

Разработанный алгоритм работы устройства на основе резистивно-ёмкостного метода позволяет не только определять наличие короткого замыкания, обрыва, схемы кроссировки, но и определять расстояние до повреждения. Что в своей совокупности, создает оптимальный набор функций, необходимый для успешной разработки линии связи.

4. Список литературы

- [1] Гроднев, И. И. Линии связи / И. И. Гроднев, С. М. Верник, Л. Н. Кочановский. — М.: Изд-во Радио и связь, 1995. — 488 с.

RESISTIVE-CAPACITIVE METHOD IN DEVICES FOR DEFINITIONS OF LINE PHYSICAL PARAMETERS

Tyischuk Y. N., Frolova M. A., Yankovskiy S. I.,

Scientific adviser: Tyischuk Y. N.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A resistive-capacitive method for determining the physical parameters of a line of data transmission systems is considered.

ОЦЕНКА ОТНОШЕНИЯ СИГНАЛ-ШУМ ПРИ ИЗМЕРЕНИЯХ ПАРАМЕТРОВ РАДИОСИГНАЛОВ ЦИФРОВОГО ЭФИРНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ ФОРМАТА DVB-T2

Тымишак Ю. Ф.¹, Ерисов А. А.², Михайлюк Ю. П.²

¹Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ», Россия

²Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: AAErisov@sevsu.ru

Аннотация — Рассмотрены возможности измерения и методы оценки отношения сигнал-шум, при измерениях параметров радиосигналов цифрового эфирного телевидения формата DVB-T2.

1. Введение

При частотном планировании и определении зон обслуживания и режимов работы передающих станций наземного цифрового эфирного телевидения формата DVB-T2, в расчеты закладываются граничные значения отношения сигнал-шум на входе абонентского приемника [1]. Определение значения данного параметра в процессе эксплуатации вещательного оборудования необходимо для измерения параметров приемных радиосигналов и границ зон обслуживания.

2. Основная часть

Прямые измерения уровней радиосигнала и шума в полосе цифрового телевизионного канала вызывают ряд сложностей связанных, в первую очередь, с распределением мощности полезного сигнала и шума по всему спектру в полосе телевизионного канала.

В докладе рассмотрены проблемы определения уровней сигнала и шумов, связанные с уровнями и распределением несущих сигнала и пилот-тона по спектру частот телевизионного канала и определения точек измерения уровня шума.

Одним из способов оценки отношения сигнал-шум в радиосигнале канала эфирного цифрового телевидения, предложен метод косвенной оценки, при анализе значений Коэффициента ошибок модуляции (*Modulation Error Ratio* — *MER*) и Коэффициента битовых ошибок (*Bit Error Ratio* — *BER*).

При использовании такого метода, необходимо учитывать значение собственных шумов приемника.

Шумовая составляющая в канале связи оказывает непосредственное влияние на вектор пар координат символов *I* и *Q*, что также приводит к изменению формы констелляционной диаграммы [2].

На рис. 1 показана констелляционная диаграмма при воздействии на канал связи аддитивного белого Гауссова шума.

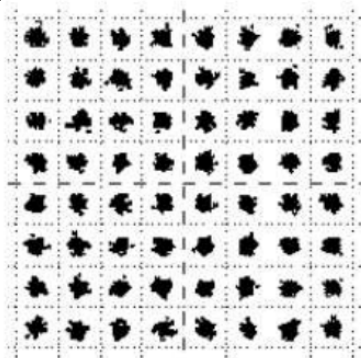


Рис. 1

Показано, что при наличии в канале связи одного типа шумового воздействия значение *MER* практически совпадает со значением сигнал-шум.

Также рассмотрены способы возможной оценки отношения сигнал-шум по значениям *BER* при различных видах модуляции и измерения *BER* в разных точках приемного тракта.

На рис. 2 показаны зависимости значения *BER* от отношения сигнал-шум, при различных видах модуляции.

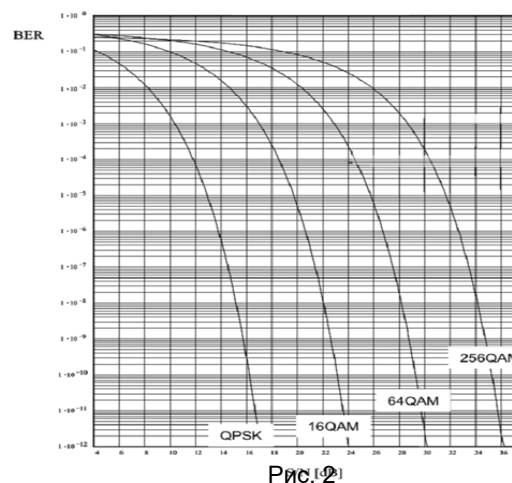


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, показана возможность оценки отношения сигнал-шум по значениям *MER* и *BER*, при измерениях параметров радиосигналов цифрового эфирного телевидения формата DVB-T2.

4. Список литературы

- [1] Tech 3348 Frequency and Network Planning Aspects of DVB-T2 // EBU Report — Geneva 11.2013 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://tech.ebu.ch/docs/tech/tech3348_RUS-2014.pdf.
- [2] Отношения сигнала к шуму и коэффициент ошибки модуляции сигналов с цифровой модуляцией и аддитивным шумом [Электронный ресурс] // Rohde & Schwarz. — Режим доступа: https://cdn.rohde-schwarz.com/pws/dl_downloads/dl_common_library/dl_news_from_rs/178/n178_snr-mer_ru.pdf.

ESTIMATION OF THE SIGNAL-TO- NOISE RATIO DURING MEASUREMENT OF PARAMETERS OF DVB-T2SIGNALS

Tymishack Y. F.¹, Erisov A. A.², Mickhayluck Y. P.²

¹Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI", Russia

²Sevastopol State University, Russia

Abstract — The possibilities of measuring and methods of assessing the signal-to-noise ratio during the measurement of the parameters of radio signals for digital terrestrial television in the DVB-T2 format are considered.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕДАТЧИКОВ В СИНХРОННЫХ СЕТЯХ ВЕЩАНИЯ ЦИФРОВОГО НАЗЕМНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Кислицов А. С.¹, Ерисов А. А.², Михайлюк Ю. П.²

¹ФГУП «Российская телевизионная и радиовещательная сеть», Россия

²Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: AAErisov@sevsu.ru

Аннотация — Рассмотрены возможности динамического изменения параметров модуляции в формирователях сигналов цифрового эфирного телевидения (ЦЭТВ) по сигналам обратной связи от контрольных эфирных приемников при эксплуатации синхронной сети ЦЭТВ с наземными каналами подачи.

1. Введение

При эксплуатации синхронных сетей ЦЭТВ, основным критерием оценки качества обслуживания (*Quality of service* — *QoS*) и достижения заданного интегрального коэффициента готовности сети является поддержание параметров сигнала в точке приема на протяжении определенного процента общего времени работы [1]. Своевременное обнаружение отклонений параметров сигналов от действующих норм и их коррекция позволяют избежать снижения заданного коэффициента готовности и *QoS*. В докладе рассмотрены способы и методы динамической коррекции параметров оборудования радиотелевизионных передающих станций по сигналам обратной связи от измерительных эфирных приемников, размещенных в зоне обслуживания синхронной сети ЦЭТВ.

2. Основная часть

На рис. 1 показана типовая структурная схема синхронной сети ЦЭТВ.

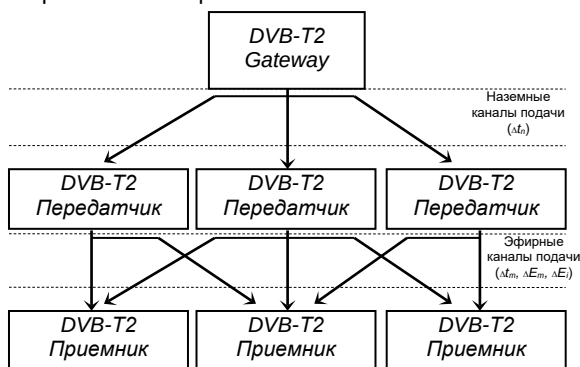


Рис. 1

Для определения объективных качественных показателей параметров цифровых телевизионных сигналов, принимаемых в синхронной зоне обслуживания передающих станций ЦЭТВ, Международным союзом электросвязи и Европейским вещательным союзом, определены параметры сигналов и их критические показатели, позволяющие провести оценку качества обслуживания в синхронной сети вещания ЦЭТВ [2].

В докладе показано, что для объективной оценки параметров приемного сигнала необходимо и достаточно осуществлять контроль следующих параметров:

— коэффициент ошибок модуляции (*Modulation Error Ratio* — *MER*);

— коэффициент битовых ошибок (*Bit Error Ratio* — *BER*);

— уровней и разности по времени приемных радиочастотных сигналов от всех передатчиков синхронной зоны в точке приема.

В докладе рассмотрены типичные причины ухудшения параметров приемных сигналов, участки каналов подачи и оборудования, на которых они возникают и параметры передающего оборудования, подлежащие корректировке.

На основании практических исследований определено, что при использовании в синхронной сети вещания маршрутизируемых наземных каналов доставки транспортного потока, основной причиной нарушений в работе сети вещания является динамическое и не прогнозируемое изменение времени доставки транспортного потока до одного или нескольких цифровых телевизионных передатчиков. При использовании сигналов обратной связи от эфирного приемника возникает возможность точного вычисления изменения времени доставки транспортного потока и проведения необходимой коррекции задержки на определенном телевизионном передатчике.

Аналогичным образом возможно изменение характеристик линейного и нелинейного преобразователей строго определенных передатчиков в синхронной сети для обеспечения необходимых значений *MER* и *BER*.

3. Заключение

Таким образом, рассмотрена возможность использования данных от контрольного эфирного приемника для динамической коррекции параметров передающего оборудования в синхронных сетях ЦЭТВ.

4. Список литературы

- [1] Методика определения зоны обслуживания одночастотной сети передающих станций наземного цифрового ТВ-вещания стандарта DVB-T2 // НИИР. Решение ГКРЧ от 16 октября 2015 года N 15-35-04.
- [2] Справочник по внедрению сетей и систем цифрового наземного телевизионного вещания [Электронный ресурс] // МСЭ-Р. Режим доступа: https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/hdb/R-HDB-63-2016-PDF-R.pdf.

THE USAGE OF DYNAMIC CORRECTION PARAMETERS OF TRANSMITTERS IN SYNCHRONOUS FREQUENCY NETWORKS OF DIGITAL TERRESTRIAL TELEVISION

Kislitsov A. S.¹, Erisov A. A.², Mikhayluyk Y. P.²

¹"Russian Television and Radio Broadcasting Network", Russia

²Sevastopol State University, Russia

Abstract — Possibilities of dynamically changing modulation parameters in digital terrestrial television signal shapers, based on feedback signals from control terrestrial receivers during the operation of a synchronous digital terrestrial television network with terrestrial feed channels, are considered.

РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОГО ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ДИСЦИПЛИН «ОСНОВЫ ТЕЛЕВИДЕНИЯ И ВИДЕОТЕХНИКИ» И «ЦИФРОВОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ»

Начаров Д. В., Ерисов А. А., Михайлюк Ю. П.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: AAErisov@sevsu.ru

Аннотация — Предложена схема многофункционального лабораторного стенда для выполнения лабораторных работ по дисциплинам «Основы телевидения и видеотехники» и «Цифровое телевидение».

1. Введение

С целью улучшения процесса образования, в том числе и в условиях пандемии, актуальной становится задача замены существующих лабораторных стендов многофункциональным стендом, обеспечивающим возможность проведения цикла лабораторных работ на одном стенде.

Возможность дистанционного доступа к оборудованию стенда обеспечивает возможность ввода исходных данных и обработки результатов измерений со стандартного интерфейса персонального компьютера и позволит более эффективно использовать учебное время в процессе выполнения работ в лаборатории. Лабораторные работы выполняются в дистанционном режиме с применением цифровых образовательных технологий посредством сети Интернет.

Применение данных технологий позволяет обеспечить лучшее усвоение материала обучающимися без изменения методики преподавания.

2. Основная часть

На рис. 1 показана структурная схема лабораторного стенда.

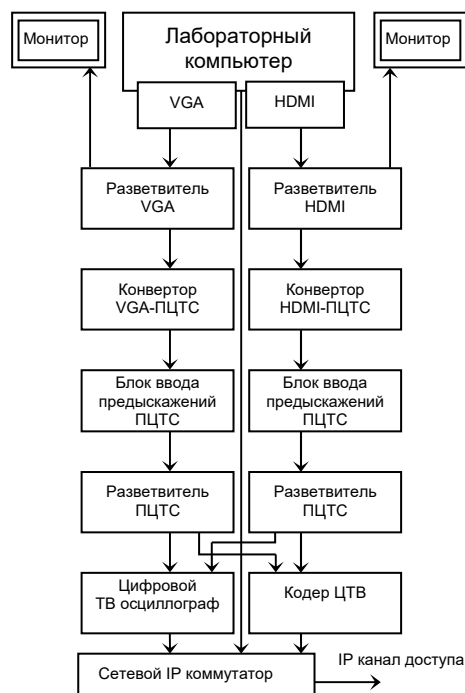


Рис. 1

Предложено использовать лабораторный персональный компьютер (ПК) для формирования в составе телевизионного (ТВ) сигнала универсальных

электронных испытательных таблиц и тестовых сигналов, используемых при проведении лабораторных работ. Тестовые сигналы и таблицы формируются с использованием стандартного или прикладного программного обеспечения, либо хранятся в подготовленных графических файлах любого стандартного графического формата [1]. Также добавляется возможность формирования произвольного изображения, заданного математическими функциями в специализированном программном обеспечении *Math-Lab*.

Изображения, содержащие тестовые сигналы и таблицы, просматриваются на экране монитора, подключенного к разветвителю одного из видеоинтерфейсов ПК. Этот же сигнал подается на конверторы интерфейсов, где формируются сигналы строчной и кадровой синхронизации и полный цветной телевизионный сигнал (ПЦТС), соответствующий сформированному на ПК изображению.

Блок ввода предискажений является пассивным четырехполюсником позволяющим ввести в ПЦТС искажения, характерные для реальных каналов связи для дальнейшего исследования их влияния на качественные показатели ТВ систем.

Разветвитель ПЦТС является пассивным согласованным четырехполюсником, не вносящим собственных искажений в ПЦТС.

Сформированный таким образом ПЦТС подается на цифровой телевизионный осциллограф и кодер сигналов цифрового ТВ для проведения дальнейшего анализа его параметров и оценки влияния искажений на качественные показатели телевизионных систем.

3. Заключение

Таким образом, показана возможность использования одного универсального стенда для проведения цикла лабораторных работ с применением цифровых образовательных технологий.

4. Список литературы

- [1] Учебно-методическое пособие «Лабораторный практикум по дисциплинам «Основы телевидения» и «Основы телевидения и видеотехники» для обучающихся очной и заочной форм обучения укрупненной группы специальностей и направлений 11.00.00 // СевГУ; сост. Михайлюк Ю. П., Начаров Д. В., Тыщук Ю. Н. — Севастополь: Изд-во СевГУ, 2020. — 88 с.

DESIGN OF THE LABORATORY UNIT FOR "BASICS OF TELEVISION AND VIDEO EQUIPMENT" AND "DIGITAL TELEVISION" COURSES

Nacharov D. V., Erisov A. A., Michayluck Y. P.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A scheme of a multifunctional laboratory stand for laboratory work on the courses "Basic of Television and Video Equipment" and "Digital Television" is proposed.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА МОРСКОЙ ВОДЫ

Дурманов М. А., Янковский С. И., Петренко А. А., Фролова М. А.

Научный руководитель: Дурманов М. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: semyon21@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены основные аспекты мониторинга параметров морской воды, отражающих экологическую обстановку исследуемой акватории. Разработана структурная схема устройства для измерения таких параметров морской воды, как солёность, прозрачность, температура и кислотность.

1. Введение

Экологический мониторинг прибрежной части водных объектов является актуальной задачей, так как в этих районах существует вероятность сброса загрязняющих веществ, что может привести к нарушению экосистемы региона. По данным общероссийской общественной организации «Зелёный патруль», в экологическом рейтинге Севастополь занимает 73 место среди 85 субъектов РФ [1]. Для осуществления экологического мониторинга необходимо проводить систематическое измерение, т.е. контроль параметров морской воды.

В рамках научно-исследовательской работы по магистерской программе [2] были изучены основные показатели загрязнения поверхностных вод, и путём сравнительного анализа были выделены пять основных параметров:

- активная реакция (pH);
- окислительно-восстановительный потенциал;
- солёность;
- температура;
- мутность (прозрачность).

Систематический контроль этих параметров даёт исчерпывающую информацию о состоянии воды и может своевременно сигнализировать о сбросах отходов, разливах нефтепродуктов и других событиях, негативно влияющих на экологическую обстановку.

2. Основная часть

В соответствии со списком параметров морской воды, выделенных для исследования, разработана структурная схема устройства (рис. 1).

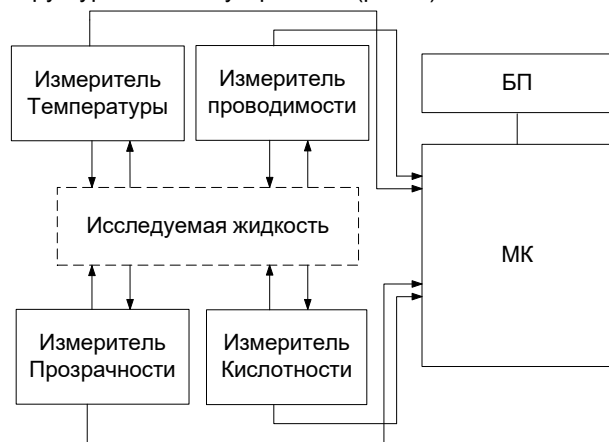


Рис. 1

Структурная схема состоит из следующих блоков: измеритель проводимости, предназначенный для измерения электрической проводимости исследуемой жидкости, значение которой далее пересчитывается

вается в солёность при помощи микроконтроллера (МК); измеритель температуры, предназначенный для измерения температуры, а также корректировки значения электропроводности, которое зависит от температуры исследуемой жидкости; измеритель прозрачности; измеритель кислотности, предназначенный для получения численных значений pH и ОВП; блок питания (БП), а также МК для обработки сигналов и передачи измеренных значений на внешний модуль связи.

В качестве измерителя проводимости предлагается использовать индуктивный датчик электропроводности морской воды, разработка которого представлена в [3]; в качестве Измерителя температуры — цифровой термодатчик DS18B20. Измеритель прозрачности представляет собой связку из инфракрасного диода в качестве источника света и фоторезистора в качестве детектора света. Измеритель кислотности построен на электроде ЭСК 10608/7. Предложенная модель микроконтроллера — Atmega328p.

3. Заключение

Таким образом, разработана структурная схема устройства для экологического мониторинга морской воды прибрежной акватории, включающая в свой состав набор датчиков для измерения основных параметров морской воды. Данное устройство предполагает использование бюджетной компонентной базы и достижения достаточной точности измерений, в результате чего вполне может конкурировать с аналогами.

4. Список литературы

- [1] Национальный экологический рейтинг [Электронный ресурс] / ООО «Зелёный патруль». Режим доступа <https://greenpatrol.ru/ru/stranica-dlya-obshchego-reytinga>.
- [2] Устройство контроля основных параметров поверхностных вод: отчет о научно-исследовательской работе (промежуточный) / Севастопольский государственный университет; руководитель Е. А. Редькина. — Шифр темы ВФ-3-83; № ГР 0105V007565; Инв. (отсутствует). — Севастополь, 2021. — 12 с. : ил.; — Библиография: с. 10. — Текст : непосредственный.
- [3] Индуктивный датчик электропроводности морской воды / С. И. Янковский [и др.] // Современные проблемы радио-техники и телекоммуникаций : сб. науч. трудов / под ред. Ю. Б. Гимпилевича. — Москва-Севастополь : Изд-ва : РНТОРЭС им. А.С. Попова, СевГУ, 2019. — № 2. — С.158.

DEVICE FOR ECOLOGICAL MONITORING OF SEA WATER

Durmanov M. A., Yankovskiy S. I., Petrenko A. A., Frolova M. A.

Scientific adviser: Durmanov M. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The main aspects of monitoring the parameters of seawater reflecting the ecological situation of the investigated water area are considered. A block diagram of a device for measuring such parameters of seawater as salinity, transparency, temperature and acidity has been developed.

ЦИФРОВОЙ КОЛОРИМЕТР ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗНОЦВЕТНЫХ ОБЪЕКТОВ

Жбанова В. Л., Жбанова В. А., Денисова З. Ц.
 Научный руководитель: канд. техн. наук Жбанова В. Л.
 ООО «СФЕРА», Россия
 E-mail: vera-zhbanova@yandex.ru

Аннотация — В статье приведен цифровой колориметр для работы с разноцветными объектами. За основу принята фотометрическая сфера. Для блокировки многократных отражений применено поглощающее покрытие. Также предложен авторский цветовой треугольник для системы цветоделения.

1. Введение

Под разноцветными объектами понимаются руды, камни, минералы, самоцветы, исследование которых важно в химии, горнодобывающей области, геммологии. Недостатком современных колориметров является применение диффузно-отражающего покрытия, не позволяющего исследовать разноцветные объекты из-за возникновения цветовых помех от самого объекта. Техническая задача, на решение которой направлена предлагаемая полезная модель, заключается в реализации схемы освещения в цифровом колориметре таким образом, чтобы была возможность определить отдельные цвета разноцветного объекта без цветовых помех. Технический результат заключается в возможности исследования разноцветных объектов.

2. Основная часть

В качестве оптического компонента конструкции было решено использовать фотометрическую сферу, на основе особенностей «фотометрического шара» и «интегрирующей сферы», применяемых в фотометрических и радиометрических измерениях.

Основой прибора является фотометрическое устройство (рис. 1) — полая сфера 1, с отверстиями для источника излучения в одной из позиций 2 и 2'. Излучение от источника многократно отражается от стенок сферы, покрытой диффузно-отражающим покрытием, и освещает объект исследования 3, расположенный на предметном столике 4, расположенном в центре сферы. Свет отраженный от объекта исследования проходит наборы корректирующих светофильтров размещенные в коробе 5 и попадает в объектив 6, который передает изображение объекта исследования камере 7, преобразующей оптическое изображение в цифровое с последующей передачей на персональный компьютер 8 (ПК).

Для системы цветоделения разработан авторский цветовой треугольник. Координаты цветового треугольника на графике ху: $K_3(0,7347; 0,2653)$, $Z_3(-0,2; 1,2)$, $C_3(0,13; -0,03)$. Разработанный цветовой треугольник охватывает весь локус, его кривые сложения имеют минимальный второстепенный пик на кривой красного канала.

Наличие отверстий под источник и приемник излучения под 45° относительно друг друга позволяет реализовать геометрию освещения/наблюдения $45^\circ/0^\circ$ или $0^\circ/45^\circ$ по рекомендации международной комиссии по освещению (МКО) при проведении спектрофотометрических измерений в колориметрии при освещении образца направленным пучком света. Для получения направленного пучка света на объект исследования рекомендуется перед источником из-

лучения размещать коллиматор.

Поглощающее покрытие применяется для предотвращения многократного отражения света от разноцветного объекта исследования к стенкам бокса и обратно. Таким образом, исключаются возможные цветовые помехи при регистрации изображения.

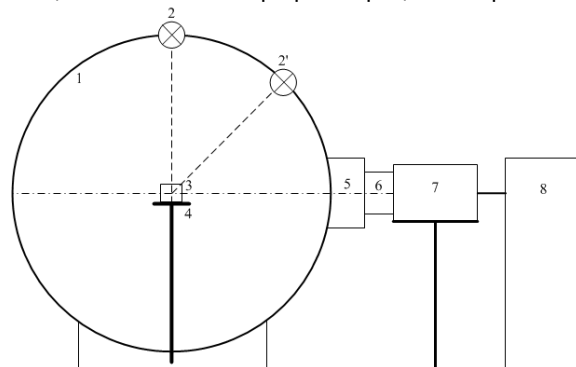


Рис. 1

Расстояние от объекта исследования до источника излучения должно минимум в 5 раз превышать размеры самого объекта исследования.

В качестве блокирующего покрытия может быть применена черная матовая краска с коэффициентом поглощения не ниже 90 %. В идеале это может быть Vantablack.

3. Заключение

Был разработан цифровой колориметр на основе фотометрической сферы с внутренним поглощающим покрытием, позволяющим исключить многократное отражение от объекта к стенкам колориметра и обратно. Последнее позволяет регистрировать цифровые изображения объектов, включающих разные цвета.

Исследование выполнено при финансовой поддержке «Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере».

4. Список литературы

- [1] Жбанова, В. Л. Вопросы применения цифровой колориметрии в современных научных исследованиях / В. Л. Жбанова // Светотехника. — 2021. — № 2. — С. 5—14.
- [2] Жбанова, В. Л. Принципы построения колориметра для оценки насыщенных цветов / В. Л. Жбанова, Ю. Б. Парвулюсов // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. — 2016. — № 3. — С. 135—140.

DIGITAL COLORIMETER FOR STUDYING MULTI-COLORED OBJECTS

Zhbanova V. L., Zhbanova V. A. Denisova Z. Ts.
 Scientific adviser: Zhbanova V. L.
 Limited liability company "SPHERE", Russia

Abstract — In the article, a digital colorimeter for working with multi-colored objects is presented. The photometric sphere is taken as a basis. An absorbing coating is used to block multiple reflections. Also, the author's color triangle for the color separation system is proposed.

ПРИБОР ДЛЯ ОПЕРАТИВНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВОДЫ В СКВАЖИНАХ

Воликов М. С., Дыкман В. З., Толстошеев А. П., Лисецкий И. В.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: volikov@marlin-yug.com

Аннотация — На основе кондуктометрического метода измерения электропроводимости воды разработано техническое решение и создан прибор для оперативной оценки качества воды в скважинах.

1. Введение

В целях обеспечения бесперебойного водоснабжения г. Севастополь в настоящее время производится оборудование и подключение к сети водоснабжения города скважин пресной воды. Известно, что в процессе интенсивной эксплуатации источников данного типа возникает опасность засоления водоносных слоев. В связи с этим крайне важно контролировать качество воды в скважинах. В настоящее время подобный контроль осуществляется путем ручного отбора проб для анализа лабораторными методами, что не позволяет своевременно реагировать на изменения качества воды. Авторами разработан и при содействии сотрудников ГУПС «Водоканал» поэтапно вводится в эксплуатацию прибор ПКЗ для оперативного выявления признаков засоления скважин и косвенной оценки качества воды в них. Оперативные данные от ПКЗ поступают в интеллектуальную систему мониторинга пресноводных объектов и прибрежных акваторий г. Севастополя [1].

2. Основная часть

В основе разработки лежит кондуктометрический метод измерения электропроводимости воды. Первичный измерительный преобразователь — датчик электропроводимости — реализован в виде трёхэлектродной кондуктометрической ячейки, позволяющей замкнуть электрическое поле внутри ячейки и тем самым исключить влияние внешних элементов проточной системы измерителя. Структура ячейки и схема размещения электродов Э1, Э2, Э3 показаны на рис. 1. Наличие заглушки позволяет проводить регламентную очистку рабочего объема ячейки. Ячейка совмещена с датчиком температуры ДТ типа TMP107 (Texas Instruments, США).

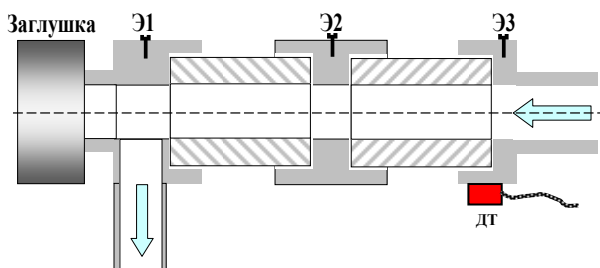


Рис. 1

Переменный ток возбуждения ячейки в виде импульсов прямоугольной формы частотой 500 кГц формируется вторичным измерительным преобразователем. Выбранная частота тока возбуждения необходима, прежде всего, для уменьшения влияния загрязнений поверхности электродов на конечный результат измерений электропроводимости.

Вторичный измерительный преобразователь состоит из аналоговой и цифровой части.

Аналоговая часть представляет собой преобразователь проводимости ячейки в напряжение выходного сигнала.

Цифровая часть реализована на базе микроконтроллера STM32L4, который выполняет функцию формирования импульсов возбуждения ячейки и оцифровку выходного сигнала аналоговой части кондуктометра. Высокоскоростной 12 разрядный АЦП (5 msps) микроконтроллера позволяет произвести оцифровку амплитуды импульсов прямоугольной формы частотой 500 кГц, дополнительно повышая разрешающую способность до 13 бит с помощью аппаратного оверсемплинга.

Согласно требованиям санитарно-эпидемиологических правил и нормативов [2] общая минерализация питьевой воды не должна превышать 1,5 г/л. Разработанный ПКЗ обеспечивает вычисление солёности по результатам прямых измерений электропроводимости и температуры в диапазоне от 0 до 5 ‰ с разрешением 0,01 ‰ и погрешностью не более 0,1 ‰. Данные о солёности воды передаются на пользовательский сервер с помощью модема сети GSM.

3. Заключение

Разработанное устройство позволит осуществлять оперативный контроль качества питьевой воды на скважинах. В настоящее время прибор проходит натурные испытания в составе системы мониторинга пресноводных объектов и прибрежных акваторий г. Севастополя [1].

4. Список литературы

- [1] Development of the intelligent monitoring system for water parameters [Электронный ресурс] / A. A. Bezgin, E. G. Lunev, S. V. Motychev, Yu. B. Gimpilevich // 2020 Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems, WECONF 2020. — 2020. — Режим доступа: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9131493>.
- [2] СанПиН «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» от 26.09.2002 № 2.1.4.1074-01 // Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002. П2.1.4.

DEVICE FOR OPERATIONAL ESTIMATION OF WATER QUALITY IN BOREHOLES

Volikov M. S., Dykman V. Z., Tolstosheev A. P.,
 Lisetsky I. V.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The development of a device for operational estimation of water quality in boreholes based on the conductometric method for measuring the electrical conductivity of water is presented.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО КАПЕЛЬНОГО ПОЛИВА РАСТЕНИЙ В ТЕПЛИЦАХ

Табакаев Д. И., Петренко А. А., Невмержицкий М. В., Мединский А. А., Кузьменко В. А.

Научный руководитель: Табакаев Д. И.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: aapetrenkosevsu@gmail.com

Аннотация — Представлен проект автоматической системы капельного полива в теплицах. Рассмотрены техническая и материальная части проекта. Составлен план для реализации прототипа.

1. Введение

Для уменьшения потребления воды для сельскохозяйственных нужд разработана система капельного полива. Данная система заливает воду непосредственно в грунт под корни растений. При должной автоматизации позволяет экономить, как на количестве воды, так и на человеческом труде. Она не заболачивает почву, а также появляется возможность использовать удобрения вместе с оросительной водой.

2. Основная часть

Сама система полива максимально проста и используется почти в каждом хозяйстве. Есть ёмкость с водой, находящаяся на возвышенности, откуда вода стекает в капельные шланги (рис. 1). В шлангах есть отверстия, через которые вода вытекает в почву. Для автоматизации нужно знать температуру и влажность почвы и на основе данных включать или выключать подачу воды. Также эту систему можно совместить с активным проветриванием, что бы была возможность, как повысить влажность, так и понизить.

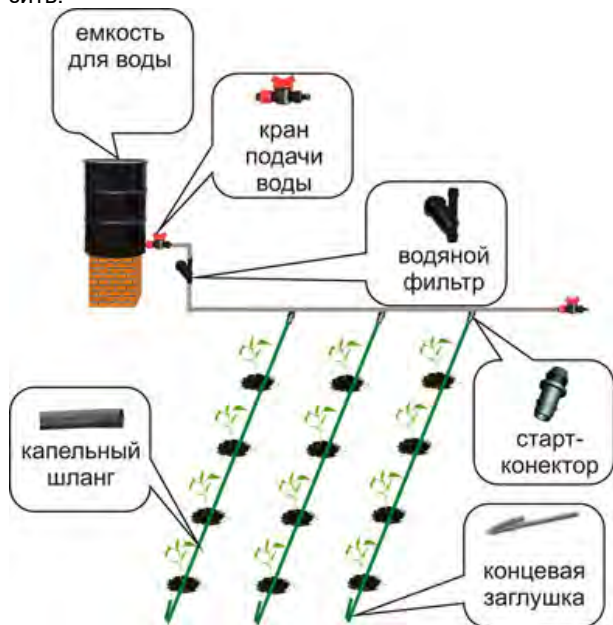


Рис. 1

Для простоты сборки системы можно взять уже готовые устройства и датчики. В качестве управляющего устройства выберем популярную плату с микроконтроллером Arduino [1]. Для измерения влажности почвы можно выбрать ёмкостный датчик AMP-V182, представленный на рис. 2.



Рис. 2

Для измерения температуры используем герметичный датчик BME280 (рис. 3).

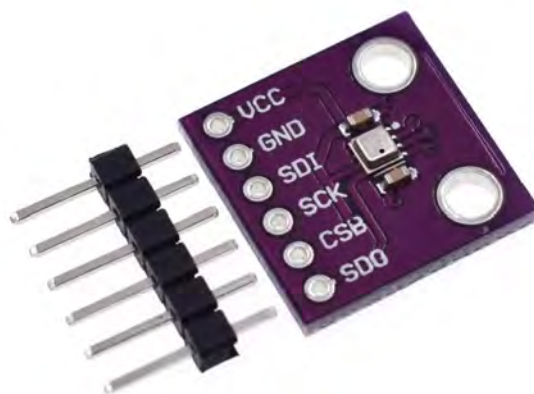


Рис. 3

3. Заключение

Таким образом, представлен проект системы автоматического капельного полива в теплицах.

Выбрано управляющее устройство. Подобраны датчики для измерения параметров влажности почвы и температуры воздуха.

4. Список литературы

- [1] Arduino Uno Rev3 [Электронный ресурс] / Arduino. — Режим доступа: <https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3>.

SYSTEM OF AUTOMATIC DROP IRRIGATION OF PLANTS IN GREENHOUSES

Tabakaev D. I., Petrenko A. A., Nevmerzhitskiy M. V.,

Medinsky A. A., Kuzmenko V. A.

Scientific adviser: Tabakaev D. I.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A project of an automatic drip irrigation system in greenhouses is presented. The technical and material parts of the project are considered. A plan has been drawn up for the implementation of the prototype.

АО «КБ Радиосвязи»

299053 г. Севастополь,
Фиолентовское шоссе 1/2
Тел. (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

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ АУТЕНТИФИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Бадалян Б. Ф., Маргарян М. С., Карапетян А. К.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Бадалян Б. Ф.

Национальный политехнический университет Армении, Армения

E-mail: agentben@rambler.ru

Аннотация — Рассмотрены вопросы надежной аутентификации пользователей инфокоммуникационных систем. Выявлены отличительные особенности и преимущества технологии биометрической аутентификации, предложен авторский подход к повышению надежности подобных систем.

1. Введение

В настоящее время особенно остро стоит проблема точной идентификации в местах массового скопления людей, при контроле пропусков, а также в случае применения различных информационных и телекоммуникационных систем.

Существует множество различных методов аутентификации пользователей, которые основаны на знании исключительной информации (пароль или личный номер), владении некоторым уникальным атрибутом идентификации (карточка, ключ и т.п.), а также наличии биометрических характеристик пользователей.

2. Основная часть

При парольных методах аутентификации, для защиты украденных паролей в случае компрометации базы данных, необходимо хеширование паролей. Кроме того, короткие пароли не обладают достаточной взломоустойчивостью, а избыточно длинные и сложные пароли являются труднозапоминаемыми, и в результате пользователи вынуждены их хранить на различных носителях, что не способствует повышению безопасности аутентификационной системы.

Для количественной оценки стойкости парольных методов аутентификации можно воспользоваться формулой [1]:

$$P = \frac{VT}{A^L},$$

где A — мощность алфавита символов, из которых состоит пароль; L — длина пароля; V — скорость перебора паролей криптоаналитиком; T — срок действия паролей в системе; P — вероятность подбора паролей криптоаналитиком за время t , меньшее срока действия паролей.

Если в качестве атрибута аутентификации применяется смарт-карта или радиочастотный транспондер, то здесь уже возникают трудности, связанные с необходимостью постоянного наличия при себе указанных атрибутов.

На сегодняшний день наиболее надежной и предпочтительной технологией аутентификации является биометрия, так как отличительные биометрические характеристики являются частью идентифицируемого пользователя, а передача и фальсификация биометрических параметров значительно затруднены [2].

Наиболее надежной и совершенной аутентификационной системой является гибридная биометрическая аутентификационная система, которая способна сравнивать не только параметрические идентификаторы или атрибуты, но и такие биометриче-

ские идентификаторы, как отпечатки пальцев, голос и геометрия лица (рис. 1).



Рис. 1

В системах контроля доступа к секретным объектам, а также для вычислительных сред с повышенным режимом безопасности и напряженным трафиком, для положительной идентификации от пользователя может потребоваться предоставление одновременно нескольких шаблонов (лицо и отпечатки). Для систем с пониженными требованиями к безопасности достаточно работы модуля идентификации голоса или радиочастотной идентификации. В системе предполагается применение «модуля обработки исключительных случаев», который при невозможности регистрации биометрических параметров, позволит пользователю ввести заранее сгенерированный пароль или при желании подключит модуль радиочастотной идентификации.

3. Заключение

Таким образом, предложенный подход комбинирования не только биометрических методов аутентификации, но и контактных и бесконтактных технологий, несмотря на постоянно совершенствующиеся методы взлома, обеспечит высокую надежность проведения процедуры положительной аутентификации.

4. Список литературы

- [1] Карпунин, Е. О. Технологии и методы защиты инфокоммуникационных систем и сетей / Е. О. Карпунин. — М. : Горячая линия — Телеком, 2020. — 120 с.
- [2] Болл, Р. М. Руководство по биометрии / Р. М. Болл, Дж. Х. Коннел, Н. К. Ратха, У.Э. Сеньор. — М. : Техносфера, 2007. — 368 с.

REFINEMENT OF BIOMETRIC AUTHENTICATION SYSTEM

Badalyan B. F., Margaryan M. S., Karapetyan A. K.

Scientific adviser: Badalyan B. F.

National Polytechnic University of Armenia, Armenia

Abstract — The problems of reliable authentication of users of information communication systems are considered. The distinctive features and advantages of a process engineering of biometric authentication are revealed, the authoring approach to improving the reliability of such systems is proposed.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАКУРСА ПРОТЯЖЁННОГО НАДВОДНОГО ОБЪЕКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАДИОЛОКАЦИОННОГО ДАЛЬНОСТНО-АЗИМУТАЛЬНОГО ПОРТРЕТА

Андросова Ю. В., Кузьмин В. А.

Черноморское высшее военно-морское училище имени П. С. Нахимова, Россия

E-mail: kuz_va56@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена методика определения ракурса (φ_u) протяжённого надводного объекта (ПНО) в РЛС обзорного типа по результатам обработки первичной радиолокационной информации. Предлагаемая методика основывается на определении φ_u неподвижного ПНО за один обзор с использованием радиолокационного дальностно-азимутального портрета, которая по результатам экспериментальных исследований показала достаточно высокую точность определения ракурса целей.

1. Введение

При обработке первичной радиолокационной информации (РЛИ) сигналов, отражённых от протяжённых надводных объектов (ПНО) в РЛС обзорного типа за время каждого обзора (T_0), проводится вычисление дальности (D_u) и пеленга (φ_u). Однако определение ракурса цели может быть решено за время накопления информации за несколько обзоров РЛС [1,2], что не способствует решению задач радиолокационного распознавания в реальном масштабе времени.

Решение задачи определения ракурса облучения ПНО за время одного обзора будет способствовать решению задач радиолокационного распознавания в реальном масштабе времени.

2. Основная часть

Под ракурсом облучения будем понимать угол между линией визирования РЛС и продольной осью ПНО.

Радиолокационный дальностно-азимутальный портрет ПНО за время одного обзора можно представить в виде матрицы размером $N \times M$ (1):

$$\begin{pmatrix} U_{11} & U_{21} & \dots & U_{N1} \\ U_{12} & U_{22} & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ U_{1M} & \dots & \dots & U_{NM} \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где $i = 1 \dots N = \theta_0/\Delta\theta$ — число дискретных отсчётов по азимуту, θ_0 — размер окна первичной обработки по азимуту; $\Delta\theta$ — размер дискретного отсчёта по азимуту; $j = 1 \dots M = D_0/\Delta d$ — число дискретных отсчётов по дальности, D_0 — размер окна первичной обработки по дальности; Δd — размер дискретного отсчёта по дальности; U_{ij} — амплитуда сигнала, отражённого от ПНО для i -го импульса и j -го дискретного отсчёта по дальности.

Методика определения ракурса ПНО включает следующие итерации.

Определение в исходной матрице (1) максимальных значений амплитуды сигнала для каждого столбца ($U_{\max-i}$) и для каждой строки ($U_{\max-j}$):

$$U_{\max-i} = \max_{j=1}^M U_{ij}, \quad i = 1 \dots N, \quad (2)$$

$$U_{\max-j} = \max_{i=1}^N U_{ij}, \quad j = 1 \dots M. \quad (3)$$

По результатам вычислений (2,3) формируются матрица-строка размером $N \times 1$ (4) и матрица-столбец размером $1 \times M$ (5):

$$|U_{1\max} \dots U_{N\max}|, \quad (4)$$

$$\begin{pmatrix} U_{1\max} \\ \dots \\ U_{j\max} \\ \dots \\ U_{M\max} \end{pmatrix}. \quad (5)$$

Определение числа дискретных отсчётов по азимуту (n) для матрицы-строки (4), превысивших заданный порог (U_n):

$$n = \sum_{i=1}^N n_i, \quad n_i = \begin{cases} 1, & \text{если } U_i > U_n \\ 0, & \text{если } U_i < U_n \end{cases}. \quad (6)$$

Определение числа дискретных отсчётов по дальности (m), для матрицы-столбца (5), превысивших заданный порог (U_n):

$$m = \sum_{j=1}^M m_j, \quad m_j = \begin{cases} 1, & \text{если } U_j > U_n \\ 0, & \text{если } U_j < U_n \end{cases}. \quad (7)$$

Вычисление радиальной составляющей ПНО

$$l_r = (m-1) \cdot \Delta d, \quad (8)$$

где $\Delta d = c/2F_d$, $c = 3 \cdot 10^8$ м/с, F_d — частота дискретизации АЦП.

Вычисление тангенциальной составляющей ПНО

$$l_t = (n-1) \cdot D_u \cdot \frac{\Delta\theta}{57,3}. \quad (9)$$

Определение ракурса облучения ПНО

$$\varphi_u = 57,3 \cdot \arctg \left(\frac{l_t}{l_r} \right). \quad (10)$$

3. Заключение

Предлагаемая методика позволяет по результатам обработки первичной РЛИ за один обзор с использованием радиолокационного дальностно-азимутального портрета вычислять ракурс облучения неподвижного ПНО. По результатам экспериментальной обработки сигналов [3], отражённых от двух ПНО за 50 подряд зарегистрированных обзоров, вычисленные значения СКО ракурса относительно среднего значения составили 1,6 и 2,45 градуса.

4. Список литературы

- [1] Войнов, Е. А. Классификация надводных объектов по радиолокационному изображению / Е. А. Войнов, Ю. Ф. Подоплёкин // Информационные управляющие системы, 2006. — № 2. — С. 29.
- [2] Пат. РФ №2316789 Способ определения угла наблюдения (ракурса) воздушной цели в наземной радиолокационной системе / Князев И.Н., Князев Р.И., Данилов Е.С. — 2008 г.
- [3] Материалы экспериментальных работ записи первичной радиолокационной информации с использованием РЛС Балтика.

THE METHODIC FOR DETERMINING THE EXPOSURE ANGLE OF AN EXTENDED SURFACE OBJECT USING A RADAR RANGE-AZIMUTAL PORTRAIT

Androsova J. V., Kuzmin V. A.

Nahimov Black Sea Higher Naval School, Russia

Abstract — The methodic for determining the exposure angle (φ_u) of an extended surface target during the processing of primary radar information at the output of a radar survey type is considered. The proposed methodic is based on using a radar range-azimuth portrait and allows to detect φ_u with a sufficiently high accuracy for linearly re-targeted targets on the observation interval.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЯГКОГО КОДИРОВАНИЯ В СИСТЕМЕ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Преображенский А. П., Угрюмова А. А.

Научный руководитель: д-р. техн. наук, проф. Преображенский А. П.

Воронежский институт высоких технологий, Россия

E-mail: komkovvvt@yandex.ru

Аннотация — В работе рассмотрена задача моделирования мягкого кодирования для телекоммуникационных систем. Показаны характеристики помехоустойчивости в ходе декодирования сигналов.

1. Введение

В существующих условиях при построении телекоммуникационных оптических систем разработки стремятся к обеспечению высокого уровня отношения: скорость передачи данных и помехоустойчивость [1], в том числе, с применением мягкого кодирования. Цель работы связана с анализом механизмов повышения помехозащищенности в широкополосных сетях данных.

2. Основная часть

За счет того, что двоичный систематический итеративный композиционный код соответствующим образом структурно построен, можно осуществлять процесс синтеза по проверочным символам на базе известных информационных.

На основе имитационного моделирования было показано, что отношение сигнал/шум на входе мягкого декодера (МДК): $\Pi = h_{0\text{МДК}}^2 = h_{0\Sigma}^2 = 4h_{0\Sigma}^2$. Если есть постоянная энергия сигнала $E_C = \text{const}$ с точки зрения передачи байта в ходе композиционного кодирования при коде (16, 8), тогда энергия по каждому двоичному кодированному символу будет в 2 раза меньше, если сравнивать с некодированным. Тогда $h_{0(\text{код.})}^2 = 0.5h_{0(\text{некод.})}^2$.

При этом требуется, чтобы были приведены в однозначное соответствие результаты по имитационному моделированию по мягкому декодеру и входным отношениям сигнал/шум приёмника для кодированного сигнала [2].

Еще необходимо рассмотрение результатов по входным отношениям сигнал/шум приёмника и вероятностям ошибок по приёму двоичного символа в некодированном сигнале. Исходя из того, какие были отношения сигнал/шум, для вероятностей P , были построены графики зависимостей помехоустойчивости Π от вероятности P .

Проводилось рассмотрение для некодированных сигналов при относительной фазовой манипуляции (ОФМ), а также двойное ОФМ (ДОФМ), если наблюдается их жёсткое декодирование. Также рассматривался кодированный сигнал для ОФМ, если есть мягкое декодирование (МД), когда учитывается теоретический предел К. Шеннона ($\Pi = \frac{1}{\ln 2}$). Зависимости проиллюстрированы на рис. 1. Исходя из анализа полученных зависимостей, можно отметить некоторые выводы.

Базируясь на мягком декодировании сигналов для ОФМ мы можем получить результаты, которые близки к теоретическому пределу К.Шеннона. При

этом рост по необходимой полосе рабочих частот получим лишь в 2 раза.

Если требуется обеспечивать повышенную помехозащищенность, тогда в системах телекоммуникаций требуется обеспечить вероятность $P \geq 10^{-3}$. Для мягкого декодирования сигналов для ОФМ получаются более худшие результаты относительно помехоустойчивости при предельном значении $\Pi = 1.5$ дБ. Разница будет по величине $\Delta \Pi \geq 1.9$ дБ. Когда требования относительно вероятности P не такие большие, тогда за счет мягкого декодирования сигналов для ОФМ можно достигать выигрыша относительно по помехоустойчивости (когда $P \geq 10^{-3}$ тогда $\Delta \Pi = 1 \text{ дБ}$);

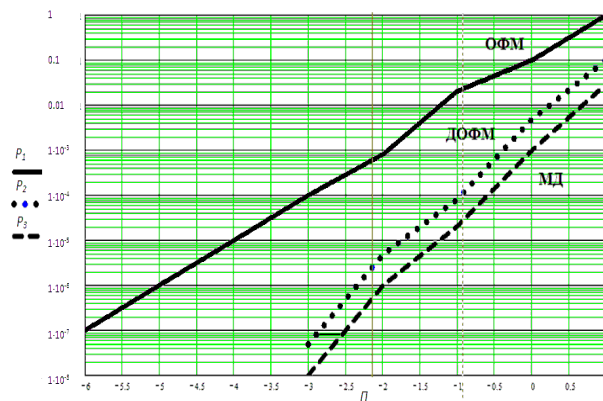


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, применение сигналов с ОФМ и их мягкое декодирование позволит получить весьма высокие характеристики помехозащищенности телекоммуникационных сетей.

4. Список литературы

- [1] Суворов, А. П. Особенности развития современных телекоммуникационных сетей / А. П. Суворов, А. С. Лесников // Вест. Воронеж. ин-та высоких технологий. — 2020. — № 1 (32). — С. 46—48.
- [2] Львович, И. Я. Об управлении качеством при разработке радиоэлектронной аппаратуры / И. Я. Львович, Н. Е. Кравцова, Ю. Л. Чупринская // Вест. Воронеж. ин-та высоких технологий. — 2019. — № 4 (31). — С. 13—15.

SIMULATION OF SOFT CODING IN THE DATA TRANSMISSION SYSTEM

Ugryumova A. A., Preobrazhenskiy A. P.

Scientific adviser: Preobrazhenskiy A. P.

Voronezh Institute of High Technologies, Russia

Abstract — In the paper, the problem of modeling soft coding for telecommunication systems is considered. The characteristics of noise immunity during signal decoding are shown.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТА СУБДИСКРЕТИЗАЦИИ В ПРИЕМНОЙ АППАРАТУРЕ

Лукьянчиков А. В., Лызлов А. В., Рыжанков А. П.

Научный руководитель: канд. техн. наук Лукьянчиков А. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: brain75@mail.ru, r6kan73@gmail.com, andreyp2000@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена возможность обработки сигналов из зон Найквиста высшего порядка и применение этого эффекта в приемно-передающей аппаратуре. Сформулированы необходимые и достаточные условия для этого.

1. Введение

Как известно, процесс дискретизации сопровождается эффектом размножения спектра (появление образов в спектре) в зонах Найквиста — Котельникова высшего порядка, как правило этот эффект является негативным. И для предотвращения этого применяют антиалиасинговые фильтры. Однако данный эффект можно применить для уменьшения загрузки цифрового сигнального процессора.

2. Основная часть

На рис. 1 представлен случай, когда полоса частот полезного сигнала ограничена первой зоной Котельникова, а на выходе дискретизатора в остальных зонах Найквиста — Котельникова появляются образы полезного сигнала [1]. На этом рисунке полоса частот полезного сигнала выделена черным цветом.

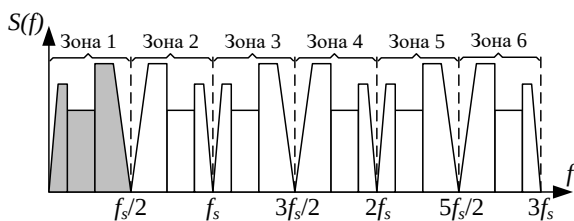


Рис. 1

На рис. 2 показан вариант дискретизации сигнала, расположенного в третьей зоне Найквиста-Котельникова. Отметим, что в этом случае в сигнале, образующемся на выходе дискретизатора в первой зоне Найквиста — Котельникова, инверсия спектра не происходит.

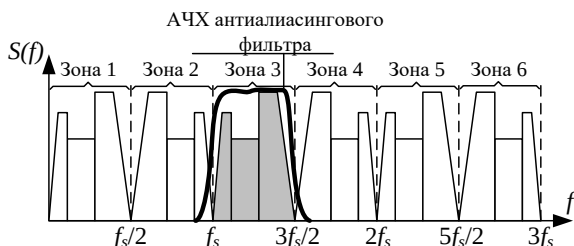


Рис. 2

Чтобы дискретизировать сигнал на рис. 2 классически необходимо определить максимальную частоту в спектре — $< 3 f_s/2$ соответственно по теореме Котельникова чтобы была возможность восстановить сигнал необходимо его дискретизировать с частотой не менее $3 f_s$ (в два раза больше максимальной частоты в спектре). Если использовать эффект субдискретизации то можно дискретизировать сигнал с частотой f_s тогда изображение сигнала появиться в

первой зоне Найквиста. Кажущиеся противоречие теореме Котельникова обманчиво, поскольку в ней идет речь не о максимальной частоте дискретизируемого сигнала, а о его полосе. Такой подход наилучшим образом подходит для работы с полосовыми сигналами, например, для приложений демодуляторов. Уменьшение частоты дискретизации наряду с переносом сигнала на более низкую частоту, высвобождает больше ресурсов сигнального процессора для цифровой обработки сигналов. Требования к АЦП в этом случае таковы, что выборка АЦП должна представлять собой эквивалент дельта-функции [2]. В этом случае переносимый сигнал в первую зону Найквиста не будет ослабляться.

В нашем случае требование к антиалиасинговому фильтру — подавить остальные зоны Найквиста (например, кроме третьей). При этом фильтр, удовлетворяющий этим требованиям, будет полосовым фильтром с центром полосы пропускания на частоте $5 f_s/4$ как изображено на рис. 2.

В четных зонах Найквиста спектр полосового сигнала инвертирован [1]. Чтобы использовать четные зоны Найквиста необходимо провести инверсию спектра это может быть получено, если перемножить сигнал на программный генератор вида $(-1)^k$, где k — номер выборки. Фактически частота такого генератора равна $f_s/2$ и его сигнал является последовательностью $(-1)^k$. Другими словами если спектр субдискретизируемого сигнала в первой зоне Найквиста инвертирован, то можно брать сигнал из второй зоны Найквиста выполняя частотное преобразование и сдвиг сигнала на частоту $f_s/2$ путем его умножения на последовательность сигнала гетеродина $1, -1, 1, -1, \dots$

3. Заключение

Таким образом, имеется возможность применять эффект субдискретизации к полосовому сигналу в любой из зон Найквиста. При этом антиалиасинговый фильтр должен выделить требуемую зону Найквиста.

4. Список литературы

- [1] Лайонс, Р. Цифровая обработка сигналов / Р. Лайонс. — М.: Бином-Пресс, 2011. — 656 с.
- [2] Лызлов, А. В. Аппаратная приемно-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.

APPLICATION FEATURES OF THE SUBSAMPLING EFFECT IN RECEIVER EQUIPMENT

Lukyanichikov A. V., Lyzlov A. V., Rigankov A. P.

Scientific adviser: Lukyanichikov A. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The possibility of processing signals from higher-order Nyquist zones and the application of this effect in transceiver equipment are considered. Necessary and sufficient conditions for this are formulated.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛОСЫ ОБЗОРА КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Поляков А. Л., Сергиенко А. В., Дидус В. Т., Шундрин М. И.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, с.н.с. Поляков А. Л.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: tarba.sergienko@yandex.ru

Аннотация — В докладе представлены вариант моделирования полосы обзора космических аппаратов (КА) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) с учетом особенностей орбитального движения КА и возможностей аппаратуры бортового специального комплекса (БСК).

1. Введение

Задачу определения полосы обзора космического аппарата ДЗЗ решают прежде всего с целью повышения эффективности решения целевой задачи, возложенной на данный КА. Кроме того, знание полосы обзора КА и периодичности такого обзора дает возможность организации качественного противодействия утечки информации закрытого характера.

Многие открытые программные продукты (например, продукты MODIS) дают данные без строгой географической привязки, а лишь с указанием времени непосредственного наблюдения территории, — и для автоматизации поиска и загрузки данных требуется вычислять время пролёта КА над исследуемыми объектами.

В предложенном варианте моделирование полосы обзора основано на применении модели SGP (Simplified General Perturbations) для определения географических координат проекций положения КА (широта, долгота). Кроме того, в моделировании вовлечены некие предельные ТТХ БСК КА.

2. Основная часть

Для решения поставленной задачи, прежде всего необходимо иметь как текущие, так и архивные данные о мгновенном положении КА. Одним из лучших ресурсов, который можно использовать является портал space-track.org. Данный ресурс располагает REST API, что дает возможность максимально удобно получать нужные данные.

На рис. 1 показана главная страница портала space-track.org [1].

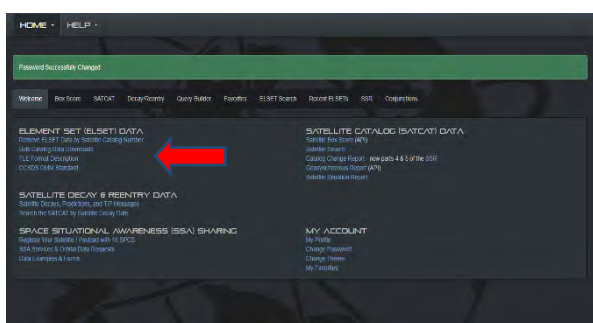


Рис. 1

Непосредственно в интерфейсе сайта можно запрашивать данные TLE (в разделе Retrieve TLE Data by Satellite catalog Number — обозначено стрелкой). Результат на отправленный запрос приходит сразу с выводом команды API. Формат ответа при выполнении запроса данных напрямую по команде API показан на рис. 2.

Для программной реализации модели SGP4 прежде всего необходимо произвести установку необходимых библиотек для получения данных от API space-track.org.

Следующим шагом моделирования является объединение полученных данных space-track и расчета положения спутника.

```
1 27424U 02022A 12132.22029160 -.00000607 00000-0 -12465-3 0 9992
2 27424 098.1989 073.3613 0001715 065.6695 294.4706 14.57117868532986
1 27424U 02022A 12132.63230673 -.00000349 +00000-0 -67483-4 0 9994
2 27424 098.1977 073.7658 0001735 067.0729 293.0712 14.57118858533042
```

Рис. 2

В дальнейшем при определении полосы обзора следует учитывать тот факт, что соотношение между треком пролёта КА и полосой обзора может достаточно сильно отличаться, например если КА оснащён РЛС бокового обзора. Поэтому при расчетах необходимо это учитывать [2].

Для упрощения задачи построения полосы обзора были приняты следующие ограничения:

- наблюдение поверхности Земли надирное;
- угол визирования от 0 до 20 градусов;
- орбиты КА круговые или низкие эллиптические.

На рис. 3 представлен результат моделирования полосы обзора КА Cartosat-1.



Рис. 3

3. Заключение

Таким образом, имея актуальные данные по параметрам движения КА и точные ТТХ БСК КА можно достаточно точно полосу обзора конкретного района Земли и периодичность.

4. Список литературы

- [1] Портал space-track.org [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.space-track.org/auth/login>.
- [2] Моделирование проекций орбит ИСЗ на поверхность Земли на Python с использованием модели SGP4 и API space-track.org [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://gis-lab.info/qa/python-orbital-tracks.html>.

SIMULATION OF THE BAND OF REMOTE EARTH SENSING SPACE VEHICLES

Polyakov A. L., Sergienko A. V., Didus V. T., Shundrin M. I.

Scientific advisor: Polyakov A. L.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the report, a variant of modeling the swath of spacecraft (AC) for remote sensing of the Earth (ERS), taking into account the peculiarities of the spacecraft and the capabilities of the onboard special complex equipment, is presented.

РЕАЛИЗАЦИЯ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ БОРТОВОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ РЛС

Поляков А. Л., Молотиллов В. С., Дидус В. Т., Маленко В. А., Шундрин М. И.

Научный руководитель: канд. техн. наук, с.н.с. Поляков А. Л.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: vladlenchik@mail.ru

Аннотация — В докладе рассматривается реализация цифрового канала обработки информации в бортовой метеорологической радиолокационной станции (БМРЛС).

1. Введение

Метеорологические РЛС целый ряд целевых задач: обнаружение метеорологических образований; определение координат границ этих образований; определение вида гидрометеоров; измерение высоты и глубины облачного слоя; распределение облачности по высотам; определение количественных характеристик атмосферных образований и интенсивности осадков, а также градовых очагов в облаках; определение направления и скорости перемещения облачности; прогноз тенденций развития атмосферных образований. [1]

Повысить качество решения целевых задач БМРЛС представляется возможным за счет реализации цифровой обработки поступающей информации.

2. Основная часть

На рис. 1 представлена упрощенная структурная схема БМРЛС. Для решения поставленной задачи, прежде всего необходимо иметь как текущие, так и архивные данные о мгновенном положении КА. Одним из лучших ресурсов, который можно использовать является портал space-track.org. Данный ресурс располагает REST API, что дает возможность максимально удобно получать нужные данные.

На рис. 1 показана главная страница портала space-track.org.[1]

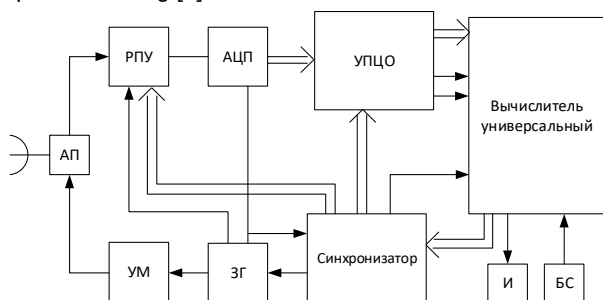


Рис. 1

Следует обратить внимание, что формирование двух квадратурных каналов осуществляется в устройстве предварительной цифровой обработки (УПЦО).

Квадратурные составляющие получаем из следующих соотношений исходной выборки

$$V\cos_R = \sum_{i=1}^{N/4} X_{4i-3} + \sum_{i=1}^{N/4} X_{4i-1};$$

$$V\sin_R = \sum_{i=1}^{N/4} X_{4i-2} + \sum_{i=1}^{N/4} X_{4i},$$

где X_i — последовательность выборочных значений сигнала на выходе АЦП; N — объем выборки, которая формируется на выходе АЦП в течении дли-

тельности излучаемого импульса; $V\cos_R$ и $V\sin_R$ — квадратурные составляющие; R — номер элемента дальности.

С целью индикации интенсивности метеопроизводений производится накопление сигнала в течении длительности пачки $T_{пачки}$, выделение его из шума, оценка мощности отраженного сигнала в целях разделения всех выборочных значений на пять градаций. Степень интенсивности осадков в соответствии с рекомендациями стандарта ARINC-708 отображается с помощью пяти цветов (по мере роста интенсивности: черный, зеленый, желтый, красный, пурпурный). На рис. 2 показано отображение информации на индикаторе метео-РЛС.

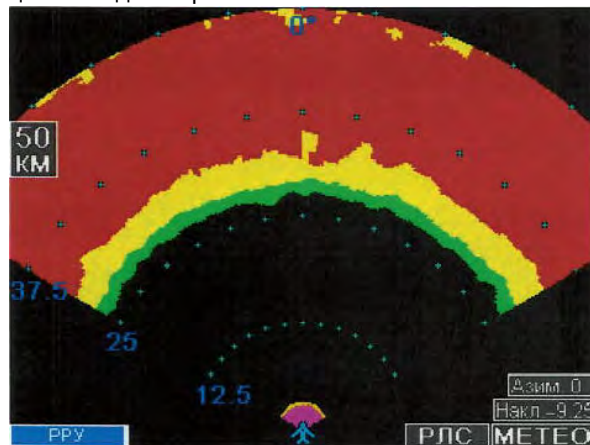


Рис. 2

Универсальный вычислитель реализуется на основе процессоров ADSP-21062.

3. Заключение

Полнота и качество отображаемой информации определяются специально разрабатываемым программным обеспечением.

4. Список литературы

- [1] Процессор обработки сигналов и данных бортовой метео-РЛС для гражданских летательных аппаратов на базе процессора ADSP-21062 [Электронный ресурс] / В. И. Брук [и др.]. — Режим доступа: <https://www.analog.com/ru/products/adsp-21060.html>.
- [2] Процессор ADSP [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.analog.com/ru/products/adsp-21060.html>

IMPLEMENTATION OF DIGITAL INFORMATION PROCESSING OF ON-BOARD METEOROLOGICAL RADAR

Polyakov A. L., Molotilov V. S., Didus V. T.,

Malenko V. A., Shundrin M. I.

Scientific advisor: Polyakov A. L.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the report, the implementation of a digital information processing channel in an on-board meteorological radar station (BMRLS) is discussed.

ОБНАРУЖЕНИЕ МАРКИРОВАННЫХ ОБЪЕКТОВ НА ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЯХ

Шундрин М. И., Начаров Д. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук Начаров Д. В.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: maksimshundrin@inbox.ru

Аннотация — Приведён алгоритм обнаружения маркированных объектов на видеоизображениях.

1. Введение

На сегодняшний день компьютерное зрение получило широкое распространение во многих областях техники, например, в беспилотных транспортных средствах, системах управления автомобилями, предотвращающих столкновения с препятствием, или же в серийном производстве для сортировки объектов или при поиске брака. Чаще всего алгоритмы компьютерного зрения включают этап поиска объекта интереса на отдельном изображении, обладающего определёнными характеристиками: нужной формой, цветовым тоном и насыщенностью. Найденный объект в последствии должен быть отнесен к какому-либо классу объектов, то есть подвергнут классификации. В последние годы для решения задач классификации используются искусственные нейронные сети.

В работе предложен алгоритм поиска на видеоизображениях маркированного объекта с заданным цветом и формой для последующей классификации искусственной нейронной сетью.

2. Основная часть

Вид маркера показан на рис. 1.

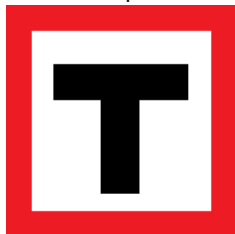


Рис. 1

Основными признаками, по которым маркер можно отличить от других объектов и фона являются цветовой тон и насыщенность.

После захвата с камеры кадр переводится в цветное пространство HSV, в котором цветное изображение представляется каналами цветового тона (Hue), насыщенности (Saturation) и значения цвета (Value). Каналы цветового тона и насыщенности далее подвергаются пороговой обработке, результатом которой является двумерная маска — матрица, состоящая из единиц и нулей, при этом положение единиц соответствует положению точек, принадлежащих всем объектам, обладающими цветовым тоном из заданного диапазона.

Далее к каналу цветового тона применяется детектор границ Кэнни [1], который находит резкие перепады цветового тона на изображении, преобразуя каждый кадр в бинарное изображение.

Затем проводится контурный анализ, с помощью которого выделяются только внешние контуры объектов. После этого внутренняя часть найденных контуров заполняется единицами.

Таким образом на изображении выделяются все точки, принадлежащие маркированному объекту. Далее определяются максимальные и минимальные координаты единиц, с помощью которых область изображения, относящаяся к маркеру, кадрируется и отображается в отдельном окне.

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.4.5.1.

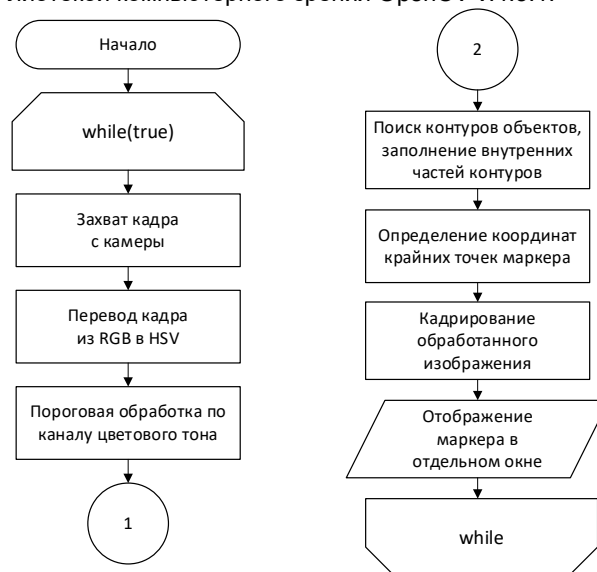


Рис. 2

3. Заключение

Предложен алгоритм поиска на видеоизображениях маркированного объекта с заданным цветом и формой. Приведён вид маркера. Приведена блок-схема алгоритма и поиска на видеоизображениях маркированного объекта с заданным цветом и формой.

В дальнейших исследованиях планируется применять данный алгоритм для управления квадрокоптером совместно с нейронной сетью, выполняющей классификацию маркера, обозначающего, например, место посадки для зарядки.

4. Список литературы

- [1] Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. — М.: Техносфера, 2012. — 1104 с.

MARKED OBJECTS DETECTION ON VIDEO IMAGES

Shundrin M. I., Nacharov D. V.
 Scientific adviser: Nacharov D. V.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — An algorithm of marked objects detection in video images is presented.

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГЕТЕРОГЕННОЙ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ ДЛЯ МОРСКОЙ РАДИОСВЯЗИ

Афонин И. Л., Шутов П. Р., Алиев И. Ф.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Афонин И. Л.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: shutov@niir.ru

Аннотация — Проведена оценка максимальной пропускной способности для связи судно-берег и судно-судно при четырех различных сценариях.

1. Введение

Для оценки функциональных возможностей предлагаемой системы были проведены численные оценки с целью оценить максимальную пропускную способность связи судно-берег, доступную для морских судов, использующих коммуникационные терминалы netBaltic. Необходимые входные данные были получены с помощью реальных измерительных кампаний, проводимых в морской среде, и с использованием исторической информации AIS (Автоматическая система идентификации), доступной от морских властей

2. Основная часть

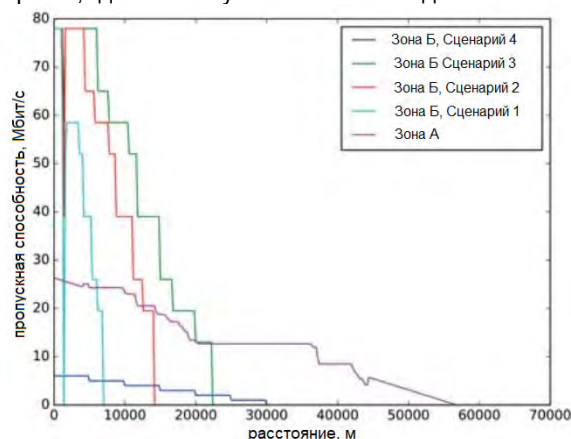
Параметры коммуникационного оборудования используемых устройств представлены в таблице 1.

Таблица 1

		Сцен. №1	Сцен. №2	Сцен. №3	Сцен. №4
ЗОНА А	Модель распространения	Эмпирический LTE 800 МГц			
	Кол-во базовых станций	30			
ЗОНА Б	Мощность передачи, дБм	27	27	32	36
	Чувствительность, дБм	-89	-89	-92	—
	Усиление передающей антенны, дБи	3,0	9,0	9,0	21
	Усиление принимающей антенны, дБи	3,0	9,0	9,0	21
	Модель распространения	5,8 ГГц Two Ray			
	Уровень шума, дБм	-99			
	Тип доступа	TDMA			

При оценке рассмотрены различные беспроводные технологии для линий связи судно-судно и судно-берег. В качестве решения, используемого для прямой связи в зоне А (судно-берег), использовались соединения LTE. Пропускная способность по таким соединениям была рассчитана в соответствии с моделью, полученной в ходе реальных измерительных кампаний, проводимых в рамках проекта netBaltic. В результате была вычислена функция, описывающая эффективную полосу пропускания линии связи в зависимости от расстояния между судном и базовой станцией (рис. 1). Для значений расстояния в пределах диапазона, охваченного измерениями, изотоническая регрессия использовалась, чтобы найти связь

между шириной полосы пропускания и расстоянием. Для значений расстояния вне этого диапазона использовалась линейная регрессия. В случае зоны Б (линии связи судно-судно) была использована собственная беспроводная технология, работающая в диапазоне 5,8 ГГц [1]. Исключением является сценарий 4, где используется технология дальней связи.



Система netBaltic использует метрику канала в зависимости от эффективной полосы пропускания, предлагаемой данным каналом, чтобы учесть распространение и условия трафика, периодические сбои в канале связи, вызванные движением судна, вызванным волнами и т.д. быть аддитивным, метрика канала обратно пропорциональна эффективной пропускной способности.

3. Заключение

При нормальной работе узла netBaltic значение метрики рассчитывается на основе измерений в реальном времени. В случае представленной численной оценки она была рассчитана как функция расстояния, потерь на трассе и характеристик интерфейса. Эталонные значения скорости беспроводной связи, рассматриваемые в этой оценке, показаны на рис. 1.

4. Список литературы

- [1] Wozniak, J. Broadband communication solutions for maritime ITSs: Wider and faster deployment of new e-navigation services / J. Wozniak, K. Gierlowski and M. Hoeft // 2017 15th ITST, Warsaw, 2017. — С. 1—11.

EVALUATION OF THE RESULTS OF MODELING HETEROGENEOUS WIRELESS NETWORK FOR MARINE RADIO COMMUNICATIONS

Afonin I. L., Shutov P. R., Aliiev I. F.

Scientific adviser: Afonin I. L.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — An assessment of the maximum capacity for ship-to-shore and ship-to-ship communications has been carried out under four different scenarios.

ПРИМЕНЕНИЕ КАНАЛОВ АУДИОИНФОРМАЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ СТЕНДОВ

Игнашева Е. П., Ульченко А. В.

Научный руководитель: Игнашева Е. П.

Черноморское высшее военно-морское училище имени П. С. Нахимова, Россия

E-mail: ignash@list.ru

Аннотация — В статье описана технология применения каналов аудиоинформации при разработке интерактивных стендов, приведена структура программного обеспечения для разработки их управляющей программы и звуковых файлов.

1. Введение

Современные информационные технологии предполагают широкое применение интерактивного обучения. Аудиовизуальные средства (видеофильмы, аудиозаписи, презентации и т.д.) позволяют значительно повысить информационное наполнение занятий, придать им более динамичную и интересную форму представления изучаемого материала. Перечисленные подходы к доведению информации предполагают наличие программно-аппаратных средств и операторов управляющих этими средствами.

2. Основная часть

Рассмотрим структуру программного обеспечения для разработки управляющей программы и звуковых файлов интерактивного стенда, приведенную на рис. 1. Весь перечисленный комплекс программного обеспечения разворачивается на стандартном персональном компьютере с широко распространенной операционной системой Windows.

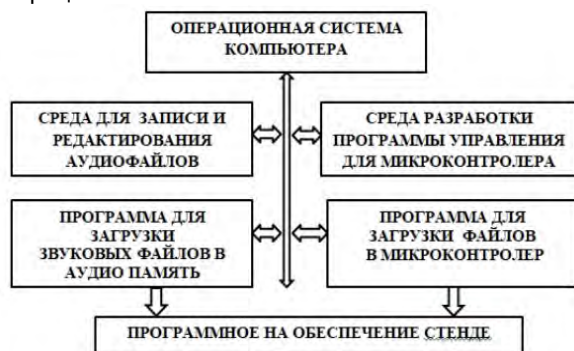


Рис. 1

Перед разработкой программного обеспечения стенда создается сценарий его функционирования. Он должен полностью описывать поведение интерактивного устройства в процессе работы. Все элементы изображения (картинки, карты, чертежи и т.д.) представленные на стенде и пронумерованные для озвучивания прописываются в виде текста с указанием временных интервалов их воспроизведения.

При разработке управляющей программы интерактивного устройства для микроконтроллера используется специальная среда разработки ArduinoIDE.

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.

Для создания и редактирования аудиофайлов можно использовать интегрированную в операционную систему программу записи звука.

С помощью специальных программаторов и программ для их функционирования разработанные файлы записывались в память аудиофайлов и память программ микроконтроллеров.

Процесс функционирования стенда при работе с обучаемыми следующий:

1. Подать питание на устройство;

2. На узле ввода данных (матрицы кнопок или сенсорных датчиков) задать требуемый режим работы стенда: «Обучение» или «Контроль»;

3. В режиме «Обучение» при нажатии кнопки с интересующим фрагментом стенда (например, по номерам написанных на изображенном на стенде разрезе сложного технического объекта) озвучивается аудиоинформация об этом фрагменте. При этом описываемый элемент подсвечивается светодиодами. Данный процесс может повторяться многократно для полного выяснения и понимания интересующих вопросов, рассмотренных на стенде;

4. При включении режима «Контроль» интерактивный стенд в случайном порядке подсвечивает светодиодами узлы изображения объекта, а задача обучаемого найти кнопку (сенсор) соответствующую подсвеченному элементу. Вычислитель ведет подсчет верных и не верных ответов и после заданного числа вопросов выставляет оценку за контроль знаний.

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 : Воронеж. гос. пед. ун-т, 2001. — С. 103—108.
- [2] Выготский, Л. С. Педагогическая психология / Л. С. Выготский; под ред. Давыдова В. В. — М. : АСТ : Астрель, 2008. — 670 с.

APPLICATION OF AUDIO INFORMATION CHANNELS IN THE DESIGN OF INTERACTIVE STANDS

Ignasheva E. P., Ulchenko A. V.

Scientific adviser: Ignasheva E. P.

Nahimov Black Sea Higher Naval School, Russia

Abstract — In the article, the technology of using audio information channels in the development of interactive stands, shows the structure of the software for the development of their control program and sound files, is described.

ПРИМЕНЕНИЕ КОНСТРУКТОРА ЗОНАЛЬНОЙ НАВИГАЦИИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ СТАНДАРТНЫХ МАРШРУТОВ ПРИБЫТИЯ В АЭРОПОРТ ШЕРЕМЕТЬЕВО

Чехов И. А., Гаспарян Г. А., Кулаков М. В.

Научный руководитель: канд. воен. наук, доц. Чехов И. А.

Московский государственный технический университет гражданской авиации, Россия

E-mail: info@mstuca.aero

Аннотация — Проводится рассмотрение применения конструктора зональной навигации с использованием типов участков маршрута вида Holding to Altitude для стандартных маршрутов прибытия в аэропорт Шереметьево. В качестве основного предложения по оптимизации организации воздушного движения на данном этапе и снижения нагрузки на диспетчера предлагается создание маршрутов в дополнение к текущим с включением в них зон ожидания, которые будут использоваться при необходимости для создания упорядоченного потока.

1. Введение

Маршруты вылета и прибытия зональной навигации формируются из точек пути WP и участков пути между ними. Для перевода текстового описания схем в кодовую форму, приемлемую для навигационных систем, применяется концепция Path and Terminator (Траектория и указатель её окончания). На подавляющем большинстве маршрутов используются только участки track-to-fix (TF). Они просты для выполнения и не требуют дополнительных расчётов при составлении маршрутов.

2. Основная часть

Предложение заключается в альтернативном удлинении маршрутов прибытия путём использования конструктора зональной навигации и внедрения зон ожидания, выполненных по типу НА — Holding to Altitude, т. е. процедура ожидания отменяется при достижении установленной высоты/эшелона полёта. В этом случае маршрут будет довольно компактно располагаться в горизонтальной плоскости, но его технологическая вместимость будет относительно высока. Располагаться зоны ожидания будут в отдельных точках и использоваться лишь в случае внезапной перегрузки конечного участка STAR. После ЗО следует участок Direct flight на точку WP, т. к. судно может достичь установленную высоту в любом месте зоны ожидания.

Для прибытия на ВПП 06 предлагается реализация 2 зон ожидания вида Holding to Altitude: западная — в 85 км юго-западнее Шереметьево для маршрутов из точки DIPOP, точка входа FK001, направление прибытия — запад; и восточная — 65 км восточнее Шереметьево, маршруты из OLOPI и DIMGI, точка входа MF001, направления прибытия — восток и юго-восток.

Для эффективного использования зон ожидания с НА необходимо учитывать ряд особенностей. Нормальная работа таких зон ожидания предусматривает постоянное снижение (CDO) с одинаковой вертикальной скоростью для всех ВС. Поступательная скорость судов может отличаться ($W1 \neq W2$), и это надо учитывать при построении. Воздушные суда завершат выполнять зону ожидания в разных точках, поэтому на выходе из неё должна быть возможность занятия судами минимум 2 эшелонов для их бесконфликтного полёта по участку Direct Flight.

Предельная интенсивность для существующих и предложенных маршрутов рассчитывается по закону Пуассона. Определяется маловероятное событие попадание на элементарный участок l (не менее 10 км) одновременно m воздушных судов. Вероятность наступления маловероятного события не должна превышать 5%. Расчётные формулы

$$P_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t} \quad (1)$$

$$\lambda t = a = (ИВД_{час} \times l) / W_{ср} \quad (2)$$

Пропускная способность одного из удлинённых маршрутов без зоны ожидания составила 44 ВС/ч, что близко к предельной интенсивности маршрута с зонами ожидания. Однако данный маршрут существенно «растянут» по всей зоне Аэроузлового Диспетчерского Центра, что создаст дополнительные конфликтные точки с маршрутами вылета, в то же время расход топлива останется без существенных изменений.

3. Заключение

Применение зон ожидания, выполненных по стандартному участку пути зональной навигации вида Holding to Altitude, показало положительные результаты при моделировании и расчётах. Повышение эффективности использования воздушного пространства, осуществляется за счёт ожидания и снижения над одной точкой вместо построения протяжённой схемы прибытия.

4. Список литературы

- [1] Принятие решения в задачах управления воздушным движением. Методы и алгоритмы. Монография / Е.Е. Нечаев [и др.]; под ред. Нечаева Е. Е. — М.: Радиотехника, 2018. — 432 с.

OPTIMIZATION OF STANDARD ARRIVAL PROCEDURES TO SHEREMETYEVO AIRPORT USING RNAV PATH TERMINATORS

Chekhov I. A., Gasparyan G. A., Kulakov M. V.

Scientific adviser: Chekhov I. A.

Moscow State Technical University of Civil Aviation,
Russia

Abstract — In the article, the current methods and offers new ideas to improve the efficiency of the organization of the arriving traffic flow, using Paths and Terminators concept for holding patterns at standard arrival routes at Sheremetyevo Airport, are considered. As the main idea for optimizing air traffic management and reducing the load on the controller, it is proposed to create extra routes which include holding patterns in addition to the existing ones.

РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ СУДНОМ

Боков Г. В., Рудык Я. А.

Научный руководитель: Боков Г. В.

Филиал «Государственный Морской Университет им. Адм. Ф.Ф. Ушакова» в г. Севастополь,
Россия

E-mail: iaroslav.rudik@yandex.ua

Аннотация — Рассмотрены возможности и особенности системы удаленного управления судна в области судовождения. Приведена оценка перспектив развития системы в плане обеспечения безопасности и эффективности мореплавания.

1. Введение

Нас зовет новая эра. Умные суда будут включать в себя цифровую информацию, компьютерное кодирование и новую технологическую инфраструктуру, которая также является движущей силой современного мира. Эти факторы неизбежно приведут к инновациям и приведут совокупность поставок к устойчивому и экологичному развитию. Многие коммерческие контракты в мире станут смарт-контрактами, закодированными компьютерами. Все будет совместно известно как «умная перевозка».

2. Основная часть

Спрос на автоматизацию в области технологий навигации и управления продолжает расти, поскольку это позволяет управлять перевозками эффективно, безопасно и экономично. Если до нынешнего момента суда были снабжены различными автоматическими системами, которыми управлял человек, то вскоре умные суда полностью поменяют установленные стандарты и жизненно важные аспекты: проектирование и эксплуатацию судов, переопределение глобальной морской индустрии и роли в ней основных элементов; с последствиями для судостроителей, судоходных компаний, судовладельцев и поставщиков морских систем, а также других компаний из этого сектора, занимающиеся технологиями. Данная система, базирующаяся на основе интернет-технологий и «облака», будет собирать информацию в режиме реального времени. Затем данные будут передаваться в главный центр управления движением судов, расположенный на суше, для дистанционного управления судном (рис. 1).

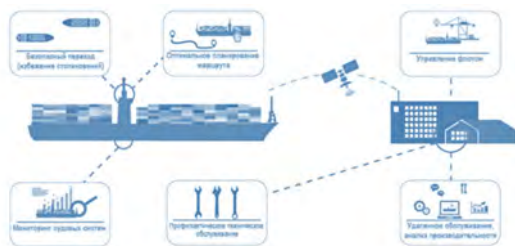


Рис. 1

Благодаря постоянному дистанционному мониторингу судов в режиме реального времени во всем мире суда станут более безопасными, эффективными, надежными и более тесно интегрированными в мировые системы и цепочки поставок, что позволит получать доход с более высокой экономией затрат.

Данная технология должна значительно повысить эффективность судовых операций. Например, на основе анализа данных о погоде центр управления движением судов сможет направлять суда по более

безопасным маршрутам. Умные суда с учетом применения мировых экономических концепций и решения проблем регулирования морского отрасли будут направлены на обеспечение многоуровневой оптимизации расхода топлива, контроля выбросов CO₂ и углерода и энергоэффективности после завершения полноценного внедрения, потенциально минимизируя затраты на техническое обслуживание. Искусственный интеллект позволит судам достичь большего уровня автономии, а морякам - гораздо лучше понимать свои суда. Использование приложений искусственного интеллекта на судах определенно поможет устранить человеческие ошибки и избежать несчастных случаев. Это должно привести к уменьшению количества морских аварий по вине человека, устраняя риск за счет улучшения алгоритма принятия решений и эффективных систем обработки решений. Такая умная система будет существовать благодаря различным типам датчиков, предоставляющих человеку информацию для просмотра и использования во время перехода судна, такие как положение, скорость относительно грунта, скорость ветра, расход топлива, крутящий момент вала, частота вращения вала, данные о выбросах, автоматической идентификационной системы. Освоив мониторинг судна и удаленное им управление вскоре откроется и возможность расхождения судов при помощи искусственного интеллекта.

3. Заключение

Система удаленного управления судном и его мониторинга становится всё сложнее и сложнее. С каждым годом объем требуемых навыков для работы в этой сфере увеличивается. В наши дни квалифицированные менеджеры, инженеры и операторы куда более востребованы, чем в те же десять лет назад. Отрасль судоходства все ближе и ближе к моменту частичного или полного перевода рабочих мест моряков, требующих высокого уровня квалификации, с моря в удаленные операционные центры на берегу.

4. Список литературы

- [1] Marine Digital. ML-based platform for marine logistics [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://marine-digital.com>.

DEVELOPMENT OF THE SHIP REMOTE CONTROL SYSTEM

Bokov G. V., Rudyk I. A.

Scientific adviser: Bokov G. V.

Sevastopol Branch of FSFEI HE "AUMSU", Russia

Abstract — The possibilities and features of the ship's remote control system in the field of navigation are considered. An assessment of the prospects for the development of the system in terms of ensuring the safety and efficiency of navigation is given.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОЦЕНОК КАЧЕСТВА РАБОТЫ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ МОБИЛЬНОГО ОПЕРАТОРА СВЯЗИ

Чепцов М. Н., Климов В. В.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Чепцов М. Н.
Донецкий институт железнодорожного транспорта, Донецк
E-mail: boban_cc@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен метод прогнозирования оценок качества работы транспортной сети мобильного оператора связи, основанный на использовании соответствующих функций полезности. Это позволит учесть разнородность самих оценок и повысить точность предлагаемого метода.

1. Введение

Для того, чтобы принять решение о распределении ресурсов, необходимо руководствоваться оценками качества работы транспортной сети мобильного оператора связи (МОС). Т.к. это решение должно приниматься до возникновения критических ситуаций, то возникает потребность в прогнозировании последних, например, в зависимости от количества абонентов и типа формируемого ими трафика. При этом использование единой модели прогнозирования для всех оценок одновременно приведет к ухудшению точности из-за их разнородности [1]. В докладе приводится описание метода прогнозирования оценок качества работы транспортной сети МОС.

2. Основная часть

При подключении терминального оборудования к базовой станции производится анализ уровня получаемого им сигнала. С точки зрения оценки качества работы МОС, данный параметр не может использоваться как критерий принятия решения при оценке качества работы транспортной сети МОС. В связи с этим, разработан гибридный метод прогнозирования. Для учета разнородности оценок качества используется многокритериальный показатель качества работы транспортной сети МОС. Данный показатель основан на совместном использовании функций «полезности» услуги для конечного пользователя и параметров производительности транспортной сети МОС. Разработаны функции «полезности» основных виды интерактивного трафика: потоковое видео, игры в режиме «онлайн» и передача голоса. Для трафика передачи голоса функция «полезности» получаемой услуги в зависимости от изменения величины оценки задержки выглядит, как [2]:

$$U_{VoIP}(d) = \begin{cases} 100 - \gamma_1 d, & d < c_1 \\ b_1 \tanh(\beta(\chi - b_2)) + b_3, & c_1 \leq d \leq c_2 \\ \delta - \gamma_2 d, & d > c_2 \end{cases},$$

где d — оценка задержки; γ_i — коэффициенты, отражающие свойства ухудшения качества в каждой области; c_i — заданные пороги; b_i — параметры настройки для обеспечения непрерывности между областями; β , δ — коэффициенты, отражающие технологические требования.

Критерий качества работы транспортной сети МОС — комплексная мера, содержащая две составляющие:

$$U = U_{QoS} \cdot U_{prf}, \\ U_{QoS} = U_B(B) \cdot U_D(D) \cdot U_{PI}(PI),$$

$$U_{prf} = R \cdot Utl,$$

где U_{QoS} — композитная функция полезности; U_{ef} — функция производительности; $U_B(B), U_D(D), U_{PI}(PI)$ — функции «полезности» для пропускной способности, задержки, вероятности потерь соответственно; Utl — оценка утилизации канала и R — оценка надежности транспортной сети.

При этом, для композитной функция полезности действуют следующие ограничения:

$$U_B(B) \rightarrow 1, \text{ при } B \leq B_{\max};$$

$$U_D(D) \rightarrow 1, \text{ при } D < D_{\text{доп}};$$

$$U_{PI}(PI) \rightarrow 1, \text{ при } PI < PI_{\text{доп}},$$

где допустимые и максимальные значения выбираются согласно технологии используемой МОС.

Основываясь на предложенном методе, принимается решение о подключении при нахождении терминального оборудования пользователя в зоне действия нескольких базовых станций. Кроме того, проведенное моделирование предложенного метода показало, что он позволяет повысить точность прогнозирования оценок качества работы транспортной сети мобильного оператора связи.

3. Заключение

Метод прогнозирования, основанный на представленных оценках, позволяет повысить точность прогнозирования оценок качества работы транспортной сети мобильного оператора связи на 15 %, по сравнению с существующими, при допустимых параметрах качества обслуживания (QoS).

4. Список литературы

- [1] Климов, В. В. Анализ оценок эффективности работы транспортной сети мобильного оператора связи / В. В. Климов, М. Н. Чепцов // Сб. науч. тр. ДОНИЖТ. — Донецк, 2020. — № 56. — С. 43—48.
- [2] Климов, В. В. Классический подход к прогнозированию оценок магистрального канала сети оператора мобильной связи / В. В. Климов, М. Н. Чепцов // Вестник ДонНУ. Сер. Г : Технические науки. — 2021. — № 2. — С. 56—61.

THE DESIGN OF QUALITY ESTIMATION PREDICTING METHOD FOR BACKHAUL NETWORK OF MOBILE COMMUNICATION OPERATOR

Cheptsov M. N., Klimov V. V.

Scientific adviser: Cheptsov M. N.

Donetsk Institute of Railway Transport, Donetsk

Abstract — A predicting method of the quality estimates of the mobile operator backhaul network, based on the use of the corresponding utility functions, is considered. This will take into account the heterogeneity of the assessment and improve the accuracy of the proposed method.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРРЕКТИРОВОЧНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ

Дурманов М. А., Частиков М. А.

Научный руководитель: Дурманов М. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: chastikovma@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрена методика повышения точности определения геолокации на основе использования корректировочных коэффициентов. Приведены результаты экспериментальных исследований описанного метода.

1. Введение

Во многих системах и устройствах вопрос о точности определения собственной геолокации является одним из важнейших. Современная наука позволяет определять координаты устройства весьма точно [1]. Однако существуют различные причины, которые могут значительно ухудшить точность позиционирования. К таким причинам можно отнести: плохие погодные условия, плотную жилую застройку возле места использования устройства позиционирования и т.д. [2]. В докладе рассмотрена разработка метода повышения точности позиционирования на основе использования корректировочных коэффициентов, которые нивелируют погрешности, связанные с распространением сигнала от спутника до приемного устройства.

2. Основная часть

Метод предусматривает использование двух устройств позиционирования, работающих в разных режимах. Первое устройство выполняет функции корректирующей станции — «Станция». Устройство устанавливается в точке с точно определенными координатами. Именно на основе этих координат рассчитываются поправочные коэффициенты. Второе устройство является переносным приемником — «Приемник», на который передаются поправочные коэффициенты, полученные с устройства «Станция». Схема метода повышения точности позиционирования показана на рис. 1.



Рис. 1

Рассмотрим этапы определения местоположения с повышенной точностью.

На основе собственного местоположения «Станция» производит расчет коэффициентов коррекции путем нахождения разности координат собственного местоположения и координат, полученных со спутника в текущий момент времени. Рассчитанные корректировочные коэффициенты передаются по радиоканалу на «Приемник». «Приемник», в свою очередь, определяет собственное местоположение с учетом переданных ему коэффициентов коррекции.

Данный метод позволяет определять координаты «Приемника» намного точнее, благодаря учету погрешностей, которые связаны с особенностями распространения сигнала от спутника к «Приемнику».

Исходя из результатов экспериментальных исследований, показанных на рис. 2, которые проводились в течение 24 часов, можно заметить, что с применением коррекции геолокации флуктуация позиционирования уменьшилась. Таким образом, без применения коррекции, разброс координат в пересчете на расстояние составил 9 метров, при использовании коррекции — 1 метр.

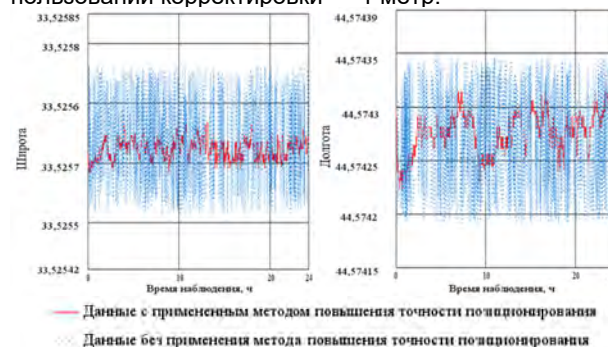


Рис. 2

Однако стоит отметить, что применение данного метода возможно лишь для ситуаций, когда устройство-станция и устройство-приемник находятся в относительной близости друг от друга (до 3 км на открытой местности и до 1 км в плотной городской застройке).

3. Заключение

Таким образом, разработан метод повышения точности позиционирования на основе использования корректировочных коэффициентов.

Вышеописанный метод позволяет значительно повысить точность позиционирования без применения более совершенных приемных устройств или антенн.

4. Список литературы

- [1] Система спутниковой навигации GPS — принцип, схема, применение [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://arduino-master.ru/datchiki-arduino/sistema-sputnikovoj-navigacii-gps>.
- [2] GPS — ошибки и погрешности [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.dom-spravka.info/_mobilla/gp_pogr.html.

INCREASING THE POSITIONING ACCURACY BASED ON THE METHOD OF USING THE CORRECTION COEFFICIENTS

Durmanov M. A., Chastikov M. A.
Scientific adviser: Durmanov M. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The technique of increasing the accuracy of determining geolocation, based on the use of correction factors, is considered. The results of experimental studies of the described method are presented.

УЧЕБНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КОРРЕЛЯЦИОННО-ЭКСТРИМАЛЬНЫХ СИСТЕМ НАВИГАЦИИ

Байздренко А. А., Афонин А. И., Ничипуренко К. К., Филимонов И. Л.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Байздренко А. А.

Черноморское высшее военно-морское училище имени П. С. Нахимова, Россия

E-mail: baizdrenko@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен вариант построения учебно-исследовательского стенда для проведения лабораторных занятий по изучению программно-аппаратных средств корреляционно-экстремальных систем навигации подвижных объектов и оптимизации обработки информации в них.

1. Введение

Современные системы навигации подвижными объектами (самолеты, беспилотные летательные аппараты, роботами), как правило, для повышения характеристик по точности навигации и достижения высокой надежности функционирования таких систем применяют комплексирование различных навигационных датчиков в навигационном комплексе. Наряду со спутниковыми и инерциальными системами навигации в последнее время находят все большее применение системы навигации по полям Земли. Этим системам свойственна высокая помехоустойчивость, автономность в работе и высокие характеристики по точности. Учитывая потребность в их изучении, авторами был создан учебный стенд для исследования корреляционно-экстремальных систем навигации по рельефу местности.

2. Основная часть

Стенд позволяет обучаемым изучить базовый вариант аппаратных средств корреляционно-экстремальных систем навигации. Предоставлена возможность ознакомиться с исходным кодом программы обработки информации в ней. Программное обеспечение стенда позволяет оперативно изменять исходный код программы (алгоритмы обработки информации) для исследования ее функциональных возможностей в ходе практических занятий и при курсовом проектировании.

Структурная схема стенда представлена на рис. 1.



Рис. 1

Основным модулем управления стендом является персональная ЭВМ, которая формирует управляющие команды узлам стенда, принимает и обрабатывает сигналы от имитатора носителя (подвижной каретки), на котором установлен лазерный высотомер. Высотомер считывает дальности от высоты траектории своего движения до макета рельефа местности и передает их в виде массива через USB порт в ЭВМ. В ЭВМ производится обработка массива в соответствии с алгоритмом поиска экстремума корреляции между загруженной электронной картой местности (изготовленная сменная 3-D карта рельефа зоны коррекции) и полученного массива сигнала с высотомера. Это позволяет определить уклонение носителя от заданной линии пути.

На рис. 2 представлена укрупненная схема программы реализующей процесс обработки

информации в стенде. Программа позволяет обучаемым получить навыки в создании электронной карты рельефа местности, экспериментально снимать и сохранять данные с высотомера, оценивать статистические характеристики работы стенда при многократном повторении эксперимента и вносить изменения для улучшения показателей точности работы системы.

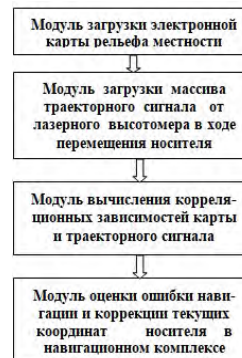


Рис. 2

На рис. 3 представлен внешний вид стенда.

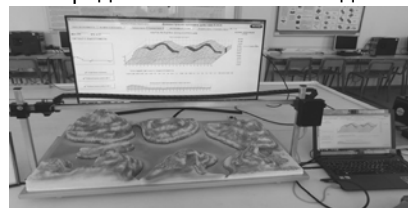


Рис. 3

3. Заключение

Стенд показал свою полную функциональность и высокий интерес у обучаемых при работе с ним. Дальнейшим направлением совершенствования стенда является разработка алгоритмов обработки данных с повышенными показателями по точности навигации.

4. Список литературы

- [1] Красовский, А. А. Теория корреляционно – экстремальных навигационных систем / А. А. Красовский, И. Н. Белоглазов, Г. П. Чигин. — М.: Наука, 1979. — 380 с.
- [2] Красовский, А. А. Системы автоматического управления летательных аппаратов / А. А. Красовский, Ю. А. Вавилов, А. И. Сучков. — М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1986. — 478 с.

TRAINING STAND FOR THE STUDY OF CORRELATION-EXTREME NAVIGATION SYSTEMS

Baizdrenko A. A., Afonin A. I., Nichipurenko K. K.,
Filimonov I. L.

Scientific adviser: Baizdrenko A. A.

Nahimov Black Sea Higher Naval School, Russia

Abstract — A variant of building an educational and research stand for conducting laboratory classes on the study of software and hardware of correlation-extreme navigation systems of mobile objects and optimization of information processing in them is considered.

СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМ СОПРОВОЖДЕНИЯ ПО УГЛОВЫМ КООРДИНАТАМ РАЗНОСТНО-ДАЛЬНОМЕРНЫМ МЕТОДОМ

Байздренко А. А., Иващенко И. М., Игнашева Е. П., Ульченко А. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Байздренко А. А.

Черноморское высшее военно-морское училище имени П. С. Нахимова, Россия

E-mail: baizdrenko@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен вариант построения учебного стенда для проведения занятий по изучению специальных локационных систем путем физического моделирования режима сопровождения объектов ультразвуковым локатором с цифровой обработкой сигналов разностно-дальномерным методом.

1. Введение

При решении ряда специальных задач локационными системами возникает необходимость реализации режимов сопровождения объектов по угловым координатам. Одним из вариантов реализации такого режима является разностно-дальномерный метод, позволяющий отслеживать угловое положение удаленного объекта относительно локатора. В современных системах подобного типа широко применяются цифровые методы обработки информации. Это делает актуальным создание стенда, позволяющего проводить изучение и исследования на программно-аппаратном уровне аналоговых систем.

2. Основная часть

Созданный стенд позволяет изучить базовый вариант аппаратных средств системы. Предоставлена возможность в ходе занятия менять исходные коды программ управления оборудованием стенда и тут же фиксировать характеристики полученных результатов.

Структура стенда представлена на рис. 1.

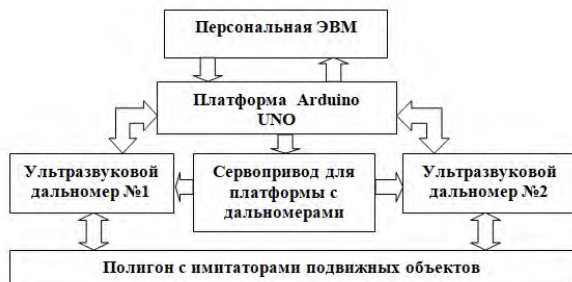


Рис. 1

Основу системы управления стендом составляет персональная ЭВМ. С неё осуществляется управление работой устройства и визуализируются результаты проводимых исследований. Платформа Arduino UNO принимает управляющие сигналы от ЭВМ через USB порт и осуществляет запуск режима поиска цели в рабочем поле полигона. После обнаружения объекта система производит его захват и переходит в режим сопровождения. При этом осуществляется синхронный запуск и снятие данных с двух ультразвуковых цифровых дальномеров типа HC-SR04. По разности измеренных дальностей с учетом базы между дальномерами осуществляется формирование управляющего сигнала на сервопривод, который поворачивает платформу с дальномерами, уравнивая дальности в обоих каналах. Данные по переход-

ным процессам при сопровождении передаются, регистрируются и отображаются на экране ЭВМ.

Программное обеспечение стенда выполнено на языке C++. Управляющая программа состоит из модулей поиска и захвата объекта на сопровождение в заданной области, модуля автосопровождения объекта по угловым координатам и модуля оценки статистических характеристик качества сопровождения объекта.

На рис. 2 представлен внешний вид поворотной платформы с дальномерами и сервоприводом.

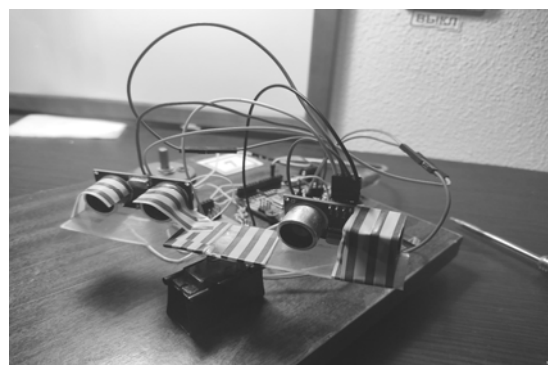


Рис. 2

3. Заключение

Разработанный и изготовленный стенд использован в ходе проведения практических занятий при изучении систем автоматического сопровождения целей. Дальнейшим направлением совершенствования является переход на реализацию методов моноимпульсной локации и фазовых методов оценки углового положения объекта.

4. Список литературы

- [1] Муякшин, С. И. Модель ультразвукового эхолотатора с фазированной антенной решеткой для спецпрактикума по радиофизике / С. И. Муякшин. — М.: Открытое образование, 2009. — 345 с.
- [2] Байздренко, А. А. Физическое моделирование локационных систем в учебном процессе / А. А. Байздренко. — М.: Морской сборник, 2021. — 234 с.

STAND FOR THE STUDY OF LOCATION TRACKING SYSTEMS BY ANGULAR COORDINATES USING DIFFERENCE-RANGEFINDER METHOD

Baizdrenko A. A., Ivashchenko I. M., Ignasheva E. P., Ulchenko A. V.

Scientific advisor: Baizdrenko A. A.

Nahimov Black Sea Higher Naval School, Russia

Abstract — A variant of building a training stand for conducting laboratory classes on the study of special location systems by physical modeling with an ultrasonic locator with digital signal processing of the object tracking mode by the difference-rangefinder method is considered.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦВЕТА ЗУБОВ ЦИФРОВЫМ КОЛОРИМЕТРОМ

Жбанова В. Л., Жбанова В. А.
ООО «СФЕРА», Россия
E-mail: vera-zhbanova@yandex.ru

Аннотация — В исследовании приведен цифровой колориметр для работы с объектами сложной формы и неравномерного цвета. За образец были взяты экземпляры человеческих зубов. В труде представлен метод исследования таких объектов на основе обработки цифровых изображений, сделанных на цифровом колориметре.

1. Введение

При восприятии цвета в зрительных ощущениях отчетливо проявляются все основные психофизиологические закономерности рецепторной деятельности — адаптация, контрастность, последствие, взаимодействие ощущений. Для определения цвета зубов разработаны специальные эталоны. При всем своем разнообразии эталонные цвета не способны описать все возможные оттенки зуба. Зубы можно отнести к объектам сложной формы, имеющие неоднородный тон и насыщенность. Поэтому был разработан цифровой колориметр для исследования цвета объектов сложной формы.

2. Основная часть

Разработка устройства основывалась на методах оптико-электронного приборостроения [1, 2]. Представленное устройство условно можно разделить на фотометрическую часть и цифровую. К фотометрической части относится бокс в форме сферы и источник излучения, к цифровой — камера и ПК. В качестве оптического компонента конструкции было решено использовать фотометрическую сферу, на основе особенностей «фотометрического шара» и «интегрирующей сферы», применяемых в фотометрических и радиометрических измерениях. Основой разработки является система цветоделения близкая по цветовому охвату к физиологической колориметрической системе КЗС. Для каждого основного цвета имеется свой набор корректирующих светофильтров. Разработка нового цветового треугольника позволила реализовать согласованную систему цветоделения и, таким образом, минимизировать цветовые погрешности на этапе регистрации цветного изображения. Таким образом, колориметр состоит из следующих основных частей:

— осветительной части, включающей источник излучения и фотометрическую сферу (бокс), покрытую изнутри диффузно-отражающим покрытием;

— цифровая часть, включающую монохромную камеру, передающую цифровое изображение на персональный компьютер;

— системы цветоделения, состоящей из набора 3-х корректирующих светофильтров, которые поочередно помещаются в короб, расположенный на выходном отверстии сферы. Каждый набор светофильтров является делителем света на красную, синюю и зеленую составляющие.

На рис. 1 представлены изображения исследованного зуба: а — без системы цветоделения; б — по красному каналу; в — по зеленому каналу; г — по синему каналу. Было выявлено: коронка зуба практически не отличается от фона колориметра, который освещен источником типа А, а корень имеет цветовое отличие в 10 раз, что показывает значительное отличие этих частей.

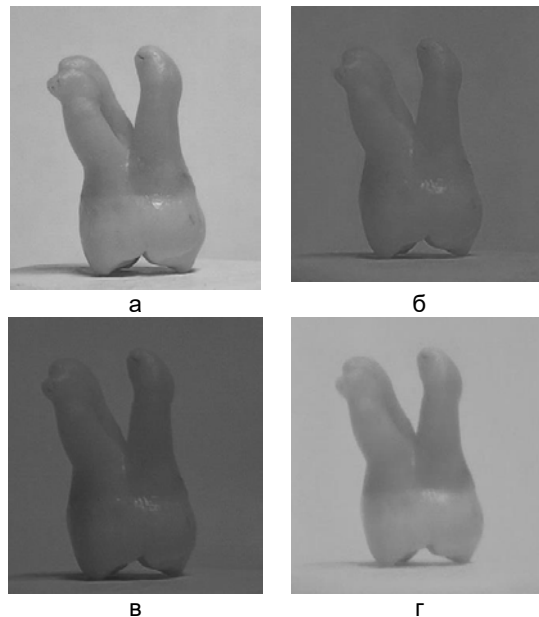


Рис. 1

Данный эксперимент показывает, насколько точным является разработанный цифровой колориметр для работы с объектами неравномерного тона и сложной формы.

3. Заключение

При эксперименте зуб был выбран в качестве объекта исследования, как наиболее наглядный пример. Также могут быть исследованы различные части костей, кровь, лимфа и моча в пробирках. В колориметре возможно сравнение исследуемого и эталонного образцов, что позволит сопоставлять данные и находить объективное цветовое различие.

Исследование выполнено при финансовой поддержке «Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере».

4. Список литературы

- [1] Жбанова, В. Л. Вопросы применения цифровой колориметрии в современных научных исследованиях / В. Л. Жбанова // Светотехника. — 2021. — № 2. — С. 5—14.
- [2] Жбанова, В. Л. Принципы построения колориметра для оценки насыщенных цветов / В. Л. Жбанова, Ю. Б. Парвулюсов // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. — 2016. — № 3. — С. 135—140.

EXAMINATION OF TEETH COLOR WITH A DIGITAL COLORIMETER

Zhbanova V. L., Zhbanova V. A.
Limited Liability Company "SPHERE", Russia

Abstract — The study provides a digital colorimeter for working with objects of complex shapes and uneven colors. Samples of human teeth were taken as a sample. The work presents a method for studying such objects based on the processing of digital images made on a digital colorimeter.

РАСПОЗНАВАНИЕ ФОНЕТИЧЕСКОГО АЛФАВИТА С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

Андриянов Н. А.

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Россия

E-mail: nikita-and-nov@mail.ru

Аннотация — Исследовано применение аппарата сверточных нейронных сетей в задаче распознавания речевых сигналов. Выбраны различные преобразования для речевого сигнала, позволяющие получить изображение. Показано, что наилучший результат по точности обеспечивает квадратное представление сигнала с использованием сверточных нейронных сетей.

1. Введение

При обеспечении полетов воздушных судов используется фразеологический радиообмен [1]. Задачи анализа таких данных на основе корреляционных методов анализа рассмотрены в статьях [2–4]. Однако во всех работах сигнал рассматривается как одномерный. В данной статье предлагается формировать изображение на основе одномерного речевого сигнала и по такому изображению выполнять распознавание.

2. Основная часть

Пусть имеется временной сигнал $S(t)$. Тогда разобьем его на некоторое количество строк одинаковой длины

$$S(k, t) = S(k * T + t \% T),$$

где k — номер строки; T — число столбцов; $t \% T$ — операция деления по модулю.

Очевидно, что такое представление может применяться для дискретных сигналов. Теперь подставляя конкретное значение k , получаем срез сигнала в некоторый момент произношения. Чем ближе значение k к 0, тем ближе оценка к первой части речевого сигнала. Таким образом, удается разбить сигнал на фонемы. В последней строке будет только заключительная часть сигнала. Затем можно рассчитать корреляцию в каждой строке и построить соответствующее изображение. Будем выполнять распознавание для фонетического алфавита на английском языке. Латинской «А» соответствует кодовое слово «Элфа». На рис. 1 представлен корреляционный портрет этого слова.



Рис. 1

Видим, что сигнал характеризуется высокой корреляцией на участках звучания фонем в начале и потом в середине через некоторый промежуток времени.

На основе изображений, подобных рис. 1, были обучены сверточные нейронные сети. Исследование

выполнено для размеров изображений 16 на 64, 32 на 32 и 64 на 16.

В таблице 1 представлены результаты параметра, характеризующего долю верных распознаваний. Использовались нейронные сети с разным числом скрытых слоев. Объем обучающей выборки 2600 изображений, тестовой 520 изображений.

Таблица 1

Размеры	Глубина	Точность, %
16x64	3	76,35
16x64	5	78,24
32x32	3	82,78
32x32	5	86,13
64x16	3	72,12
64x16	5	73,88

Наилучший результат показывает модель по обработке квадратных изображений с наибольшей глубиной. Максимальная точность достигает 86 %.

3. Заключение

Таким образом, разработаны алгоритмы распознавания фонетического алфавита на базе сверточных нейронных сетей. Для этого предварительно предполагается сворачивать сигнал в изображение. Модель из 5 слоев с изображениями 32 на 32 пикселя обеспечила точность в 86%.

4. Список литературы

- [1] Приказ Минтранса РФ от 26 сентября 2012 г. № 362 «Об утверждении Федеральных авиационных правил «Порядок осуществления радиосвязи в воздушном пространстве Российской Федерации»
- [2] Андриянов, Н. А. Распознавание речевых сообщений радиообмена в авиации на базе корреляционного анализа / Н. А. Андриянов // Изв. Самар. науч. центра Рос. академии наук. — 2021. — Т. 23. — № 1 (99). — С. 91—96.
- [3] Андриянов, Н. А. Анализ состояния члена экипажа воздушного судна по его речи на базе гауссовых моделей смесей / Н. А. Андриянов, В. Е. Дементьев // Изв. Самар. науч. центра Рос. академии наук. — 2021. — Т. 23. — № 1 (99). — С. 97—102.
- [4] Андриянов, Н. А. Корреляционный анализ речевых сообщений радиообмена в воздушном пространстве, используемых в соответствии с Федеральными авиационными правилами / Н. А. Андриянов, А. И. Булдаковский, К. В. Рисухин // СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии. — 2020. — № 1-1. — С. 100—101.

PHONETIC ALPHABET RECOGNITION BY COMPUTER VISION METHODS

Andriyanov N. A.

Financial University under the Government of the Russian Federation, Russia

Abstract — The application of the apparatus of convolutional neural networks in the problem of speech signal recognition has been investigated. Various transformations are selected for the speech signal, allowing to obtain an image. It is shown that the best result in accuracy is provided by a square representation of the signal using convolutional neural networks.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕРАТОРОВ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ НА ОСНОВЕ РЕГИСТРА СДВИГА С ЛИНЕЙНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

Начаров Д. В., Серяк Е. С., Михайлюк Ю. П.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: d.v.nacharov@sevsu.ru

Аннотация — В работе проводятся исследования генераторов псевдослучайных чисел (ГПСЧ) с равномерным законом распределения на основе регистра сдвига с линейной обратной связью (РСЛОС).

1. Введение

Устройствам, реализующим обмен данными и осуществляющим шифрование, требуется генерация случайных чисел. Стохастические имитационные модели сложных систем используют генераторы случайных чисел. Любой генератор для получения псевдослучайных величин является источником погрешности. В связи с этим проведено исследование 10 типов генераторов.

2. Основная часть

Для исследований разработана на языке C++ программная модель 10 различных ГПСЧ на основе РСЛОС. Например, для 16-битного генератора, описываемого полиномом $x^{16} + x^{14} + x^{13} + x^{11} + 1$, программный код выглядит следующим образом:

```
for (int i = 0; i < maxperiod; ++i) {
  bit = ((lfsr >> 0) ^ (lfsr >> 2) ^ (lfsr >> 3) ^ (lfsr >> 5));
  lfsr = (lfsr >> 1) | (bit << 15); }
```

$$\bar{Y} - t_{0,05} \sqrt{\frac{D}{N-1}} \leq Y_i \leq \bar{Y} + t_{0,05} \sqrt{\frac{D}{N-1}}$$

Доверительный интервал

$$d = 2,262 \sqrt{\frac{D}{N-1}}$$

Значение d и определяет погрешность; эти значения приведены в таблице 1 для ГПСЧ десяти типов [1]:

- регистр сдвига с обратной линейной связью — метод М-последовательности (Γ_1);
- прореживаемый генератор (Γ_2);
- пятипараметрический метод (Γ_3);
- генератор «стоп-пошёл» (Γ_4);
- регистр сдвига с обратной связью по переносу (Γ_5);
- генератор Геффа (Γ_6);
- комбинированный метод Таусворта (Γ_7);
- пороговый генератор (Γ_8);
- многоскоростной генератор с внутренним произведением (Γ_9);
- каскад Голлмана (Γ_{10}).

Таблица 1

Диапазоны значений	Вероятность попадания в диапазон исследуемыми ГПСЧ										Оценки выборок		Погрешность
	Γ_1	Γ_2	Γ_3	Γ_4	Γ_5	Γ_6	Γ_7	Γ_8	Γ_9	Γ_{10}	$\bar{Y}$	$\bar{D}$	
0—0,2500	0,2573	0,2446	0,2476	0,2490	0,2549	0,2553	0,2454	0,2536	0,2470	0,2561	0,2511	0,000021	0,00327
0,2501—0,5000	0,2444	0,2582	0,2455	0,2485	0,2462	0,2539	0,2564	0,2469	0,2525	0,2422	0,2495	0,000026	0,00365
0,5001—0,7500	0,2417	0,2561	0,2542	0,2514	0,2459	0,2445	0,2551	0,2521	0,2489	0,2571	0,2507	0,000025	0,00357
0,7501—1	0,2566	0,2409	0,2527	0,2511	0,2534	0,2463	0,2431	0,2474	0,2516	0,2446	0,2486	0,000023	0,00343

Для оценки погрешности достаточно вычислить значения математического ожидания $\bar{Y}$, дисперсии D отклонений попадания значений в заданный интервал и погрешности d , определяемые по приведенным ниже формулам.

$$D = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2,$$

где Y_i — вероятность попадания величины в заданный интервал; N — количество генераторов.

Определяется доверительный интервал нахождения истинного значения математического ожидания выпавших значений Y_i . Поскольку объемы выборок малы (используется 10 различных генераторов), то для нахождения доверительных интервалов используется t -статистика

$$t = (\bar{Y} - Y) \sqrt{\frac{N-1}{D}},$$

имеющая распределение Стьюдента. Задав уровень значимости α , равным 0,05, можно с вероятностью 0,95 утверждать, что истинное значение Y_i находится в пределах

3. Заключение

По результатам исследования можно сделать вывод о том, что генератор типа Γ_4 функционирует наиболее корректно: величины абсолютных отклонений вероятностей попадания во всех четырех диапазонах для генератора этого типа минимальны.

4. Список литературы

- [1] Слеповичев, И. И. Генераторы псевдослучайных чисел / И. И. Слеповичев. — Саратов : СГУ, 2017. — 118 с.

STUDY OF GENERATORS OF PSEUDO-RANDOM SEQUENCES ON THE BASIS OF LINEAR FEEDBACK SHIFT REGISTER

Nacharov D. V., Seryak E. S., Mikhayluck Y. P.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the study of generators of pseudo-random numbers with a uniform distribution law, based on the linear feedback shift register, is considered.

РАЗРАБОТКА МАКЕТА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ЛОКАТОРА С ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ПРАКТИКУМА В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Афонин И. Л., Шереметьев К. С., Байздренко А. А., Козурман И. А.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Афонин И. Л.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: kirill52846@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена возможность реализации программного обеспечения ультразвукового лоатора с использованием микроконтроллерной платформы Arduino Due. Создан лабораторный макет, который может быть использован в учебном процессе.

Стенд может быть использован для обучения курсантов основам радиолокации.

1. Введение

В современном мире велика необходимость применения радиолокационных систем гидрометеорология, авиация, навигация и так далее [1, 2]. Реальное моделирование таких систем в учебном процессе встречается со сложностью иметь портативные приёмопередатчики, обеспечить технику безопасности и ряд других требований. Одним из путей преодоления этих трудностей является физическое моделирование замена электромагнитных волн ультразвуковыми.

2. Основная часть

Разработанный макет (рис. 1) состоит из программной и аппаратной частей. В качестве аппаратной части используются: ноутбук, ультразвуковой дальномер, микроконтроллер на платформе Arduino Due, поворотная платформа с сервоприводом. Arduino Due, имеет ряд преимуществ по сравнению с ранее применяемым Arduino UNO: 32-х разрядный процессор, большее количество аналоговых и цифровых портов, высокая производительность. Это позволяет моделировать сложные радиолокационные системы, включающие до 10 сервоприводов и дальномеров. Гибкая настройка разрядности АЦП позволяет оптимизировать соотношение точности и скорости обработки информации.

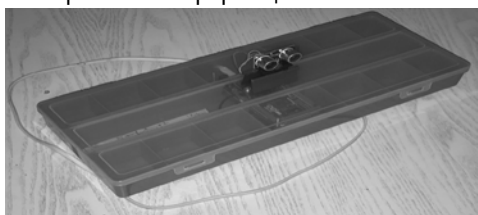


Рис. 1

На рис. 2 представлена структура программного обеспечения макета. При разработке приложения с графическим интерфейсом использовалась библиотека Qt C++ [3], которая позволяет организовать эффективный двусторонний обмен информацией между ПЭВМ и платформой Arduino Due. На рис. 3 представлена укрупненная алгоритмическая схема основной программы ПЭВМ, реализующая его управление, оцифровку локационного сигнала и отображение на дисплее.

3. Выводы

Предложенный алгоритм может быть реализован с использованием языка C++ и библиотеки Qt для устройств с операционными системами Windows, Linux, Android.

Физическая модель показала успешную реализацию алгоритма.



Рис. 2

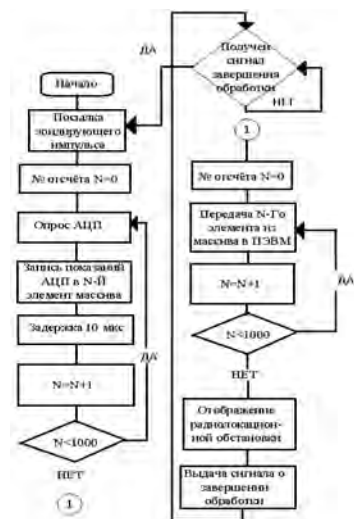


Рис. 3

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.
- [3] Шлее, М. Qt 5.10. Профессиональное программирование на C++ / М. Шлее. — М. : БХВ, 2018. — 1074 с.

DESIGN OF A MODEL OF ULTRASONIC LOCATOR WITH DIGITAL INFORMATION PROCESSING FOR A PRACTICAL WORK AT A TECHNICAL UNIVERSITY

Afonin I. L., Sheremetyev K. S., Baizdrenko A. A., Kozurman I. A.

Scientific advisor: Afonin I. L.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The possibility of implementing the ultrasonic locator software using the Arduino Due microcontroller platform is considered. A laboratory layout has been created that can be used in the educational process.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ РЕАЛИЗАЦИИ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ СИМВОЛОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ

Никутин Я. С., Начаров Д. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук Начаров Д. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: clikker23@mail.ru

Аннотация — Приведены результаты сравнительного анализа вариантов реализации искусственных нейронных сетей для распознавания символов на изображениях.

1. Введение

Искусственная нейронная сеть (ИНС) — математическая модель, построенная по принципу работы нервных клеток живого организма. Программное воплощение ИНС, обычно используют, для классификации объектов или предсказания событий; основываясь на неких входных данных. В последние годы ИНС получают все большее распространение, обусловленное с одной стороны повышением доступности высокопроизводительной вычислительной техники, а с другой стороны — появлением возможности формирования обширных баз данных, связанным с широким развитием сети интернет.

В докладе приводятся результаты сравнительного анализа вариантов реализации ИНС для распознавания символов на изображениях.

2. Основная часть

Структура ИНС прямого распространения показана на рис. 1.

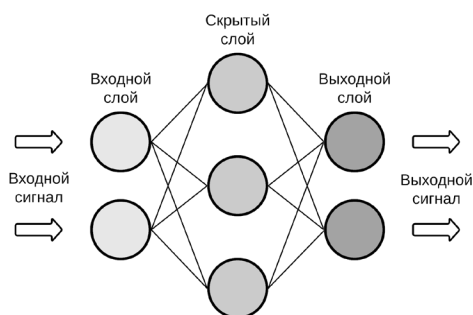


Рис. 1

ИНС состоит из слоёв (рис. 1). Слои состоят из искусственных нейронов, они изображены как кружки на рис. 1. Искусственный нейрон упрощённо моделирует биологический нейрон, который принимает несколько сигналов с предыдущего слоя, обрабатывает их и передаёт результат на следующий слой. Слои соединяются синапсами, служащими для передачи и изменения сигналов. Изменение сигнала происходит за счёт весовых коэффициентов синапсов.

Для обучения ИНС будем использовать метод обратного распространения ошибки [1].

Для распознавания символов может быть составлена обширная база входных примеров изображений и ответов к ним. Поэтому для обучения ИНС может использоваться метод обучения с учителем.

Скорость обучения и способность достигать минимума ошибки ИНС определяется величиной коэффициента обучения, который является множителем при корректировке весовых коэффициентов.

Для распознавания рукописных цифр использована база данных MNIST [2] и ИНС прямого распро-

странения, реализованная на основе методики, представленной в [1], без использования специализированных программных библиотек машинного обучения. Так как разрешение изображения составляет 28×28 пикселей, то для входного слоя включает 784 нейрона. Выходной слой содержит 10 нейронов для классификации 10 цифр. В скрытый слой в результате тестов добавлено 200 нейронов. Экспериментальным путем установлено, что наибольший процент правильных ответов ИНС, равный 95 %, обеспечивается при коэффициенте обучения, равном 0,04.

Аналогичная структура ИНС была также реализована с использованием библиотеки TensorFlow [3]: была использована модель Sequential с параметрами оптимизатора SGD с идентичным коэффициентом обучения и функцией потерь categorical_crossentropy. В результате обучения установлено, что процент правильных ответов равен 96 %

Таким образом, вариант реализации ИНС с применением специализированных программных библиотек по сравнению с вариантом реализации согласно [1] обладает следующими преимуществами: простота написания кода, больший процент правильных ответов ИНС. К недостаткам такого варианта следует отнести время обучения ИНС, превышающее время обучения ИНС, реализованной по методу [1], примерно в 3 раза.

3. Заключение

Таким образом, проведен сравнительный анализ вариантов реализации ИНС для распознавания символов на изображениях, в результате которого установлено, что для создания ИНС лучше пользоваться специализированными библиотеками, но для нестандартных ИНС они могут быть не оптимизированными.

4. Список литературы

- [1] Рашид, Т. Создаем нейронную сеть / Т. Рашид. — М. : Вильямс, 2018. — 272 с.
- [2] THE MNIST DATABASE of handwritten digits [Электронный ресурс] / Yann LeCun. — Режим доступа: <http://yann.lecun.com/exdb/mnist>.
- [3] Руководства по Tensorflow [Электронный ресурс] / Tensorflow tutorials — Режим доступа: <https://www.tensorflow.org/tutorials>.

COMPARATIVE ANALYSIS OF IMPLEMENTATION OPTIONS OF SYMBOLS RECOGNITION ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

Nikutin Ya. S., Nacharov D. V.

Scientific adviser: Nacharov D. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of implementation options comparative analysis of symbols recognition artificial neural networks are presented.

СИСТЕМА ЦИФРОВОЙ ПРЕДОБРАБОТКИ И СБОРА ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ СОРТИРОВКИ МУСОРА

Савинов В. В., Капнопуло Д. В.

Научный руководитель: Савинов В. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: yasnoesolnivo@vk.com

Аннотация — Рассмотрен алгоритм цифровой обработки изображений для их стандартизации перед обучением нейронной сети. Изображения получены с фотокамеры, подключенной к одноплатному компьютеру. Приведены результаты быстрой работы алгоритма при различных условиях эксплуатации одноплатного компьютера.

1. Введение

В последние годы цифровая обработка и анализ изображений находят большое применение в различных системах промышленного контроля и сортировки.

Основные трудности состоят в том, чтобы выделить интересующий объект на изображении в независимости от фона, условий освещенности, а также классифицировать объект.

В докладе приводится алгоритм выделения объекта на фоне, рассчитанный на максимальное быстрое действие.

2. Основная часть

В качестве объекта исследования был взят мусор, так как перерабатывается всего 5—7 % мирового мусора, а остальное захоранивается. В данный момент сортировка мусора производится вручную людьми, что приводит к снижению эффективности и качества.

Так как цифровая обработка изображений предполагает работу с двумерными массивами и большим количеством данных в реальном времени, было решено использовать одноплатный микрокомпьютер *Raspberry PI 3 Model B*, позволяющий осуществлять операции данной сложности с приемлемой скоростью при минимальной цене.

При исследовании базовых возможностей микрокомпьютера в работе со сложными вычислениями был выявлен эффект «троттлинга» центрального процессора. Было решено установить систему активного охлаждения для устранения данного эффекта. Это позволило увеличить тактовую частоту процессора и, тем самым, быстрое действие алгоритма (рис 1).

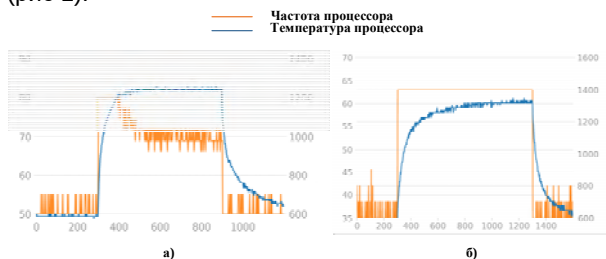


Рис. 1

При исследовании алгоритма были обнаружены следующие проблемы:

- совпадение цвета фона и объекта (его частей), прозрачность объекта;
- неравномерные границы объекта;
- паразитные оптические явления (блики, тени, шумы);

— невозможность использования сложных методов обработки.

Для уменьшения влияния данных эффектов были использованы следующие конструктивные решения:

— однородный матовый фон, редко использующегося цвета;

— равномерное освещение несколькими источниками света, имитирующих «естественный» свет температуры 4000 К.

Большую и обширную базу библиотек, связанную с обработкой изображений и видеопотока, содержат языки программирования *Python* и *C++*.

Сравнение быстрого действия выполнения алгоритма на двух языках представлено в таблице 1.

Таблица 1

Python		C++	
Stock	OC	Stock	OC
0,623 с	0,574 с	0,112 с	0,093 с

Для быстрой работы алгоритма важно использовать базовые методы цифровой обработки сигналов, не требующие большой вычислительной мощности, но дающие приемлемые результаты [1]. На рис. 2 представлена структурная схема алгоритма.

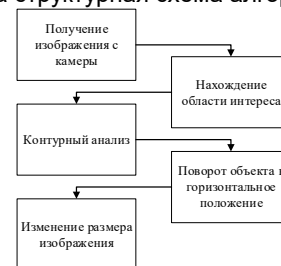


Рис. 2

3. Заключение

Проведена оптимизация одноплатного микрокомпьютера *Raspberry PI 3 Model B* рассчитанная на максимальную производительность для поставленной задачи.

Разработан и исследован алгоритм цифровой предобработки изображений мусора с необходимыми условиями для дальнейшей классификации. Точность алгоритма составила 0,991.

4. Список литературы

- [1] Кэлер, А. Изучаем OpenCV 3 / А. Кэлер, Г. Брэдки; пер. с англ. Слинкина А. А. — М. : ДМК Пресс, 2017. — 826 с.

IMAGE PROCESSING AND COLLECTION FOR GARBAGE SORTING SYSTEM

Savinov V. V., Kapnopulo D. V.

Scientific adviser: Savinov V. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — Algorithm for image processing is considered for their standardization before training a neural network. Images were taken from a camera connected to a single board computer. The results of the performance of the algorithm under various operating conditions of a single-board computer are presented.

СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИИ МУСОРА

Савинов В. В., Капнопуло Д. В.

Научный руководитель: Савинов В. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: yasnoesolniwko@vk.com

Аннотация — Рассмотрен способ классификации мусора при помощи сверточной нейронной сети, обученной на небольшом количестве предварительно обработанных данных. Приведена точность определения на обработанных и необработанных изображениях на двух категориях мусора.

1. Введение

В настоящее время выполнение сложных вычислительных задач может осуществляться с помощью компьютеров с достаточно малыми габаритами. На основе микрокомпьютера, размером с банковскую карту, возможно, с легкостью, разворачивать автоматизированную систему.

В ходе исследования была рассмотрена система на основе сверточной нейронной сети для классификации мусора по изображениям, полученным в реальном времени.

2. Основная часть

На рынке одноплатных компьютеров представлено множество моделей, различающихся ценой, функционалом и производительностью. В таблице 1 представлены модели, обладающие приемлемой ценой и эффективностью.

Таблица 1

	RPI 3B	RPI 4b	Jetson Nano	Banana PI
Частота ЦП, ГГц	1,2 (1,4)	1,5 (2,1)	1,5	1,2
ОЗУ, Гб	1	2/4/8	2/4	2
Интерфейсы	GPIO CSI USB	GPIO CSI USB	GPIO CSI USB	GPIO CSI USB
Цена, руб	6000	7250	9000	10000

По совокупностям характеристик целесообразно использовать модель микрокомпьютера *Raspberry Pi 3 model B*.

Для получения качественных данных необходимо статичное положение камеры, качественное освещение и однородный фон. Под эти требования был собран макет, структурная схема которого представлена на рис. 1, в котором камера была вмонтирована в специально разработанный корпус, состоящий из переработанных материалов.



Рис. 1

Существует множество архитектур нейронных сетей, однако для классификации изображений лучше всего подходят сверточные нейронные сети.

При поиске данных для обучения нейронных сетей была обнаружена проблема неоднородности данных: различные соотношения сторон, цвет фона,

паразитные оптические явления, поэтому предобработка данных используется для их стандартизации.

В ходе исследования использовались обработанные и необработанные данные для сравнения точности распознавания типа мусора, так как на обработку тратится малое количество времени, но значительно повышает точность.

На рис. 2 изображены: макет, на котором проходило исследование (а); сырое изображение (б); обработанное изображение (в).



Рис. 2

3. Заключение

Приведен пример обработанных и необработанных данных, структурная схема макета и одноплатный компьютер.

Исследована точность классификации изображений при помощи сверточной нейронной сети.

Стандартизированные данные позволили увеличить точность определения на 3% при увеличении работы алгоритма на 70 миллисекунд.

4. Список литературы

- [1] Шолле, Ф. Глубокое обучение на Python / Ф. Шолле. — СПб.: Питер, 2018. — 400 с.

GARBAGE CLASSIFICATION SYSTEM

Savinov V. V., Kapnopulo D. V.

Scientific adviser: Savinov V. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A method for classifying garbage using a convolutional neural network trained on a small amount of preprocessed data is considered. The accuracy of determination on processed and unprocessed images on two categories of garbage is given.

**Мультисервисный оператор
Севстар (ООО «СевСтар ИСПС»)**

г. Севастополь, ул. Хрусталева, 74а.
Тел. +7 (978) 899 00 00



Севстар — крупнейшая Компания в г. Севастополь, предоставляющая услуги скоростного интернета, телевидения и цифровых решений.

Миссия компании — создавать доступную цифровую инфраструктуру в родном городе, чтобы жизнь каждого становилась интереснее, насыщеннее и комфортнее!

Секция 7

ЦИФРОВАЯ И АНАЛОГОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

БЛОК РЕГИСТРАЦИИ СИГНАЛОВ МЕТОДОМ ЦИКЛИЧЕСКОЙ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ

Егоров В. В., Карташова М. В.
 Научный руководитель: Егоров В. В.
 Московский авиационный институт, Россия
 E-mail: skb-4@bk.ru

Аннотация — Проведён обзор литературы о вольтамперометрических исследованиях концентрации нейромедиаторов в мозге подопытных животных. На основе этого были сформулированы технические требования к разрабатываемому устройству, с помощью которого можно решать такие задачи, а также был разработан прототип блока регистрации сигналов.

1. Введение

В актуальных задачах измерения концентрации нейромедиаторов в мозге подопытных животных применяется метод циклической вольтамперометрии как наиболее адекватный данному исследованию, согласно [1]. Для осуществления эксперимента потребовалась разработка прибора, позволяющего в реальном времени регистрировать сигналы циклической вольтамперометрии (на индикаторном электроде), записывать их в память и отправлять на блок обработки по беспроводной линии связи.

2. Основная часть

Для решения поставленной конструкторской задачи на первом этапе потребовалось проведение научных исследований с целью определить требования к характеристикам устройства. В частности, большое внимание было уделено оценке требуемого объёма памяти устройства с целью подбора наиболее оптимального баланса между точностью измерения и габаритами платы.

Важным аспектом при решении задачи являлось то, что разрабатываемый блок должен быть достаточно миниатюрным, чтобы быть закреплённым на голове подопытного животного (крысы) и при этом выполнять измерения с необходимой точностью. Под точностью измерений в данном случае понимается частота дискретизации измеряемого сигнала и количество его записанных периодов.

Период подаваемого сигнала составляет 100 мс. Концентрация нейромедиаторов будет регистрироваться в течение $\Delta = 60$ с. Это означает, что могут быть проведены 600 измерений с последующим усреднением. Исходя из данных, приведённых в [2], считаем, что пик тока, свидетельствующий о наличии исследуемого вещества в растворе, имеет ширину $\tau = 0,25$ мс. Следовательно, для его корректной регистрации требуется минимум 2 отсчёта на его ширине, то есть частота дискретизации

$$f_d \geq \frac{2}{\tau}$$

Таким образом, f_d составила 8 кГц. При использовании 8-битного АЦП ($N=8$) объём памяти, требуемой для непрерывной записи информации на рассчитанной частоте в течение 60 с составит

$$M = N \cdot f_d \cdot \Delta = 8 \cdot 8000 \cdot 60 = 3840000 \text{ бит.}$$

Под данный объём памяти была подобрана малогабаритная микросхема серии AT45DB, управляемая по интерфейсу SPI.

Дальнейшая подборка элементной базы в соответствии с требованиями к устройству осуществлялась согласно структурной схеме устройства, приведённой на рис. 1, где МК — микроконтроллер,

ЦАП — цифро-аналоговый преобразователь, АЦП — аналого-цифровой преобразователь.

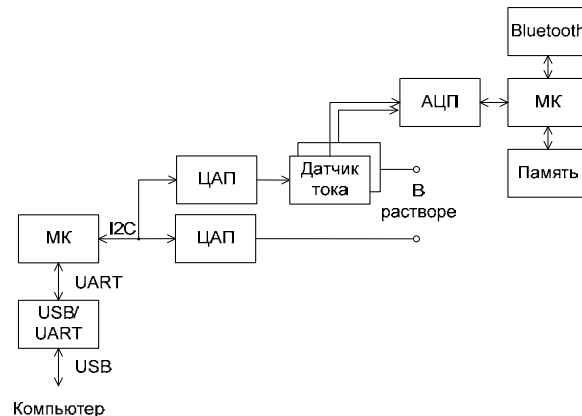


Рис. 1

На основании данной структурной схемы был изготовлен прототип устройства с целью проведения экспериментов, подтверждающих корректность его работы.

3. Заключение

Таким образом, проведённый обзор источников и расчёты определили требования к разрабатываемому устройству, прототип которого изготовлен и в данный момент проходит испытания, подтверждающие его применимость для решения поставленной научной задачи.

4. Список литературы

- [1] Puthongkham, P. Recent advances in fast-scan cyclic voltammetry / P. Puthongkham, B. J. Venton // Analyst, 2020. — №145. — С. 1087—1102.
- [2] Михайлова, М. А. Влияние острой инъекции этанола на мезолимбическую систему дофамина свободноподвижных крыс / М. А. Михайлова, Р. Р. Гайнетдинов // Российский физиологический журнал им. Сеченова, 2019. — Т. 105. — № 7. — С. 853—860.

RECORDING OF SIGNALS UNIT BY CYCLIC VOLTAMMETRY

Egorov V. V., Kartashova M. V.
 Scientific adviser: Egorov V. V.
 Moscow Aviation Institute (National Research University), Russia

Abstract — A review of the literature on voltammetric studies of the concentration of neurotransmitters in the brains of experimental animals was conducted. Based on the data obtained, the technical requirements for the device with which it possible to solve such tasks were formed. A prototype of the recording of signals unit was also developed.

РАЗРАБОТКА МОДУЛЬНОГО ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЯЕМОГО РОБОТА

Егоров В. В., Родин Ф. М., Малыш И. И.
 Научный руководитель: Егоров В. В.
 Московский авиационный институт, Россия
 E-mail: skb-4@bk.ru

Аннотация — Разработан модульный гусеничный робот с дистанционным управлением, способный также функционировать автоматически.

1. Введение

Потребность в ведении работ в местах, куда проникнуть человеку проблематично, всегда была актуальна. Последнее десятилетие с этим справляются различные роботы. Также на волне последних событий с пандемией стало актуально удалённое участие человека в той или иной деятельности, в частности касательно транспортировки грузов. Для решения данной задачи разработан робот с возможностью дистанционного управления, который способен преодолевать препятствия в виде порогов и лестниц.

2. Основная часть

Робот состоит из двух основных частей — тележки и манипулятора, закрепленного на ней. Конструкция тележки представляет собой ромбовидную гусеничную машину с пружинной подвеской Кристи. Изображение робота приведено на рис. 1.



Рис. 1

Корпус сделан из алюминиевых П-образных профилей и листов жести, скрепленных между собой болтовыми соединениями. С каждой стороны установлено по гусенице, натягивающейся тремя стальными опорными катками, подпертыми пружинами. Конструкция имеет высокую прочность, проходимость и грузоподъемность (до 10 кг).

В настоящее время разрабатывается модуль манипулятора, который будет установлен на тележке сверху.

Робот питается от свинцово-кислотного аккумулятора напряжением 12 В и емкостью 7 А*ч. Бортовая сеть защищена от перегрузок и коротких замыканий. В передней части робота на одноосевом подвесе установлена цифровая фото-видеокамера и цифровой тепловизор. Для работы в условиях недостаточной освещенности спереди установлена светодиодная фара. Управление подвесом происходит при помощи сервомоторов. Также на роботе имеются датчики температуры, влажности и давления. В передней и задней частях робота установлены ультразвуковые датчики расстояния. К бортовому вычислителю подключен Wi-Fi модуль, 4G-модем и GPS/GLONASS приемник.

Главным вычислительным узлом является тонкий клиент, работающий на ОС Ubuntu Server 16.04.

Схема оборудования робота представлена на рис. 2.

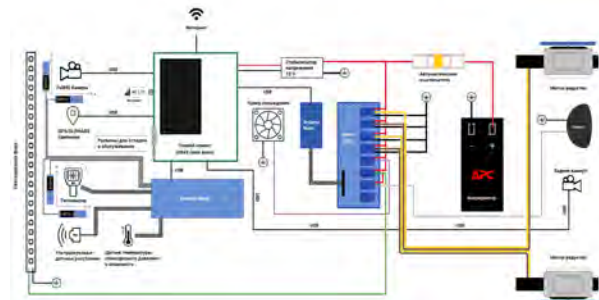


Рис. 2

Управление роботом может осуществляться как в ручном, так и в автоматическом режиме. В автоматическом режиме робот самостоятельно выполняет различные действия при помощи нейросети, анализирующей данные камеры, тепловизора и иных датчиков. Например, если робот распознает человека, то он начнет двигаться в его направлении. Так же при помощи встроенного датчика температуры робот способен построить тепловую карту помещения. Управление роботом может осуществляться через веб-интерфейс, API, SSH-консоль.

3. Заключение

Разработанное устройство способно выполнять различные задачи как в автоматическом, так и в ручном режиме, преодолевая различные препятствия. Устройство легко модернизировать и применять во многих областях, где рационально внедрение автоматизации.

4. Список литературы

- [1] Встраиваемая система управления гусеничным роботом / Н. П. Кобызов [и др.] // Всерос. науч. конф. по проблемам управления в технических системах. — 2017. — № 1. — С. 182—185.
- [2] Flask [Электронный ресурс] / Викиучебник. — Режим доступа: <https://ru.wikibooks.org/wiki/Flask>.

DESIGN OF A MODULAR ROBOT WITH REMOTE CONTROL

Egorov V. V., Rodin F. M., Malyshev I. I.
 Scientific adviser: Egorov V. V.
 Moscow Aviation Institute, Russia

Abstract — In the article, the design of a modular crawler robot with remote control, which can operate automatically, is described.

АНАЛИЗ ТЕМПЕРАТУРНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ КАСКАДА НА БИПОЛЯРНОМ ТРАНЗИСТОРЕ

Мельников А. В., Хижинский А. И.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Мельников А. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: mel.anat@mail.ru

Аннотация — Проведен анализ температурной стабильности каскада на биполярном транзисторе. Получено выражение для расчета коэффициента неустойчивости S , учитывающее влияние параметров элементов схемы. Приведены рассчитанные зависимости изменения коэффициента S при изменении номиналов элементов схемы.

1. Введение

Важнейшими требованиями, которым должна отвечать схема современного электронного, в том числе, усилительного устройства, являются его высокая стабильность работы на постоянном токе и малая зависимость режима от внешних условий эксплуатации. Температурная зависимость параметров электронных устройств создает большие трудности при построении стабильных измерительных усилителей, предназначенных для работы в широком температурном диапазоне. Для обеспечения стабильности работы усилительного устройства используют как специальные схемы формирования смещения транзистора, так и режимные методы [1, 2].

2. Основная часть

Схемы усилителей на биполярных транзисторах, включенных по схемам с ОЭ, ОК и ОБ, для анализа стабильности работы по постоянному току могут быть обобщены и приведены к виду, изображенному на рис. 1.

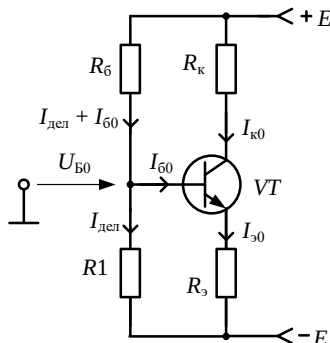


Рис. 1

На рис. 1 показаны постоянные составляющие токов, протекающие в схеме в отсутствие сигнала на входе. Сопротивление источника сигнала должно быть включено, в зависимости от схемы включения транзистора, либо в R_6 , либо в R_3 .

В результате анализа схемы было получено выражение для тока коллектора

$$I_K = \frac{h_{21Б}(E - I_{дел}R_6)}{R_3 + R_6 - h_{21Б}R_6} + \frac{R_3 + R_6}{R_3 + R_6 - h_{21Б}R_6} I_{КБ0}, \quad (1)$$

где I_K — ток коллектора в точке покоя; $I_{КБ0}$ — обратный ток коллектора; $h_{21Б}$ — статический коэффициент передачи тока транзистора.

В выражении (2) на изменение тока коллектора в точке покоя влияет, в основном, только $I_{КБ0}$. С учетом этого для коэффициента неустойчивости S получаем:

$$S = \frac{dI_K}{dI_{КБ0}} = \frac{1}{1 - \frac{h_{21Б}R_6}{R_3 + R_6}}. \quad (2)$$

На рис. 2 изображена зависимость коэффициента неустойчивости S от сопротивлений резисторов в R_6 и R_3 . Видно, что с увеличением сопротивления резистора R_3 и уменьшением сопротивления резистора R_6 стабильность работы каскада по постоянному току повышается.

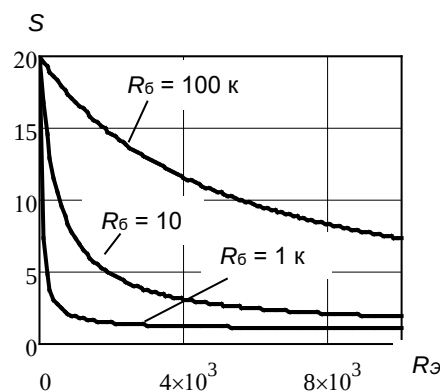


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, получено выражение для расчета коэффициента неустойчивости S усилительного каскада на биполярном транзисторе, приведены зависимости S от параметров элементов схемы, даны рекомендации по повышению стабильности положения точки покоя усилительного каскада.

4. Список литературы

- [1] Павлов, В. Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств / В. Н. Павлов. — М.: Академия, 2008. — 287 с.
- [2] Мельников, А. В. Исследование влияния параметров неидеальности операционного усилителя на температурный дрейф выходного напряжения / А. В. Мельников, В. В. Требунский // Матер. 12-ой Междуна. молодежной науч.-техн. конф. «Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций» «РТ-2016». — Севастополь, 14—18 нояб. 2016 г. — Севастополь: Изд-во СевГУ, 2016. — С. 172.

ANALYSIS OF THE TEMPERATURE STABILITY OF THE CASCADE ON A BIPOLAR TRANSISTOR

Melnikov A. V., Hizhinskiy A. I.

Scientific adviser: Melnikov A. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The analysis of the temperature stability of the bipolar transistor cascade is carried out. An expression is obtained for calculating the instability of S coefficient, which takes into account the influence of the parameters of the circuit elements. The dependences of the change in the S coefficient when changing the nominal values of the circuit elements are given.

УСТРОЙСТВО ПЕРЕНОСА ЧАСТОТ КОЛЕБАНИЙ В СЛЫШИМЫЙ ДИАПАЗОН

Золотенкова М. К., Егоров В. В.
Московский авиационный институт, Россия
E-mail: skb-4@bk.ru

Аннотация — Разработан прибор, позволяющий с минимальными искажениями переносить колебания ультразвукового диапазона в слышимый для последующей их обработки на стандартных устройствах регистрации звуковых колебаний.

1. Введение

В различных научных и практических задачах, таких как поиск утечки газов, поиск коронного и искрового разрядов, анализ структуры сигнала, издаваемого летучими мышами и насекомыми и анализ структуры ультразвукового шума в задачах охраны труда, часто возникает необходимость записи и обработки сигналов частотного диапазона выше 20 кГц с помощью устройств, рассчитанных на работу с сигналами слышимого диапазона, в частности звуковых плат ПК или смартфонов.

2. Основная часть

Описанная выше задача осуществима с помощью переноса частот спектра от 20 до 40 кГц в слышимый диапазон, который был бы реализован некоторым внешним устройством. Данное устройство должно быть простым и надежным в эксплуатации и при этом достаточно портативным. Нами было разработано данное устройство и изготовлен его прототип.

Особое внимание было уделено сохранению структуры спектра и минимизации вносимых искажений и помех. Математически данная задача была решена следующим образом:

$$x_{\text{ВЫХ}}(t) = (x_{\text{Ф}}(t) \cdot \cos(2\pi f_0 t)) \otimes h_{\text{ФНЧ}}(t),$$

где $h_{\text{ФНЧ}}(t)$ — импульсная характеристика фильтра низких частот, $\otimes$ — оператор свертки, $x_{\text{Ф}}(t)$ — подготовленный входной сигнал, f_0 — величина сдвига частоты, в данном случае равная 20 кГц.

Под подготовленным сигналом подразумевается входной акустический сигнал с подавленными спектральными составляющими ниже 20 кГц, что необходимо осуществить во избежание интермодуляционных искажений, то есть

$$x_{\text{Ф}}(t) = x_{\text{ВХ}}(t) \otimes h_{\text{ФВЧ}}(t),$$

где $h_{\text{ФВЧ}}(t)$ — импульсная характеристика фильтра высоких частот, $x_{\text{ВХ}}(t)$ — сигнал, поступающий с микрофона.

Структурная схема устройства, решающая данную математическую задачу, приводится на рис.1. Помимо прочего на данной схеме присутствуют полосно-пропускающий фильтр (ППФ), убирающий паразитные гармоники генератора, модулятор (М), осуществляющий операцию умножения и усилитель низких частот (УНЧ), усиливающий выходной звуковой сигнал.



Рис. 1

Нами был проведен обзор существующих аналогов данной разработки и наибольший интерес с точки зрения выбранных критериев представили статьи [1] и [2].

В статье [1] смещение частоты производилось цифровым способом, что приводит к искажению структуры сигнала. В статье [2] представлена схема, в которой отсутствует ФВЧ, что приводит к интермодуляционным искажениям сигнала после умножения.

Одним из критериев при разработке была относительная простота схемотехнических решений, однако для достижения наивысшего качества выходного сигнала на параметры ФНЧ и ФВЧ накладывались требования по прямоугольности их частотных характеристик и минимальным фазовым искажениям, а также высокие требования по уровню фазовых шумов генератора и низкому коэффициенту гармоник.

3. Заключение

На основе структурной схемы была рассчитана принципиальная электрическая схема, собран макет устройства и проведены испытания, которые показали эффективность и корректность предложенных схемотехнических решений. В перспективе предполагается разработка приложения для смартфона, позволяющего анализировать сигналы прибора в реальном времени.

4. Список литературы

- [1] Богатики, Е. В. Устройство обнаружения и цифровой обработки ультразвуковых сигналов / Е. В. Богатики, А. Н. Шебанов, К. Э. Ангарита Лорес // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. — 2019. — Т. 12. — № 3. — С. 25—36.
- [2] Radiochipi [Электронный ресурс] / Устройство для прослушивания ультразвука. — Режим доступа: <https://www.radiochipi.ru/ustroystvo-dlya-proslushivaniya-ultrazvuka>.

DEVICE FOR TRANSFER OF VIBRATION FREQUENCIES IN THE HEARING RANGE

Zolotenkova M. K., Egorov V. V.
Moscow Aviation Institute, Russia

Abstract — In the paper, the precision device to transfer vibrations of the ultrasonic range to the audible one for their subsequent processing on standard sound vibrations recording devices is described.

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО СВЕТИЛЬНИКА ДЛЯ ТЕПЛИЦ

Широков И. Б., Евдокимов П. А., Соколова М. И., Широкова Е. И.

Научный руководитель: д-р техн. наук, доц. Широков И. Б.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: evdokimov@ieee.org

Аннотация — В работе описан разрабатываемый программируемый светодиодный светильник, приведена его структурная схема и светотехнические характеристики.

1. Введение

При выращивании растений в теплице одной из главных задач является обеспечение оптимального светового режима для каждого растения. Уменьшение естественной инсоляции, вызванное, например, коротким световым днем в осенне-зимний период или особенностью конструкции и расположением теплицы, приводит к световому голоданию растения. Для сохранения оптимальных условий для роста растений необходимо использовать источники искусственного освещения.

2. Основная часть

В настоящее время известно множество источников искусственного освещения для выращивания растений.

Однако существующие источники света такие, как лампы накаливания, натриевые и люминесцентные светильники обладают рядом недостатков, которые не позволяют организовать высокоэффективное искусственное освещение растений [1-2].

Основываясь на сравнительном анализе источников освещения, представленном в работе [3], можно утверждать, что светодиод является наиболее эффективным источником искусственного света для теплиц.

Для создания эффективного и универсального светодиодного светильника необходимо обеспечить возможность индивидуальной настройки освещения для любого вида растений.

Структурная схема разрабатываемого программируемого светодиодного светильника приведена на рис. 1.



Рис. 1

При помощи устройства с программным обеспечением можно управлять светильником и настраивать спектр, интенсивность излучения и фотопериод индивидуально для каждого растения.

Светодиодная матрица светильника состоит из нескольких управляемых групп фитосветодиодов, 4 группы светодиодов Sunlike различной цветовой температуры (6500K, 5000K, 4000K, 3000K) и 2 группы светодиодов, соответствующие пику поглощения пигмента хлорофилла (445 нм и 660 нм).

Минимальное значение PPFD (плотность фотосинтетического фотонного потока), которое можно

получить при помощи такой матрицы составляет 350 мкмоль/(с·м²) при высоте подвеса светильника 30 см [3].

Управление матрицей осуществляется при помощи CAN интерфейса из блока управления.

Расчет параметра DLI (дневного светового интеграла) светильника производится согласно следующему выражению:

$$DLI = \frac{PPFD \times 3600 \times T_p}{1000000},$$

где T_p — фотопериод.

Результаты вычислений приведены в таблице 1.

Таблица 1

Высота подвеса, м	PPFD мкмоль/(с·м²)	Фотопериод (часов в день)				
		16	14	12	10	8
0.6	87	5	4	4	3	2
0.5	126	7	6	5	4	4
0.4	197	11	10	8	7	6
0.3	350	20	17	15	12	10
		DLI, моль/(м²·день)				

3. Заключение

Предложен к рассмотрению светодиодный светильник с возможностью индивидуальной настройки освещения для каждого растения. Приведена структурная схема светильника и рассчитан его параметр дневного светового интеграла (DLI) в зависимости от высоты подвеса и длительности фотопериода.

4. Список литературы

- [1] Девятых, Э. В. Люминесцентные лампы. Люминофоры и люминофорные покрытия / Э. В. Девятых, В. Ф. Дадонов. — Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2007. — 344 с.
- [2] Ефимкина, В. Ф. Светильники с газоразрядными лампами высокого давления / В. Ф. Ефимкина, Н. Н. Софроню. — М. : Энергоатомиздат, 1984. — 104 с.
- [3] Evdokimov, P. Intelligent greenhouse lighting / P. Evdokimov, E. Shirokova, I. Shirokov // Достижения и перспективы инноваций и технологий, Керчь, 29 апреля, 2021. — Р. 29—34.

DESIGN OF INTELLIGENT LIGHTING FOR GREENHOUSE

Shirokov I. B., Evdokimov P. A., Sokolova M. I., Shirokova E. I.

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

Abstract — In the paper, the design of programmable LED lamp is described; its block diagram and lighting characteristics are given.

РАЗРАБОТКА РЕЗИСТИВНОГО ДАТЧИКА ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ

Скорик И. В., Иванченко Ю. А.

Научный руководитель: канд. техн. наук Скорик И. В.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: IVSkorik@sevsu.ru

Аннотация — Описан принцип работы резистивного датчика влажности почвы; приведена сравнительная характеристика относительно датчиков влажности других типов.

1. Введение

Электронный датчик влажности, или гигрометр — это устройство, предназначенное для измерения значения относительной влажности среды и преобразования полученного аналогового сигнала в цифровой, а также в стандартный сигнал напряжения. Одна из разновидностей устройства по принципу действия — резистивный гигрометр. В настоящей статье представлен принцип работы резистивного гигрометра, а также перечислены его преимущества относительно гигрометров других разновидностей.

2. Основная часть

Резистивный датчик влажности представляет собой вилочный зонд, состоящий из двух стержней изоляционного материала, на поверхности которых на некотором расстоянии друг от друга закрепляются электроды. На подложку между электродами наносится слой проводящего материала.

На рис. 1 показана схема резистивного датчика влажности.

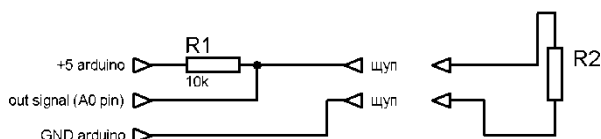


Рис. 1

Описанный датчик влажности действует как переменный резистор. В основе его работы лежит свойство некоторых проводящих материалов впитывать влагу, за счет чего изменяется омическое сопротивление элемента. По мере накопления влаги на поверхности проводящего слоя сопротивление такого резистора пропорционально уменьшается и возрастает сила протекающего через электроды электрического тока. За счет измерения силы тока или падения напряжения на резистивном элементе осуществляется контроль влажности.

В качестве проводящего материала в резистивных гигрометрах применяются порошковые пористые структуры. Наиболее часто в этих целях используют порошок оксида алюминия. Данный оксид хорошо поглощает из внешней среды воду, при этом удельное сопротивление его заметно изменяется. В результате общее сопротивление цепи измерения такого датчика будет значительно зависеть от влажности, что обеспечивает высокую чувствительность прибора.

На рис. 2 наглядно показана зависимость сопротивления проводящего материала от уровня влажности среды.

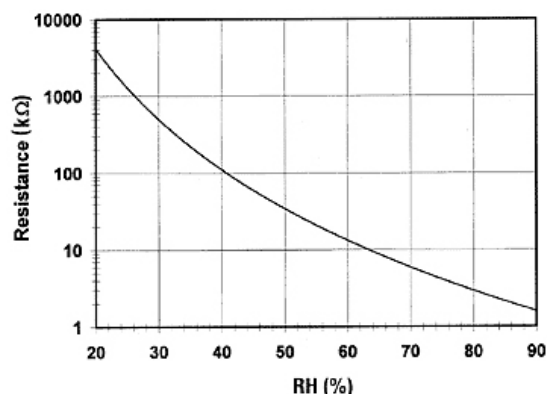


Рис. 2

Датчик также содержит электронный модуль, который соединяет его с микроконтроллером. В соответствии с сопротивлением датчика модуль выдает выходное напряжение, которое доступно на выходе аналогового выхода. Этот же сигнал подается на высокоточный компаратор для его оцифровки, с выхода которого сигнал подается на вывод цифрового выхода.

В таблице 1 приведена сравнительная характеристика преимуществ резистивного, емкостного и теплопроводящего датчиков влажности.

Таблица 1

Резистивные датчики	Емкостные датчики	Теплопроводящие датчики
Взаимозаменяемость Возможность удаленного использования Низкая стоимость	Широкий диапазон измерений Стойкость к конденсату	Работа в коррозионной среде Работа при высокой температуре

3. Заключение

Таким образом, описан принцип работы резистивного датчика влажности почвы; приведена сравнительная характеристика относительно датчиков влажности других типов.

4. Список литературы

- [1] Фрайден, Дж. Современные датчики: справ / Дж. Фрайден. — Техносфера, 2005. — С. 413—414.
- [2] Как работает датчик влажности почвы, и его взаимодействие с Arduino [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://radioprogram.ru/post/823>.

DESIGN OF A RESISTIVE SOIL MOISTURE SENSOR

Skorik I. V., Ivanchenko Y. A.

Scientific adviser: Skorik I. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The principle of operation of a resistive soil moisture sensor is described; a comparative characteristic is given in relation to moisture sensors of other types.

УСИЛИТЕЛИ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ КЛАССА В С ИЗМЕНЯЕМЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ ЦЕПЕЙ ПИТАНИЯ

Мельников А. В., Русев В. А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Мельников А. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: mel.anat@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены принципы формирования изменяемого напряжения питания в усилителях низкой частоты (УНЧ), работающих в классе В. Пояснены особенности схемотехнического построения цепей питания с дискретным и аналоговым изменением напряжения питания.

1. Введение

Максимальная мощность звуковой частоты, отдаваемая в нагрузку, определяется как предельно допустимыми параметрами используемых элементов, так и напряжением питания усилителя низкой частоты (УНЧ). При этом анализ мощности реальных музыкальных фонограмм показывает, что средняя мощность музыкальной фонограммы значительно ниже пиковой. При этом напряжение питания УНЧ для уменьшения искажений выбирается с учетом максимальной (пиковой) мощности фонограммы, однако полное напряжение питания при воспроизведении реальной фонограммы используется редко. Работа усилителя с выходными напряжениями значительно меньше напряжения источника питания приводит к снижению КПД при средних и малых выходных мощностях. Поэтому для повышения КПД в УНЧ используют изменяемое напряжение цепей питания [1].

2. Основная часть

В современной схемотехнике есть два подхода в изменении напряжения питания: ступенчатое и плавное.

На рис. 1 условно изображены диаграммы напряжений для двухтактных каскадов в режиме В, работающих со ступенчатым и плавным изменением напряжения питания.

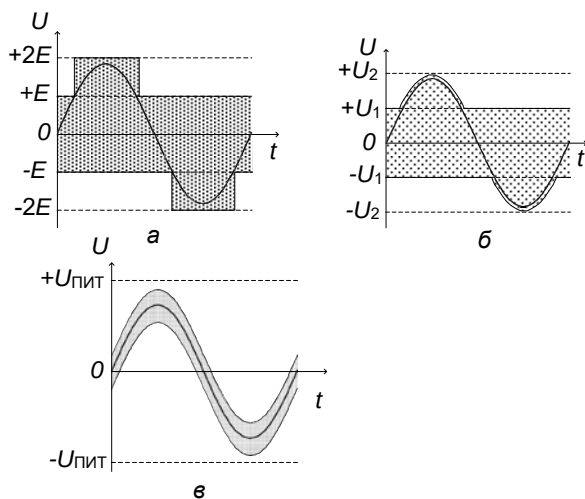


Рис. 1

На рис. 1, а изображена диаграмма работы усилителя, у которого имеется две шины питания, подключаемых к выходным каскадам. Шины питания переключаются ступенчато в зависимости от уровня выходного напряжения. Если напряжение сигнала на выходе повышается и достигает уровня E , то к око-

нечному каскаду подключается шина питания с более высоким напряжением ($2E$), если снижается ниже E , то каскад подключается к шине с более низким напряжением питания.

Для питания оконечных каскадов может использоваться одна шина питания, напряжение на которой схема управления может изменять дискретно. При дискретном изменении напряжения питания в таких схемах основным элементом является схема удвоения, реализованная на накопительном конденсаторе большой емкости, который подзаряжается от основного источника питания. На пиках мощности этот конденсатор подключается схемой управления последовательно с основным источником питания и напряжение удваивается.

На рис. 1, б, в изображены диаграммы при питании оконечного каскада от одной аналоговой шины питания. Специальные схемы «отслеживают» напряжение на выходе и изменение напряжения на шине питания производят так, чтобы напряжение питания всегда было на несколько вольт больше, чем напряжение сигнала на выходе.

Усилители с изменяемым напряжением питания могут найти применение в переносных усилителях, в том числе в мобильных телефонах, где повышение КПД является актуальным, а также в усилителях с низковольтным напряжением, например, в автомобильных УНЧ, что позволит уменьшить искажения при воспроизведении пиковой мощности музыкальных фонограмм

3. Заключение

Таким образом, рассмотрены принципы формирования изменяемого напряжения питания усилителей низкой частоты. При этом УНЧ с изменяемым напряжением цепей питания позволяют повысить КПД усилителей, работающих в классе В, а также, при использовании в усилителях с низковольтным напряжением питания, позволяют уменьшить искажения при воспроизведении пиковой мощности музыкальных фонограмм, что особенно важно в автомобильных усилителях мощности низкой частоты.

4. Список литературы

- [1] A class-G switched-capacitor RF power amplifier / S-M Yoo [et. al.] // IEEE Journal of solid-state circuits. — 2013. — Vol. 48. — No 5. — P. 1212—1223.

CLASS B AUDIO AMPLIFIER USING VARIABLE VOLTAGE SUPPLY CIRCUITS

Melnikov A. V., Rusev V. A.

Scientific adviser: Melnikov A. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The principles of the creation of a volatile supply voltage in low-frequency amplifiers operating in class B are considered. The features of the circuit design of power supply circuits with discrete and analog variation of the supply voltage are explained.

РАЗРАБОТКА СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ С ИЗМЕНЯЕМЫМ НАКЛОНОМ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Ломоносов С. Е., Половцев В. С., Ломоносова Е. С., Бутурлина А. Р.

Научный руководитель: канд. техн. наук, с. н. с. Ломоносов С. Е.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: LomnosSGY@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен порядок расчета мощности солнечной электростанции для проекта жилого дома, обоснованы характеристики и конструкция панелей, представлены требования к системе управления, ее структура. Определены направления дальнейших исследований.

1. Введение

В настоящее время существует специальный термин «солнечная архитектура», обозначающий особый подход к возведению зданий, учитывающий возможности солнечной энергии [1]. Размещая солнечные установки на жилых конструкциях, необходимо делать поправку на парусность, массу, расположение и размеры строения, требуемую потребляемую мощность и т.д.

В докладе представлена система управления солнечной электростанцией с подвижными панелями для спроектированного авторами жилого дома.

2. Основная часть

Жилой дом (рис. 1) представляет собой двухэтажное здание с двускатной крышей, ориентация скатов — север — юг, пригодная для монтирования солнечных панелей площадь — 70 м².

При проектировании жилого здания и конструировании системы его электроснабжения в первую очередь подлежит расчету потребляемые жителями мощности и их распределение по временам года. Так, для среднестатистической семьи, при наличии газового снабжения, потребляемая электроэнергия составляет от 8 зимой до 25 кВт·ч/сут летом.

Учитывая ветровую обстановку в Крыму, предлагается использовать небольшие по размеру панели мощность 100 Вт с габаритами до 1200×700×40 и площадью 0,84 м². соответственно. Для спроектированного дома максимальное количество солнечных панелей с учетом технологических требований монтирования составляет 45 штук (рис. 1).



Рис. 1

В докладе приведен анализ распределения мощностей солнечной электростанции при различных углах наклона панелей на широте г. Севастополя [2].

Данные показывают, что площади солнечных панелей не позволяют круглогодично обеспечить потребителей требуемыми мощностями в случае ре-

ализации статической конструкции электростанции. Угол наклона кровли совпадает с нормативным и составляет 23 град.

Авторами предложено использовать панели с возможностью изменения угла наклона от 23 до 70 градусов в вертикальной плоскости. Такая конструкция позволяет увеличить производительность электростанции до 5 % в зависимости от времени года.

Такая динамическая конструкция нуждается в более сложной системе управления, чем обычная электростанция. Поскольку конструкция панелей состоит из фиксированной и подвижной частей, то необходимо устройство управления системой ориентации (позиционирования) и поворотного механизма (трекера). Специфика эксплуатации в Крыму требует реализации системы безопасности, включающей в себя: защиту от молний, ветровых перегрузок, снега, града, наледи в период их действия и метеостанции или системы доступа к этим данным.

Учитывая сложность конструкции электростанции, авторами разработана система управления, контроля и обслуживания энергосистемы. Эта система имеет функцию удалённого доступа для мониторинга и управления системой в дистанционном режиме. В докладе представлены режимы работы и структурная схема системы управления.

3. Заключение

Таким образом, в работе проведен анализ солнечной активности в г. Севастополе, предложена солнечная электростанция с подвижными панелями для спроектированного жилого строения. Определено, что применение панелей с изменяемым наклоном не дает ощутимого увеличения мощности, что требует от авторов дальнейших исследований в выбранной области. Разработана система управления и алгоритм ее работы.

4. Список литературы

- [1] Солнечные здания и солнечные проекты [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://zelengarden.ru/solnechnye-zdaniya-i-solnechnye-proekty>.
- [2] Расчет солнечных батарей [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.e-veterok.ru/095-solnechnye-batarei-vraschyot.php>.

DESIGN OF A SOLAR POWER PLANT WITH A VARIABLE TILT OF SOLAR PANELS

Lomonosov S. E., Polovtsev V. S., Lomonosova E. S., Buturlina A. R.

Scientific adviser: Lomonosov S.E.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — For a design of a residential building, the procedure for calculating the power of a solar power plant is considered, the characteristics and design of the panels are substantiated, the requirements for the control system, its structure are presented. Directions for further research have been identified.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ С ОРИЕНТАЦИЕЙ ПАНЕЛЕЙ «ВОСТОК-ЗАПАД»

Ломоносов С. Е., Половцев В. С., Ломоносова Е. С., Бутурлина А. Р.

Научный руководитель: канд. техн. наук, с. н. с. Ломоносов С. Е.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: LomnosSGY@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена возможность реализации солнечной электростанции для проекта придорожного кафе, предложена схема оптимального расположения панелей, выдвинуты требования по защите систем и механизмов, разработана структурная схема и алгоритм работы системы управления.

1. Введение

Трасса «Таврида» — один из самых важных объектов инфраструктуры наравне с новым терминалом симферопольского аэропорта и мостом, построенным через Керченский пролив. Все эти проекты — часть федеральной программы развития Крыма. В настоящее время строительство трассы переходит в завершающую стадию, на которой основное внимание уделяется развитию инфраструктуры и сервиса.

В докладе представлено спроектированное авторами кафе с солнечной системой электроснабжения.

2. Основная часть

Кафе спроектировано для расположения на участке трассы Бахчисарай — Севастополь вблизи монумента «Севастополь» (рис. 1).



Рис. 1

Строение представляет собой одноэтажное здание с плоской крышей и открытой верандой, пригодная для монтирования солнечных панелей площадью 180 и 154 м². соответственно.

Проведен расчет потребляемой мощности электроприборами. Учитывая отсутствие газа, круглогодичное потребление электроэнергии составляет около 38 кВт*ч/сут.

В климатических условия Крыма солнечные панели должны обладать минимальной парусностью и креплением высокой прочности. Суммарная площадь кровли позволяет разместить 45 панелей мощностью 100 Вт и размером 1100×670. Оптимальный наклон панелей — 45°, для лета — 30°, зима — 60°. Сделан вывод, что генерируемые при этом мощности (см. таблица 1) не обеспечивают необходимых потребностей [1].

Таблица 1

мес.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
45°	8,2	11,2	16,9	22,0	25,2	26,3	27,3	26,2	22,2	15,5	10	6,7
30°	7,6	11,1	17,0	23,1	27,4	29,2	30,2	27,9	22,5	15,1	9,6	6,3
60°	8,2	11,2	16,0	19,9	21,9	22,4	23,3	23,3	20,7	15,1	10,4	6,8

Кроме стационарных конструкций для установки солнечных панелей, существуют также поворотные в одной, или двух плоскостях конструкции для систем слежения за солнцем — трековые системы [2]. Использование трекеров позволяет максимально эффективно сориентировать активную поверхность солнечных панелей и значительно увеличить

производительность энергии в сравнении с фиксированным размещением. Дороговизна и высокие требования к технологии крепления каркаса полноповоротных конструкций играют решающую роль в пользу одноплоскостных конструкций типа «запад-восток». Учитывая конструкции кафе, такого типа панели возможно установить только на закрытой части строения в количестве 23 штук и схеме 22 неподвижных на крыше веранды. (рис. 1). Это позволит увеличить производительность энергии на 15—20 % для расположенных на крыше здания панелей и до 10 % для всей электростанции соответственно, что так же не позволяет в полном объеме удовлетворить потребителя.

Предложенная авторами конструкция требует наличия устройства управления системой ориентации и поворотного механизма. Безопасность и надежность эксплуатации обеспечивается системой безопасности, включающей в себя защиту от вредоносных природных явлений (молний, ветровых перегрузок, снега, града, наледи) и аппаратурой управления, настройки, контроля и обслуживания энергосистемы. Управление осуществляется путем непосредственного и удалённого доступа. В докладе представлены также алгоритм работы и структурная схема системы управления электростанции.

3. Заключение

Таким образом, проведенный в работе анализ позволяет сделать вывод о том, что задача реализации полностью автономного от внешних источников электропитания кафе остается весьма затруднительной и не предполагает замену традиционных источников энергии на солнечную, а лишь позволяет получить экономию энергии.

4. Список литературы

- [1] Солнечные здания и солнечные проекты [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://zelengarden.ru/solnechnye-zdaniya-i-solnechnye-proekty>.
- [2] Трекерная система слежения за солнцем [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://msd.com.ua/energoobespechenie-fotopanelnyami/trekernaya-sistema-slezeniya-za-solncem>.

DESIGN OF CONTROL SYSTEM FOR A SOLAR POWER STATION WITH EAST-WEST ORIENTATION OF PANELS

Lomonosov S. E., Polovtsev V. S., Lomonosova E. S., Buturlina A. R.

Scientific adviser: Lomonosov S. E.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The possibility of implementing a solar power plant for a roadside cafe project is considered, a scheme for the optimal location of panels is proposed, requirements for the protection of systems and mechanisms are put forward, a block diagram and an algorithm for the operation of the control system are developed.

РАЗРАБОТКА СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ С ПОЛНОПОВОРОТНЫМИ СОЛНЕЧНЫМИ ПАНЕЛЯМИ

Ломоносов С. Е., Половцев В. С., Ломоносова Е. С., Бутурлина А. Р.

Научный руководитель: канд. техн. наук, с. н. с. Ломоносов С. Е.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: LomnosSGY@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен порядок расчета мощности солнечной электростанции для проекта жилого дома, обоснованы характеристики и конструкция панелей, представлены требования к системе управления, ее структура. Определены направления дальнейших исследований.

1. Введение

В настоящее время существует специальный термин «солнечная архитектура», обозначающий особый подход к возведению зданий, учитывающий возможности солнечной энергии [1]. Размещая солнечные установки на жилых конструкциях, необходимо делать поправку на парусность, массу, расположение и размеры строения, требуемую потребляемую мощность и т.д.

В докладе представлена система управления солнечной электростанцией с подвижными панелями для спроектированного авторами жилого дома.

2. Основная часть

Жилой дом (рис. 1) представляет собой двухэтажное здание с плоской кровлей. Пригодная для монтирования солнечных панелей площадь — 165 м².

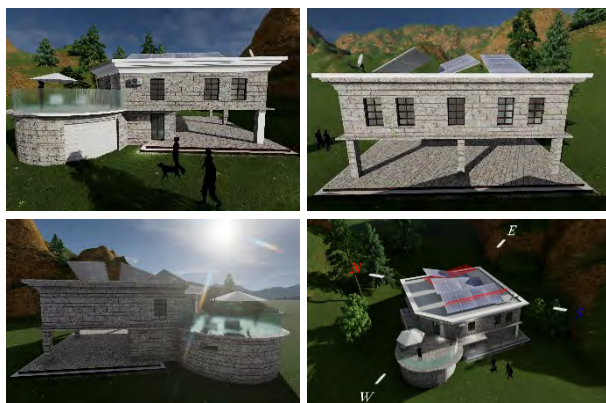


Рис. 1

При проектировании жилого здания и конструировании системы его электроснабжения в первую очередь подлжет расчету потребляемые жителями мощности и их распределение по временам года. Так, для среднестатистической семьи, при наличии газового снабжения, потребляемая электроэнергия составляет от 6 зимой до 22 кВт*ч/сут летом.

Учитывая ветровую обстановку в Крыму, предлагается использовать небольшие по размеру панели мощность 100 Вт с габаритами до 1200×700×40 и площадью 0,84 м². соответственно. Для спроектированного дома максимальное количество солнечных панелей с учетом технологических требований монтирования составляет 15 штук.

В докладе приведен анализ распределения мощностей солнечной электростанции при различных углах наклона панелей на широте г. Севастополя [2].

Данные показывают, что площади солнечных панелей не позволяют круглогодично обеспечить потребителей требуемыми мощностями в случае ре-

ализации статической конструкции электростанции. Плоская конструкция кровли позволяет использовать весь спектр наклонов и составляет от 2 до 85 град.

Авторами предложено использовать панели с возможностью изменения угла наклона от 2 до 85 градусов в вертикальной плоскости и от 0 до 180 по азимуту. Такая динамическая конструкция нуждается в сложной системе управления.

Поскольку конструкция панелей состоит из фиксированной и подвижной частей, то необходимо устройство управления системой ориентации (позиционирования) и поворотного механизма (трекера). Специфика эксплуатации в Крыму требует реализации системы безопасности, включающей в себя: защиту от молний, ветровых перегрузок, снега, града, наледи в период их действия и метеостанции или системы доступа к этим данным.

Учитывая сложность конструкции электростанции, авторами разработана система управления и интерфейс, предназначенные для настройки, контроля и обслуживания энергосистемы. Эта система имеет функцию удалённого доступа для мониторинга и управления системой в дистанционном режиме. В докладе представлены алгоритм работы и структурная схема системы управления.

3. Заключение

Таким образом, в работе проведен анализ солнечной активности в г. Севастополе, предложена солнечная электростанция с подвижными панелями для спроектированного жилого строения. Разработана система управления и алгоритм ее работы. Направлениями дальнейших исследований является разработка интерфейса управляющей программы и мониторинг текущего состояния объекта.

4. Список литературы

- [1] Солнечные здания и солнечные проекты [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://zelengarden.ru/solnechnye-zdaniya-i-solnechnye-proekty>.
- [2] Расчет солнечных батарей [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.e-veterok.ru/095-solnechnye-batarei-vraschyot.php>.

DESIGN OF CONTROL SYSTEM FOR A SOLAR POWER STATION WITH DYNAMIC PANELS

Lomonosov S. E., Polovtsev V. S., Lomonosova E. S., Buturlina A. R.

Scientific adviser: Lomonosov S. E.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — For a design of residential building, the procedure for calculating the power of a solar power plant is considered; the characteristics and design of the panels are substantiated. The requirements for the control system, its structure are presented. Directions for further research have been identified.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СОЛНЕЧНЫМИ ПАНЕЛЯМИ

Ломоносов С. Е., Ломоносова Е. С., Половцев В. С., Бутурлина А. Р.

Научный руководитель: канд. техн. наук, с. н. с. Ломоносов С. Е.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: LomnosSGY@mail.ru

Аннотация — Разработка устройства позиционирования панели солнечной батареи. Данный прибор является актуальным за счет своей возможности реализовывать отслеживание перемещения источника естественного света и позиционировать панель солнечной батареи на оптимальный угол относительно попадающего солнечного излучения.

1. Введение

Рассматривая развитие солнечных панелей, как инструмент преобразования солнечной радиации в электроэнергию, следует отметить следующие достижения, а именно увеличение КПД с изначальных 15—20 % до 35 % и более, за счет улучшения при производстве фотозлементов. Также появление трекерной системы позволило осуществлять ориентирование полотна механизма для поддержания максимально эффективного угла наклона относительно солнечного излучения. В свою очередь это увеличило выработку энергии на 20 % относительно имеющейся генерируемой мощности.

2. Основная часть

На данный момент существует пять типов альтернативных источников энергии, а именно ветрогенерация, биоэнергия, геотермальная энергия, энергия малых рек и солнечная энергия. Солнечные электростанции применяются в различных отраслях промышленности, как дополнительный или резервный источник энергии. Автономность модулей упрощает обеспечение удалённых населённых пунктов от городских коммуникаций, электроэнергии и теплоснабжения. На количество и качество генерируемой энергии влияет несколько очень важных факторов: географическое месторасположение и погодные условия [1].

Помимо погодных условий и геологии важным фактором является периферия, подключаемая к солнечной панели. Такой периферией являются: коммутаторы, контроллеры заряда, инверторы, аккумуляторные батареи, а также возможность отслеживания солнечного излучения.

Это упрощенная схема подключения солнечной станции, что включает в себя: солнечную батарею (СБ); аккумуляторную батарею (АКБ); контроллер заряда (КЗ); Пользователя.

При неподвижной установке, солнечная батарея лишается возможности корректировки полезного угла наклона. Также вследствие движения Земли вокруг Солнца, имеют место быть сезонные вариации, введу необходимости корректирования угла наклона. Необходимость в вычислении угла наклона полностью пропадает при условии наличия системы умного отслеживания.

Существует множество методов поворота полотна солнечной панели для сохранения перпендикулярного положения относительно падения солнечных лучей. Одним из таких методов является использование трекеров. Трекеры делятся на одноосевые и двухосевые. Рациональное использование тех или иных зависит только от местности, в которой будут устанавливаться солнечные панели [2].

Конструктив трекера должен обеспечивать способность выдерживать сильные ветровые нагрузки, при его работе в составе энергосистемы. С увеличением размеров рабочей поверхности увеличивается парусность комплекса. Поэтому проектировщикам часто приходится в своих решениях перераспределять нагрузки на трекер, увеличивая габариты системы.

На рис. 1 представлена общая структурная схема, на которой изображено взаимодействие сегментов между собой.

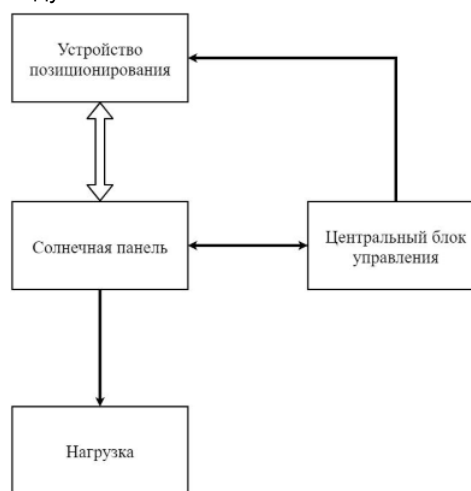


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, разработка системы управления солнечными батареями увеличит КПД на 30—40 %. Разнообразие методов решения позволяет использовать трекеры на любой местности и при любых погодных условиях.

4. Список литературы

- [1] Солнечные здания и солнечные проекты [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://zelengarden.ru/solnechnye-zdaniya-i-solnechnye-proekty>.
- [2] Трекерная система слежения за солнцем [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://msd.com.ua/energoobespechenie-fotopanelnyami/trekernaya-sistema-slezeniya-za-solncem>.

DESIGN OF A SOLAR PANEL MANAGEMENT SYSTEM

Lomonosov S. E., Polovtsev V. S., Lomonosova E. S., Buturlina A. R.

Scientific adviser: Lomonosov S. E.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The design of a panel positioning device a solar battery is considered. The device is relevant due to its ability to track the movement of the natural light source and position the panel of the solar battery at an optimal angle relative to the incident solar radiation.

ИНТЕРФЕЙС И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ ЛОКАЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

Соколова М. И., Широков И. Б.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: SokolovaM.I.2015@yandex.ru

Аннотация — Описывается структура пользовательской части системы локальной навигации: используемые модули и шины подключения между ними. Подробнее рассмотрено решение дисплея, через который пользователь будет взаимодействовать с системой.

1. Введение

В предыдущих публикациях [1] была рассмотрена локальная система навигации, основанная на приемопередатчиках и транспондерах, и метод определения в ней местоположения объекта.

Локальная система навигации 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 использование навигационной системы даже в составе автоматизированных систем управления судном, например систем автоматического причаливания.

Но, кроме автоматизированного управления, локальная навигационная система может помогать экипажу: зная точные координаты в каждый момент времени, судоводитель сможет принимать наилучшие решения при маневрировании. В этом случае в составе навигационной системы без сомнения необходим графический интерфейс.

В данной статье будет описано, как можно создать пользовательский интерфейс для такой системы.

2. Основная часть

Структурная схема пользовательской части системы представлена на рис. 1.

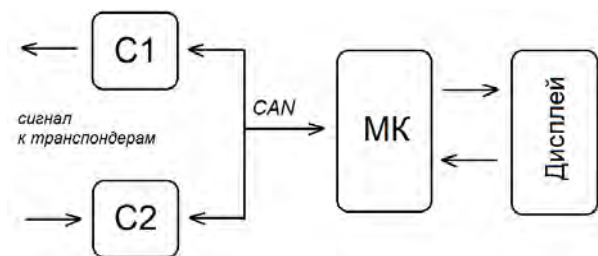


Рис. 1

Приемопередатчики C1 и C2 отправляют сигнал к транспондерам на судне.

Транспондеры посылают сигнал обратно, и с помощью фазового метода по обратным сигналам определяются расстояния между каждым из транспондеров и каждым из приемников.

В приемопередатчиках не происходит вычислений, установленные в них драйверы запрограммированы только на передачу данных далее, по интерфейсу CAN.

Этот интерфейс позволяет работать в режиме жесткого реального времени и высокоустойчив к помехам. Свойственное CAN ограничение размера пакета небольшим количеством данных не мешает в

реализации проекта, так как размера пакета хватит для передачи сдвига фаз.

Затем данные поступают в микроконтроллер (МК). МК вычисляет по полученным данным расстояния между транспондерами и приемниками, основываясь на сдвиге фаз между сигналами, прошедшими в разных направлениях (от каждого из приемников к каждому из транспондеров). У МК предусмотрено и много других функций, предусматривающих различные режимы работы, отображение текущего положения объекта и т.д.

Для осуществления этих функций служит дисплей. Он должен как отображать информацию, так и принимать ввод от пользователя. Другими словами, дисплей будет сенсорным. Существуют дисплейные модули, например от фирмы Nextion, совмещающие микроконтроллер, контроллер сенсорного экрана, флеш-память, часы реального времени и разъемы: SD-карты, шины UART, и выводов GPIO.

Для разработки графического интерфейса этого дисплея — в том числе кнопок, экранов, шкал отображения и проч., используется фирменное ПО.

SD-карта используется для загрузки созданной программы в процессор дисплея. Достаточно загрузить ее однажды, и можно удалить SD-карту — дисплей продолжит воспроизводить эту программу.

Взаимодействие дисплея и МК (модели PIC) обеспечивается подключением через шину GPIO. Как альтернативу можно также использовать Arduino или Raspberry Pi, для которых доступно подключение по UART.

3. Заключение

В статье представлена структурная схема пользовательской части локальной системы навигации. Взаимодействие с пользователем должно происходить через сенсорный дисплей. Дальнейшей задачей является разработка самого графического интерфейса, а именно программы, которая будет загружена в дисплейный модуль.

4. Список литературы

- [1] 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.

INTERFACE AND VISUALISATION FOR A LOCAL NAVIGATION SYSTEM

Sokolova M. I., Shirokov I. B.

Sevastopol state university, Russia

Abstract — The structure of the user part of the local navigation system, which includes used modules and connection buses between them, is described. The solution of the display through which the user will interact with the system is considered in more detail.

ПЕРЕПРОГРАММИРУЕМАЯ ЁМКОСТНАЯ МИНИ-КЛАВИАТУРА

Поляков А. Л., Смаилов С. Ф.

Научный руководитель: канд. техн. наук, с. н. с. Поляков А. Л.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: AL_Polykov@inbox.ru

Аннотация — Представлена мини-клавиатура для компьютера, имеющая 3 ёмкостные клавиши. Также написано приложение-драйвер, которое позволяет работать устройству на микроконтроллерах, не имеющих возможность использоваться как HID-устройство.

1. Введение

Данное устройство создается как отдельный контроллер, имеющая 3 ёмкостные клавиши. Также написано приложение-драйвер, которое позволяет работать устройству на микроконтроллерах, не имеющих возможность использоваться как HID-устройство.

2. Основная часть

Сердцем устройства будет микроконтроллер (МК). Для данного устройства можно использовать любые микроконтроллеры, имеющие возможность отправлять данные в последовательный порт. Также можно использовать микроконтроллеры ATmega 32u4, ATtiny85, STM32, но тогда необходимость в драйвере отпадет, так как они могут работать как HID-устройства.

Для реализации была выбрана плата Arduino Pro Micro с МК ATmega 32u4 [1]. В качестве среды разработки использовалась среда Arduino IDE.

Работа ёмкостных клавиш сделана с использованием библиотеки «CapacitiveSensor» [3]. Каждая клавиша использует 2 цифровых вывода микроконтроллера: вывод-передатчик, вывод-приёмник. Эти выводы соединены через резистор R, к выводу-приёмнику подключена металлическая пластина, как показано на рис. 1. В качестве пластины может выступать как медная, так и алюминиевая пластина с размерами более 5 на 5 мм, а также можно использовать фольгированный текстолит.

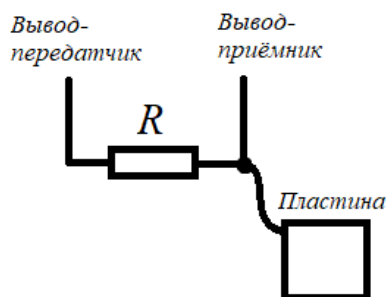


Рис. 1

Вывод-передатчик генерирует прямоугольные импульсы с постоянной скважностью 2, изменение напряжения на этом выводе приводит к изменению напряжения на выводе-приёмнике. Задержка между изменением напряжения на выводе отправки и изменением напряжения на выводе приема определяется постоянной времени RC, которая определяется соотношением $R \cdot C$, где R — значение резистора, а C — ёмкость на выводе приема плюс любая другая ёмкость (например, взаимодействие с человеческим телом).

Для начала была написана программа для проверки работы ёмкостных клавиш без использования специальных драйверов. Программа использует

встроенную в ArduinoIDE библиотеку «Keyboard». В результате проверки выяснилось, что при использовании клавиатуры никакой задержки в обработке касаний к датчикам не ощущается.

Далее было решено написать драйвер для данного устройства, позволяющий использовать не только микроконтроллеры, работающие как HID-устройства, но и любые другие микроконтроллеры, имеющие возможность отправлять данные в последовательный порт.

Драйвер написан на языке программирования Processing с использованием языка Java. Программа использует библиотеку «Serial» языка Processing, а также пакет Java «Abstract Window Toolkit».

Принцип работы драйвера прост. Для примера возьмём одну ёмкостную клавишу, касание к которой должно, к примеру, программно нажимать клавишу «x» на клавиатуре. При нажатии на ёмкостный датчик, Arduino отправляет в последовательный порт «xr», что соответствует сочетанию «x press», драйвер считывает данные символы из последовательного порта, и программно нажимает на клавишу «x». Также если касание к датчику не зафиксировано, то МК отправляет в последовательный порт символы «xr», что можно расшифровать как «x release», соответственно драйвер программно отпускает данную клавишу. Таким образом можно реализовать нажатия нескольких клавиш, используя последовательный порт микроконтроллера.

3. Заключение

Разработано устройство мини-клавиатуры, с ёмкостными клавишами, также написана программа-драйвер, позволяющая реализовать данное устройство на МК, не работающих как HID-устройство. При тестировании скорости обработки нажатий устройства с использованием и драйвера и без его использования, отличий не было обнаружено.

На данный момент ведется разработка ПО, позволяющего переназначать клавиши.

4. Список литературы

- [1] Arduino Pro Micro 5V 16MHz [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.microjpm.com/products/ad36475>.
- [2] Capacitive Sensing Library [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://playground.arduino.cc/Main/CapacitiveSensor>.

PROGRAMMABLE CAPACITIVE MINI-KEYBOARD

Polyakov A. L., Smailov S. F.

Scientific adviser: Polyakov A. L.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A mini-keyboard for a computer with 3 capacitive keys was introduced. Also has written a driver application, which allows the device to work on microcontrollers, which cannot work as a HID-device.

ШАБЛОНЫ МНОГОСЛОЙНЫХ МАТРИЧНЫХ СЕНСОРОВ

Жбанова В. Л.

Филиал «Национальный исследовательский университет МЭИ» в г. Смоленске, Россия

E-mail: vera-zhbanova@yandex.ru

Аннотация — В работе представлены современные многослойные матричные фотоприемники. Исследование носит фундаментальный характер. Предложен авторский шаблон многослойных ячеек с включенными слоями инфракрасного диапазона, что позволяет работать подобными матрицам в мультиспектральном диапазоне.

1. Введение

Современный тип многослойного матричного фотоприёмника Foveon X3 — является фотоприёмником многослойной полупроводниковой структуры (рис. 1, а). Каждая ячейка регистрирует все три основных цвета. Сущность технологии состоит в применении физического явления, в самом полупроводнике; с увеличением длины волны глубина проникновения фотонов в полупроводник возрастает [1]. Получается универсальный датчик, регистрирующий информацию всех трех цветовых компонентов (R, G, B) изображения в одной точке. Толщина и материал слоя подбираются таким образом, чтобы разделение проникающих фотонов происходило именно по тем диапазонам спектра, которые содержат основные цвета. Недостатком этого устройства является наличие трех слоев в одной ячейке, что приводит к шумам и объемному блюмингу.

2. Основная часть

Работа носит фундаментальный характер, т.к. проблемы подобных разработок в наши дни только начинают решаться. Когда Брайс Байер в 70-х годах предложил систему цветоделения на основе шаблона из 4 пикселей, ученые только начали исследовать цифровые матричные фотоприемники и ставили под сомнение перспективность внедрения этих разработок в регистраторы изображений и конкурентоспособность этих устройств перед фотопленками. Именно благодаря исследованиям и усовершенствованиям матричных фотоприемников, эти системы являются неотъемлемой частью научных достижений в различных сферах науки и техники.

Были предложены матричные фотоприемники комбинированного типа, которые объединяют системы мозаичного и многослойного типа (рис. 1, б). Это позволяет избавиться от недостатков обоих типов: упростить алгоритм интерполяции, уменьшить шумы, увеличить цветовое разрешение. А также дает возможность ввести IR канал без шумовой нагрузки на остальные цвета [2].

Предложены различные шаблоны усовершенствованной системы цветоделения. Авторами предлагается усовершенствовать матрицы многослойного типа на основе кремния: ввести функцию работы в инфракрасном диапазоне совместно с видимым спектром. Разработанный шаблон позволяет ввести всего два слоя в одной ячейке, что позволит уменьшить шумы, а также реализовать электронный горизонтальный и вертикальный дренаж. Это позволит уменьшить негативный эффект от объемного блюминга, который возникает при растекании заряда не только в соседние ячейки, но и по всем цветовым слоям. В 2019 году Sony представила смартфон с камерой в ИК-диапазоне только лишь на основе пространственного цветоделения по примеру шаблонов

Байера, где чтобы получить полноцветное изображение необходимо как минимум четыре пикселя. Авторский же шаблон на основе двух пикселей позволяет получать снимок как в видимом диапазоне, так и в ИК-области. Подобное решение дает предпосылки создавать мультиспектральные матричные фотоприемники с минимальными шумами и упрощенными методами интерполяции, распространенными в пространственных системах цветоделения — шаблонах Байера.

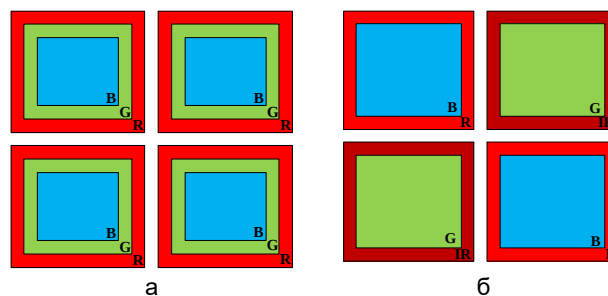


Рис. 1

Предложенный шаблон является одним из многих вариантов, разработанных автором. Каждый вариант шаблона имеет свои достоинства и преимущества перед предшественниками.

3. Заключение

Разработанные системы можно будет внедрить в современные цифровые системы и применять для камер слежения, зондирования земли, картографии и аэрофотосъемки, в медицине при эндоскопических исследованиях, в биологии и исследовании генетики на основе анализа цвета биологических объектов и тканей.

Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 21-79-00012, <https://rscf.ru/project/21-79-00012>

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.
- [2] Zhbanova, V. L. Multispectral matrix silicon photodetectors with the IR range registration / V. L. Zhbanova, Yu. B. Parvulyusov, V. A. Solomatina // Journal of Physics: Conference Series. — 2020. — Vol. 1679. — No 022039. — P. 2177—2181.

PATTERNS OF MULTILAYER MATRIX RECEIVERS

Zhbanova V. L.

Branch "National Research University MPEI" in Smolensk, Russia

Abstract — In the paper, the modern multilayer array photodetectors are presented. The research is fundamental. The author's template of multilayer cells with the included layers of the infrared range is proposed, which makes it possible to work with such matrices in the multispectral range.

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 8

КОМПОНЕНТНАЯ БАЗА РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА В КАНАЛЕ КВАНТОВОЙ ДИФфуЗИОННО-ДРЕЙФОВОЙ МОДЕЛИ ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ НА ДВУХСЛОЙНОМ ГРАФЕНЕ

Абрамов И. И., Коломейцева Н. В., Щербаклова И. Ю., Ермак В. О.

Научный руководитель: д-р физ.-мат. наук, проф. Абрамов И. И.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: nanodev@bsuir.edu.by

Аннотация — Предложена квантовая диффузионно-дрейфовая модель полевого транзистора на основе двухслойного графена (ДГ). Проведен расчет электростатического потенциала в канале двухзатворного полевого графенового транзистора (ПГТ) на ДГ.

1. Введение

В работе предложена модель ПГТ, которая может использоваться для их широкого внедрения в практику.

2. Основная часть

Предложенная модель ПГТ на ДГ, как и модель ПГТ на однослойном графене [1], представляет собой комбинацию электрической и физикотопологической моделей и основана на уравнениях квантовой диффузионно-дрейфовой модели [2, 3]. Расчет настраиваемой запрещенной зоны в двухзатворном ПГТ на ДГ осуществляется на основе метода [4]. Электрод стока заземлен, поля смещения настраиваются независимо напряжением на верхнем V_{tg} и нижнем V_{bg} затворах. Запрещенная зона рассчитывается согласно соотношению [4]:

$$E_g = kD,$$

где D — усредненное поле смещения, k — параметр, равный $8,74 \cdot 10^{-11}$ эВ·м/В.

Электростатический потенциал канала находится в зависимости от E_g решением полученной системы уравнений:

$$qV = \frac{C_{gt}(V_{teff} - V(x)) + C_{gb}(V_{beff} - V(x))}{C_{gt} + C_{gb} + \alpha q^2 m^* / \pi \hbar^2},$$

$$\alpha = 1 + \frac{E_g / 2 - kT}{qV}, \text{ при } qV \leq -E_g / 2,$$

$$\alpha = 1 - \frac{E_g / 2 - kT}{qV}, \text{ при } qV \geq E_g / 2,$$

$$\alpha = 0, \text{ при } -E_g / 2 < qV < E_g / 2,$$

где C_{gt} , C_{gb} — емкости верхнего, нижнего затворов, V_{teff} , V_{beff} — эффективное напряжение на верхнем и нижнем затворах, $qV(x)$ — электростатический потенциал канала при нулевом смещении для $V(x=0)=0$ и $V(x=L)=V_{ds}$, V_{ds} — полное падение напряжения в канале, q — заряд электрона, m^* — эффективная масса в ДГ, $\hbar$ — постоянная Планка, деленная на 2π .

На рис. 1 приведены результаты расчета электростатического потенциала в канале двухзатворного ПГТ на ДГ с длиной канала 4 мкм в зависимости от напряжения на стоке при напряжении на нижнем затворе -60 В.

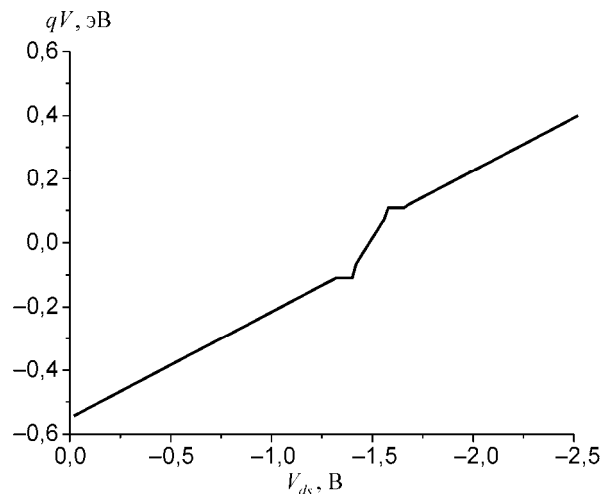


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, разработана модель ПГТ на ДГ, в которой предложена аппроксимация электростатического потенциала в канале, описывающая зависимость от настраиваемой ширины запрещенной зоны.

4. Список литературы

- [1] Влияние диэлектриков затворов полевых графеновых транзисторов на вольт-амперные характеристики / И. И. Абрамов // Микроэлектроника. — 2021. — Т. 50. — № 2. — С. 127—134.
- [2] Абрамов, И. И. Проблемы и принципы физики и моделирования приборных структур микро- и нанoeлектроники. Ч. 1. Основные положения / И. И. Абрамов // Нано- и микросистемная техника. — 2006. — № 8. — С. 34—37.
- [3] Абрамов, И. И. Основы моделирования элементов микро- и нанoeлектроники / И. И. Абрамов. — LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken, Germany, 2016. — 444 с.
- [4] Direct observation of a widely tunable bandgap in bilayer graphene / Y. Zhang [et. al] // Nature. — Vol 459. — No 7248. — P. 820—823.

CALCULATION OF ELECTROSTATIC POTENTIAL OF CHANNEL USING QUANTUM DRIFT-DIFFUSION MODEL OF GRAPHENE FIELD-EFFECT TRANSISTOR BASED ON BILAYER GRAPHENE

Abramov I. I., Kalameitsava N. V., Shcherbakova I. Y., Ermak V. O.

Scientific adviser: Abramov I. I.

Belarusian State University Of Informatics And Radioelectronics, Belarus

Abstract — Quantum drift-diffusion model of field-effect transistor based on bilayer graphene is presented. Calculation of electrostatic potential in the channel of dual-gate field-effect transistor was carried out with the use of the proposed model.

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРОВ ОБЛАСТЕЙ НА ВАХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ГЕКСАГОНАЛЬНОГО НИТРИДА БОРА

Абрамов И. И., Романова И. А., Поляков И. С.

Научный руководитель: д-р физ.-мат. наук, проф. Абрамов И. И.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: nanodev@bsuir.edu.by

Аннотация — Приведены результаты расчета вольт-амперных характеристик (ВАХ) двухбарьерных вертикальных гетероструктур на основе графена и гексагонального нитрида бора (h-BN) в зависимости от количества слоев 2D-материала, формирующего потенциальные барьеры и квантовые ямы.

1. Введение

Анализ экспериментальных и теоретических исследований приборных структур на основе 2D-материалов показал, что большую перспективу представляют вертикальные гетероструктуры на основе графена, h-BN, MoS₂, WSe₂. Поэтому моделирование электрических характеристик таких структур является актуальной задачей.

2. Основная часть

С использованием разработанной численной комбинированной модели, основанной на самосогласованном решении уравнений Шредингера и Пуассона [1, 2], исследовано влияние ширины потенциальных барьеров и квантовых ям на ВАХ двухбарьерных вертикальных гетероструктур графен/h-BN.

На рис. 1 приведены результаты моделирования для трех случаев, когда ширина барьеров h-BN составляла: 3 слоя (кривая 1), 4 слоя (кривая 2) и 5 слоев (кривая 3). При этом ширина квантовой ямы задавалась равной 2,7 нм, что соответствует восьми слоям графена, а размеры приконтактных областей — 2 нм. Установлено, что увеличение ширины барьеров вертикальных гетероструктур приводит к существенному уменьшению плотностей пиковых токов и увеличению токов долины.

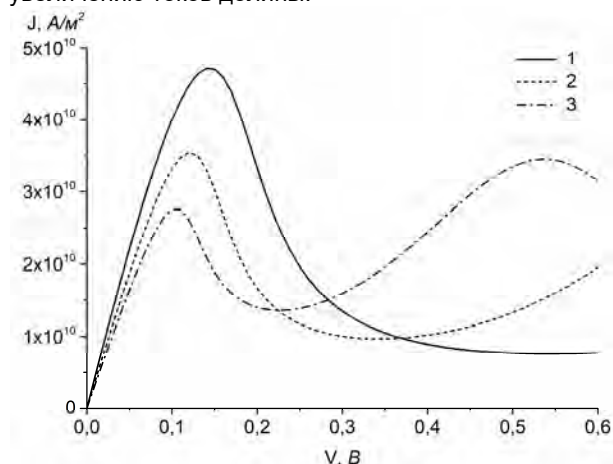


Рис. 1

На рис. 2 представлены результаты исследования влияния ширины квантовых ям на ВАХ двухбарьерных вертикальных гетероструктур графен/h-BN для случаев, когда ширина квантовых ям графена составляла: 6 слоев (кривая 1), 7 слоев (кривая 2) и 8 слоев (кривая 3). При этом ширина барьеров задавалась равной 1,0 нм, что соответствует трем слоям

h-BN. Установлено, что при увеличении ширины ямы при фиксированных значениях остальных параметров значения плотностей токов уменьшаются.

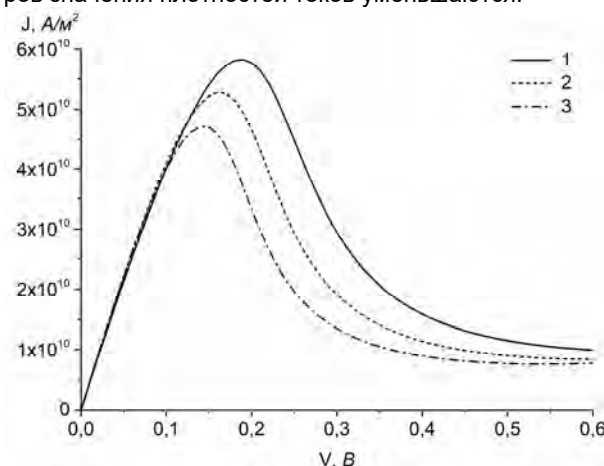


Рис. 2

3. Заключение

Представленные в докладе результаты моделирования показали, что ВАХ двухбарьерных вертикальных гетероструктур на основе графена и h-BN чувствительны к изменению размеров областей. Работа выполнена в рамках Государственной программы научных исследований "Наноструктура" Республики Беларусь.

4. Список литературы

- [1] Абрамов, И. И. Численная комбинированная модель резонансно-туннельного диода / И. И. Абрамов, И. А. Гончаренко // Электромагнитные волны и электронные системы, 2002. — Т. 7. — № 3. — С. 54—60.
- [2] Моделирование резонансно-туннельных приборных структур на основе углеродных наноматериалов / И. И. Абрамов, Н. В. Коломейцева, В. А. Лабунов, И. А. Романова // Нанотехнологии: разработка, применение — XXI век, 2017. — Т. 9. — № 3. — С. 3—11.

THE INFLUENCE OF REGION SIZES ON IV-CHARACTERISTICS OF VERTICAL HETEROSTRUCTURES BASED ON GRAPHENE AND HEXAGONAL BORON NITRIDE

Abramov I. I., Romanova I. A., Polyakov I. S.

Scientific adviser: Abramov I. I.

Belarusian State University Of Informatics And Radioelectronics, Belarus

Abstract — In the paper, the results of IV-characteristics calculations of double-barrier vertical heterostructures based on graphene and hexagonal boron nitride are presented. Simulation was performed depending on the number of layers of 2D-material that forms potential barriers and quantum wells.

РАСЧЕТ ВАХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ GaN/AlGaN

Абрамов И. И., Щербаклова И. Ю., Коломейцева Н. В., Жадинец Д. 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 — Для расчета вольт-амперных характеристик (ВАХ) резонансно-туннельных диодов (РТД) на основе GaN/AlGaN с вертикальным транспортом использовалась численная комбинированная модель, основанная на самосогласованном численном решении уравнений Шредингера и Пуассона в активной области прибора. С помощью предложенной модели исследовалось влияние концентрации алюминия в барьерах на ВАХ рассмотренных РТД.

1. Введение

В настоящее время вертикальные гетероструктуры на основе GaN/AlGaN интенсивно исследуются. Такие приборы могут функционировать при больших электрических полях и высоких температурах. Это связано с большим разрывом зоны проводимости (1,75 эВ между AlN и GaN) и высокой энергией LO-фононов (92 мэВ для GaN). Эти вертикальные гетероструктуры имеют значительный потенциал для оптоэлектроники как в ближнем инфракрасном, так и в терагерцовом диапазонах. Следовательно, задача разработки численных моделей таких приборных структур является актуальной.

2. Основная часть

В докладе рассмотрен вертикальный транспорт в структурах с наноразмерными активными областями. Исследуемый прибор представляет собой активную область квантовой ямы из нелегированного GaN, ограниченную барьерами $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ (для $x=0,2$; $x=0,4$; $x=0,6$; $x=0,8$). Гетероструктура отделена от легированных контактных слоев $\text{n}^+\text{-GaN}$ спейсерными слоями из нелегированного GaN.

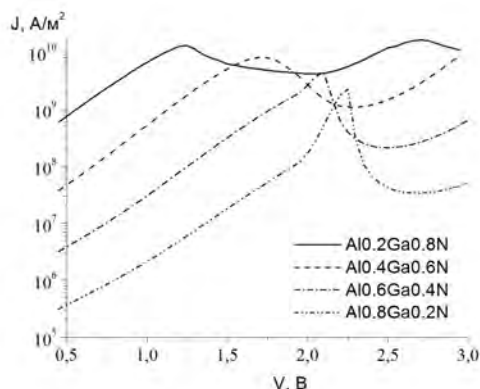


Рис. 1

В качестве исходной модели использовалась численная самосогласованная модель, основанная на разработанных ранее комбинированных моделях [1–3], являющихся результатом комбинации полуклассического и квантовомеханического подходов [4, 5] и адаптированных для расчета характеристик РТД на основе GaN/AlGaN с вертикальным транспортом. В используемой модифицированной численной модели прибор представляется состоящим из трех видов областей: контактов, приконтактных областей и активной области. Влияние контактов описывается с помощью контактной разности потенциала.

В приконтактных областях, включающих и спейсерные слои, используется бoльцмановская аппроксимация статистики Ферми-Дирака [5]. В активной области самосогласованно решаются уравнения Пуассона и Шредингера.

Проведены расчеты ВАХ РТД для случаев различных значений мольной доли алюминия (x) в барьерах. Показано, что значение пиковых плотностей тока снижается, в то время как контрастность ВАХ и значение приложенного напряжения резонанса увеличиваются с увеличением содержания Al в барьерах. Результаты моделирования показаны на рис. 1.

3. Заключение

В работе представлены результаты моделирования ВАХ РТД на основе GaN/AlGaN с вертикальным транспортом. Исследовано влияние концентрации Al в барьерах на характеристики прибора. Показано, что значение пиковых плотностей тока, контрастность ВАХ и напряжение резонанса зависят от содержания Al в барьерах. Предложенную модифицированную модель можно использовать для расчетов ВАХ РТД с вертикальной структурой.

4. Список литературы

- [1] Абрамов, И. И. Численная комбинированная модель резонансно-туннельного диода / И. И. Абрамов, И. А. Гончаренко // Электромагнитные волны и электронные системы, 2002. — Т. 7. — № 3. — С. 54–60.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] Абрамов, И. И. Проблемы и принципы физики и моделирования приборных структур микро- и наноэлектроники. Ч. 1. Основные положения / И. И. Абрамов // Нано-и микросистемная техника, 2006. — № 8. — С. 34–37.
- [5] Абрамов, И. И. Основы моделирования элементов микро- и наноэлектроники / И. И. Абрамов. — Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. — 444 с.

IV-CHARACTERISTICS CALCULATION OF VERTICAL HETEROSTRUCTURES BASED ON GaN/AlGaN

Abramov I. I., Shcherbakova I. Y., Kalameitsava N. V., Zhadinets D. I.

Scientific adviser: Abramov I. I.

Belarusian State University Of Informatics And Radioelectronics, Belarus

Abstract — A numerical combined model based on a self-consistent numerical solution of the Schrödinger and Poisson equations in the active region of the device was used to calculate the IV-characteristics of GaN/AlGaN-based resonant tunneling diodes (RTDs) with vertical transport. The proposed model was used to study the effect of the aluminum concentration in the barriers on the IV-characteristics of the considered RTDs.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОХЛАЖДЕНИЯ СБОРКИ ВАРИСТОРОВ

Мальцев Р. В., Михайлюк Ю. П.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: rodion.evpatoriya@gmail.com

Аннотация — Рассмотрено экспериментальное исследование времени охлаждения сборки варисторов. Приведены результаты исследования и результаты расчетов постоянных времени охлаждения сборки варисторов.

1. Введение

Варистор, как пассивный элемент защиты устройств от перенапряжения, должен обеспечивать теплоотдачу энергии во внешнюю среду для возможности рассеяния поглощенной энергии тока линии через варистор.

Целью работы является определение времени охлаждения сборки варисторов при определенном значении перегрева.

2. Основная часть

Исследуемая сборка силовых варисторов собрана на базе варисторов EPCOS E48NR113E [1]. Важным параметром варистора для исследования времени охлаждения является класс предполагаемого использования варистора. Данная характеристика определяет допустимые циклические энергетические нагрузки на данный класс варисторов. Варистор E48NR113E принадлежит к классу «станционный SL» [2] и способен циклически поглощать предельную энергию 18,4 кДж.

В исследуемой сборке организовано параллельное соединение варисторов, количество варисторов — 20 единиц. Для отвода тепла на варисторы установлены радиаторы AB9025 [3]. Теплоемкость сборки составляет 28 кДж/К.

Необходимо оценить теплоотдачу сборки, то есть время охлаждения сборки при заданном перегреве. Для этого проведен следующий эксперимент:

- установка термопар на радиатор в верхней и нижней части сборки варисторов;
- нагрев сборки варисторов до 90 градусов, что соответствует 65 градусам перегрева, в климатической камере; концы термопар вынесены наружу камеры;
- выдержка сборки варисторов при установленной температуре в течение 8 часов;
- извлечение сборки варисторов из камеры, подключение термопар к измерителю температуры, измерение температуры сборки варисторов в течение времени охлаждения до достижения уровня перегрева в 5 градусов относительно температуры окружающей среды;
- повторение пунктов 1—3 при принудительном охлаждении радиаторов вентилятором мощностью 48 Вт.

Результаты эксперимента по определению времени охлаждения сборки варисторов при естественной конвекции и при принудительном охлаждении вентилятором показаны на рис. 1. Следует отметить, что температура верхней части в среднем выше температуры нижней части радиатора, что объясняется более высокой температурой воздуха, который поднимается в верхнюю часть радиатора, нагреваясь от нижней части.

Рассчитав среднюю температуру сборки варисторов $T_{\text{ср}} = (T_{\text{верх}} + T_{\text{низ}})/2$ и вычитая температуру окружающей среды получено, что при естественной кон-

векции блок варисторов охлаждается до перегрева 5 °C за 290 минут, при принудительном охлаждении — за 20 минут.

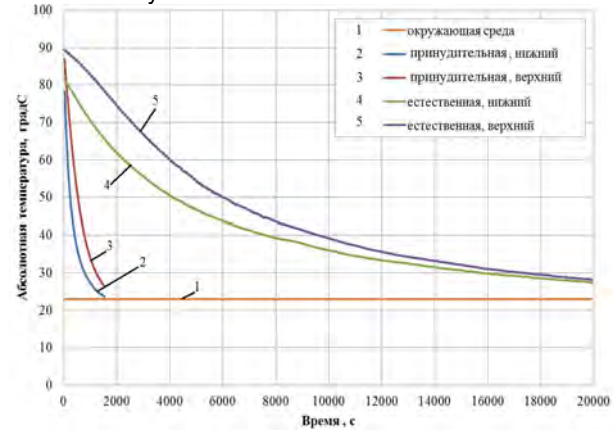


Рис. 1

Аппроксимация результатов охлаждения блока варисторов экспоненциальной функцией (для средней температуры) дает следующие величины характеристического времени охлаждения $\tau_{\text{ест.}} = 94,5 \pm 0,5$ минут и $\tau_{\text{прин.}} = 7,2 \pm 0,06$ минут для естественной конвекции и при принудительном охлаждении соответственно. Переход к средней температуре сборки от температуры верхней и нижней частей радиатора допустим ввиду линейного распределения температурного профиля вдоль радиатора.

3. Заключение

По результатам данной работы определены постоянные времени охлаждения блока варисторов при естественной конвекции и при принудительном охлаждении. Полученные данные позволяют построить математическую тепловую модель блока варисторов для оценки времени охлаждения блока при других условиях, а также для оценки температуры блока в режиме эксплуатации.

4. Список литературы

- [1] Energy Varistors. EPCOS Product Brief 2016: [Электронный ресурс] / TDK EPCOS. Режим доступа: <https://www.tdk-electronics.tdk.com.cn/download/140440/81f9a0ac5131c8d1f8d8f12e1164daaf/energy-varistors-pb.pdf>.
- [2] IEC 60099-4:2014 «Surge arresters - Part 4: Metal-oxide surge arresters without gaps for A.C. systems»
- [3] Чертеж радиаторного профиля AB9025 [Электронный ресурс] / ООО «Лигра». — Режим доступа: https://www.ligra-spb.ru/CAD/AB9025_CAD.pdf.

STUDY OF COOLING OF ASSEMBLY OF VARISTORS

Maltsev R. V., Mikhayluk Y. P.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Experimental investigation of cooling time of assembly of varistors is considered. Results of research and of calculations of cooling time constants of assembly of varistors are given.



14-я Международная молодежная научно-техническая конференция
"Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, РТ-2018"

Секция 9

WEB-ТЕХНОЛОГИИ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕКСТОВ ПО СОДЕРЖИМОМУ

Карлусов В. Ю., Николенко М. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Карлусов В. Ю.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: kvyu_2015@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены различные методы для классификации текстов по содержимому и возможность их использования в различных ситуациях.

1. Введение

В современном обществе проблема слишком большого количества информации является актуальной.

Классификация информации играет большую роль в автоматизации трудовой деятельности, позволяя создавать задачи для сотрудников в формализованном виде, что делает выполнение работы более эффективным.

Так как создание задач может выполняться разными людьми, в разном виде (различные документы, в свободной форме), то есть необходимость выполнять классификацию, которая позволит формализовать различные текстовые сообщения по тематическим признакам на основе их содержимого.

2. Основная часть

Классификация является важным инструментом для автоматизации, анализа и перенаправления различных текстовых сообщений адресатам.

Существует множество методов для классификации электронных сообщений.

Их можно разделить на несколько категорий [1]. Наиболее мощными из них являются искусственные нейронные сети.

Для классификации коротких текстовых сообщений могут быть использованы сверточные, рекуррентные, рекурсивные сети и автокодировщики [2]. Каждый метод имеет свои особенности и ограничения.

Если классы не пересекаются, то используются сверточные сети. Они являются нейронными сетями прямого распространения.

Если при классификации важен порядок слов в названии и словосочетаниях, то решением являются рекуррентные сети, которые характеризуются обратным распространением.

Для использования данного метода необходимо провести предварительную обработку (выполнить морфологический анализ, удалить стоп-слова и тому подобное) и выполнить индексацию текстового сообщения, то есть построить его числовую модель.

Если же классы пересекаются или не имеют четких границ, то можно использовать нейро-нечеткий классификатор.

При использовании его в классификации происходит формирование системы нечетких продукционных правил и системы формирования заключений на основе нечетких предпосылок.

Также существует технология word2vec [3], которая представляет собой нейронную сеть, формирующая для всех входных слов вектора, причем данные вектора близки в пространстве, если слова близки по значению или употребляются совместно. Модификация данного метода doc2vec так же формирует вектора, только не для слов по отдельности, а сразу для всего сообщения.

Усовершенствованием word2vec является ELMo, в котором выходной вектор так же формируется для всего сообщения.

Однако при использовании данного метода можно классифицировать слова, которые не появлялись в обучающей выборке, с помощью разложения на слоги и буквы.

3. Заключение

Таким образом, рассмотрены методы, используемые для классификации текстовых сообщений, с применением искусственных нейронных сетей.

В данных методах учитываются особенности сообщения, такие как небольшой размер, отсутствие структуры и другие.

Определены случаи, в которых требуется использование того или иного метода.

Если границы классов не четкие или классы имеют пересечения, то необходимо использовать нейро-нечеткий классификатор; если классы не пересекаются, то можно воспользоваться сверточными сетями, а если при классификации важен порядок слов в словосочетаниях, то используются рекуррентные сети.

4. Список литературы

- [1] Батура, Т. В. Методы автоматической классификации текстов / Т. В. Батура // Программные продукты и системы — 2017. — № 1. — С. 85—99.
- [2] Булыгина, О. В. Особенности применения нейро-сетевых моделей для классификации коротких текстовых сообщений / М. И. Дли, О. В. Булыгина // Программные продукты и системы. — 2019. — № 4. — С. 650—654.
- [3] Спивак, А. И. Классификация коротких сообщений с использованием векторизации на основе ELMo / А. И. Спивак, С. В. Лапшин, И. С. Лебедев // Технические науки, Тула. — 2019. — Вып. 10. — С. 410—418.

TEXT CLASSIFICATION BY CONTENT

Karlusov V. Yu., Nikolenko M. V.

Scientific adviser: Karlusov V. Yu.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — Various methods for classifying texts by content and the possibility of their use in various situations are considered.

ПРИМЕНЕНИЕ AR/VR ТЕХНОЛОГИЙ В МЕЖДУНАРОДНОМ ИНЖЕНЕРНОМ ЧЕМПИОНАТЕ «CASE-IN»

Мурзин Д. Г., Дыбов Р. С., Евдокимов П. А.

Научный руководитель: канд. техн. наук Мурзин Д. Г.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: rrost7@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены особенности студенческого участия в международной системе соревнований по решению инженерных кейсов «CASE-IN». Применение AR/VR технологий в «CASE-IN».

1. Введение

Международный инженерный Чемпионат «CASE-IN» [1] — это международная система соревнований по решению инженерных кейсов для школьников, студентов и молодых специалистов топливно-энергетического и минерально-сырьевого комплексов. Суть чемпионата «CASE-IN» заключается в том, что участникам предоставляется кейс, подготовленный по материалам ведущих компаний, который необходимо решить и защитить своё решение перед экспертной комиссией [2]. Для решения кейсов предлагается ввести разработку и внедрение AR/VR (Augmented reality — AR, Virtual reality — VR) технологий, которые повысят уровень цифровизации мероприятия.

2. Основная часть

В 2020 году на базе СевГУ от института радиоэлектроники и информационной безопасности была создана команда «Позитрон», которая приняла участие в «CASE-IN». В состав команды вошли студенты кафедр «Электронная техника», «Радиотехника и телекоммуникации» и «Информационная безопасность». За две недели необходимо было найти и оформить решение кейса «Инновационно-технологические точки роста на карте международной и российской энергетики». Тематика кейса выбрана организаторами в связи с реализацией в Российской Федерации комплекса программ развития экономики нового технологического поколения и создания новой модели социально-экономического развития регионов.

В качестве решения такой задачи предлагалась рассмотреть модель сотрудничества главного энергетического предприятия города Севастополя — Севэнергобита с одним из ведущих ВУЗов Крыма — Севастопольским государственным университетом (СевГУ) в качестве R&D партнера (рис. 1). Такая модель предполагает проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) СевГУ, направленных на развитие технико-экономического потенциала главного энергетического предприятия региона Севэнергобита, и как следствие такое сотрудничество будет способствовать социально-экономическому росту региона в целом. В фокус технологического развития предлагается ввести разработку и внедрение AR/VR технологий на предприятии Севэнергобита. Технологии виртуальной и дополненной реальности позволят повысить уровень цифровизации предприятия, уровень промышленной безопасности, а также улучшить показатели времени и качества работы сотрудников.



Рис. 1

3. Заключение

Главной мотивирующей составляющей «CASE-IN» для студентов является опыт по коллективному решению прикладной задачи в ограниченное время, знакомство с работодателями, получение перспективных предложений для дальнейшей учебы и трудоустройства. Применение технологии AR/VR позволяет значительно улучшить показатели времени и качества работы команд.

4. Список литературы

- [1] Воронцова, Е. С. Реализация международного инженерного чемпионата «Case-in» в Томском политехническом университете / Е. С. Воронцова // Метод инженерных кейсов: достижения и вызовы будущего, Томск, 26–27 ноября 2019 г. — С. 36–41.
- [2] Егоров, А. О. Кейс-технология в инженерном электроэнергетическом образовании / А. О. Егоров, А. С. Королёв, Ю. А. Куликов, И. А. Москвин // Инженерное образование. М., 2010. — С. 23–27.

APPLICATION OF AR / VR TECHNOLOGIES IN THE INTERNATIONAL ENGINEERING CHAMPIONSHIP "CASE-IN"

Murzin D. G., Dybov R. S., Evdokimov P. A.

Scientific adviser: Murzin D. G.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The features of student participation in the international competition system for solving engineering cases "CASE-IN" are considered. Application of AR/VR technologies in "CASE-IN" is discussed.

ХАКАТОН «ЦИФРОВОЙ ПРОРЫВ» — ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС ДЛЯ IT-СПЕЦИАЛИСТОВ

Мурзин Д. Г.¹, Ярова А. В.¹, Мурзин В. М.²

Научный руководитель: канд. техн. наук Мурзин Д. Г.

¹Севастопольский государственный университет, Россия

²Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, Россия

E-mail: adel-379@rambler.ru

Аннотация — Рассмотрены особенности студенческого участия в всероссийском конкурсе для IT-специалистов, дизайнеров и управленцев в сфере цифровой экономики. Приведены результаты личного опыта участия в Хакатон «Цифровой прорыв».

1. Введение

Хакатон — это соревнование разработчиков, менеджеров, тестировщиков, аналитиков, дизайнеров и управленцев, в ходе которого необходимо предложить инновационное решение поставленной проблемы. В классическом варианте — это сорок восемь часов непрерывной работы [1]. Хакатон является площадкой для разработки проектов, решения проблем, усовершенствования навыков участником, поиска стажировки, поиска работы, поиска единомышленников, командообразования, проверки способностей индивида в стрессовой ситуации [2].

2. Основная часть

Сам термин «хакатон» (англ. hackathon, от hack — хакер и marathon — марафон) означает форум IT-специалистов по созданию законченного программного продукта в очень сжатые сроки.

При старте хакатона, команда от трех до пяти человек получает реальную проблему, остро стоящую на данный момент времени в мире. Далее команда должна не только придумать идею решения, но и осуществить её. По истечению 48 часов на защите проекта, необходимо представить: решение проблемы, актуальность решение, аналитику идеи, бизнес-аналитику проекта, анализ рынка, Big Data анализ, дизайнерское решение, дизайнерский проект в figma, работоспособный прототип (веб-сайт, мобильное приложение, веб-приложение, алгоритм для нейросети, приложение AR/VR, базу данных, алгоритм решения задачи при помощи воронок, чат-бота, веб-сервис, программно-аппаратный комплекс), SMM анализ, анализ стейкхолдеров, порядок внедрения проекта, презентацию проекта (рис. 1).

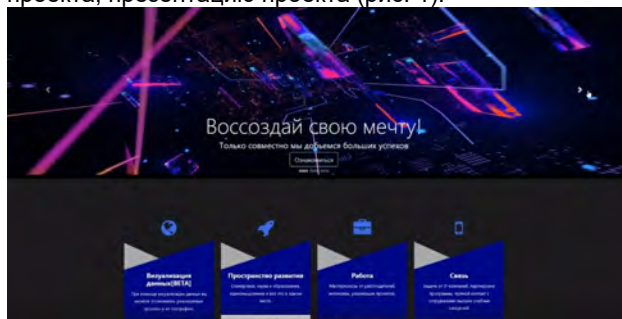


Рис. 1

Хакатон на первый взгляд, какое-то интересное мероприятия для специалистов в технической сфере, но далее выясняется, что это серьезное испытание на выносливость, стрессоустойчивость, умение работать в команде, умение распределять задачи,

умение критически мыслить, умение объективно оценивать свою работу.

Задачи для решения предлагают, как государственные учреждения, так и частные компании. По итогам хакатона участникам команд могут поступить предложения подписать контракт на работу с ведущими предприятиями, компаниями, организациями, такими как: Ростелекомом, Росатомом, Россетями, Росстатом, IT-фирмами.

На хакатоне можно проявить себя в различном формате: это работа аналитика, разработка программного кода, сайта или проектирование дизайна приложения. Все эти роли важны в создании нового продукта.

Проект разработанный в ходе мероприятия можно вести дальше и дорабатывать. Так, в результате участия в финале конкурса Цифровой Прорыв 2019 был получен грант от Фонда содействия инновациям на реализацию проекта.

3. Заключение

Таким образом, в настоящее время, хакатоны показали свою эффективность для решений целого ряда проблем в условиях цифровой экономики, а с точки зрения участия студенческих команд, это огромный опыт по коллективному решению прикладной задачи в ограниченное время, знакомство с работодателями, получение перспективных предложений для дальнейшей учебы и трудоустройства.

4. Список литературы

- [1] Концевая, Г. М. Хакатон как интерактивная образовательная технология / Г. М. Концевая, М. П. Концевой // Конференциум АСОУ: сб. науч. тр. и матер. науч.-практ. конф. — 2017. — № 1. — С. 116—119.
- [2] Бурдастых, Ю. Н. Влияние технологии «хакатона» в подготовке студентов по информационной безопасности с точки зрения методологии науки / Ю. Н. Бурдастых // Актуальные проблемы региональной социологии : сб. науч. статей преподавателей, аспирантов, магистрантов, студентов, Курск, 30 апр. 2019 г. — Курск : Юго-Зап. гос. ун-т, 2019. — С. 136—139.

THE HACKATHON "DIGITAL BREAKTHROUGH" AS AN ALL-RUSSIAN COMPETITION FOR IT SPECIALISTS

Murzin D. G.¹, Iarova A. V.¹, Murzin V. M.²
Scientific adviser: Murzin D.G.

¹Sevastopol State University, Russia

²Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Russia

Abstract — The features of student participation in the All-Russian competition for IT specialists, designers and managers in the field of digital economy are considered. The results of personal experience of participation in the Hackathon "Digital Breakthrough" are presented.

БИБЛИОТЕКА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ REACT.JS

Мурзин Д. Г.¹, Ярова А. В.¹, Мурзин В. М.²

Научный руководитель: канд. техн. наук Мурзин Д. Г.

¹Севастопольский государственный университет, Россия

²Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, Россия

E-mail: adel-379@rambler.ru

Аннотация — Рассмотрены характеристики и преимущества разработки веб-приложений с помощью React. Описаны некоторые примеры программного кода на основе React.

1. Введение

ReactJS — Библиотека JavaScript использующаяся для разработки пользовательских интерфейсов и веб-приложений [1]. Преимуществами данной библиотеки можно назвать простоту в изучении и использовании, а также наличие виртуальной DOM, которая упорядочивает документы HTML и XHTML, что позволяет веб-браузерам быстрее обрабатывать элементы веб-приложений.

В рамках обучения профессии в ВУЗе, студенты участвуют в различных форумах, таких как хакатон, где студентам дается возможность получить новый опыт и зарекомендовать себя перед работодателями. Команда из трех до пяти человек получает реальную проблему, и по истечению 48 часов необходимо представить реальный прототип её решения. Многие победители подобных мероприятий используют в качестве инструмента для разработки интерфейсов библиотеку React.

В статье рассмотрены особенности React, которые позволяют в разы упростить разработку веб-приложений.

2. Основная часть

Библиотека React была выпущена компанией Facebook в 2013 году. Эта библиотека стала одной из самых востребованных технологий при создании мобильных и веб-приложений. Рассмотрим далее основные возможности React для создания компонентов интерфейса.

1. JSX — это XML расширение синтаксиса для ECMAScript без какой-либо определенной семантики, предназначенной специально для использования препроцессорами. Другими словами, это расширение, позволяющее создавать HTML подобные элементы без самого HTML. JSX используется для рендеринга (англ. rendering — «визуализация») данных в React. В отличие от HTML, JSX имеет декларативность и более простой синтаксис. React работает и без JSX, но применение JSX делает компоненты более читаемыми, поэтому рекомендуется использовать его. Ниже представлен пример использования атрибутов JSX.

```
const element = <img src={user.avatarUrl}></img>;
```

Фигурные скобки используются для указания JavaScript-выражения.

2. Виртуальный DOM (VDOM) — это концепция программирования, в которой идеальное или «виртуальное» представление пользовательского интерфейса хранится в памяти и синхронизируется с «настоящим» DOM при помощи библиотеки, такой как ReactDOM.

Для того, чтобы скрыть сложность обнаружения изменений и имитировать объектную модель доку-

мента разработчики используют виртуальную DOM.

Пример реализации:

Создается обычное дерево:

```
<ul class="list">
  <li>item 1</li>
  <li>item 2</li>
</ul>
```

Далее представляются элементы JS объектов:

```
{
  type: 'ul', props: { 'class': 'list' }, children: [
    { type: 'li', props: {}, children: ['item 1'] },
    { type: 'li', props: {}, children: ['item 2'] }
  ]
}
```

Следующим шагом является написание вспомогательной функции для упрощения структуры:

```
function h(type, props, ...children) {
  return { type, props, children };
}
```

И, в заключении, создаётся DOM дерево:

```
h('ul', { class: 'list' },
  h('li', {}, 'item 1'),
  h('li', {}, 'item 2'),
);
```

3. Заключение

На сегодняшний день, библиотека React является востребованной платформой, обладающей высокой эффективностью в области разработки веб-приложений.

Благодаря относительной простоте студенты могут создавать свои проекты, тем самым повышая свой опыт и квалификацию.

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 дек. 2019 г. — 17 янв. 2020 г. — М. : Моск. авиац. ин-т (национальный исследовательский университет), 2020. — С. 446—447.
- [2] Ключков, Д. В. Общие компоненты при кроссплатформенной разработке для web- и мобильных приложений с использованием react и react-native / Д. В. Ключков // Молодой ученый. — 2018. — № 36 (222). — С. 1—5.

USER INTERFACES CREATION LIBRARY WITH REACT.JS

Murzin D. G.¹, Iarova A. V.¹, Murzin V. M.²

Scientific adviser: Murzin D. G.

¹Sevastopol State University, Russia

²Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Russia

Abstract — The characteristics and advantages of developing web applications with React are considered. Some examples of React-based program codes are described.

ОБОСНОВАНИЕ СТРУКТУРЫ КОНТРОЛЛЕРА УСТРОЙСТВА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Савочкин А. А., Копцев П. А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Савочкин А. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: pashakoptsev@gmail.com

Аннотация — В докладе проводится исследование вариантов реализации контроллера управления светодиодной лентой с адресацией. Рассматриваются особенности использования полноцветных светодиодных лент, рассматриваются принципы формирования команд управления элементов индикации. Производится общая оценка и анализ характеристик предлагаемого решения.

1. Введение

Интенсивное развитие микроэлектронных технологий и появление многофункциональных полупроводниковых элементов привело к внедрению новых решений в области вывода графической информации. В случае использования светодиодных вывесок, на которых в динамичном режиме выводится рекламная информация, обычно используются светодиоды с одним фиксированным цветом свечения.

Целью работы является разработка информационного табло с микроконтроллерным управлением.

2. Основная часть

Основным элементом структуры устройства является центральный контроллер, который первично используется для принятия информации с управляющего устройства. Данные содержат настройки яркости, цвета и содержание сообщения. Также центральный контроллер отвечает за корректный вывод информации на табло. Управляющее устройство может подключаться через проводной или беспроводной интерфейс. Для решения поставленных задач в состав структурной схемы контроллера должны входить: центральный процессор для управления всеми сервисными процессами и операциями; интерфейс GPIO для связи контроллера с беспроводным модулем; интерфейс UART для связи контроллера с компьютером для его прошивки или для управления с помощью Bluetooth модуля. Структурная схема контроллера представлена на рис. 1.

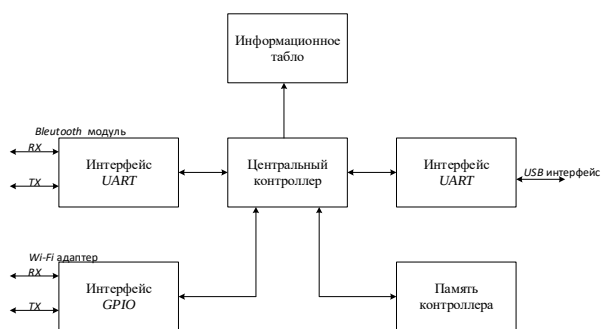


Рис. 1

В качестве излучающих элементов следует использовать конструктив «Светодиодная лента» — это набор связанных светодиодов, каждый элемент которой управляется отдельно и независимо от других. Таким образом, адресные ленты можно использовать для интеллектуального управления световым потоком на отдельных участках ленты, включая или выключая подсветку в нужное время и в нужном месте структуры. Более перспективно использование разноцветных светодиодных лент RGB-формата, позволяющие получать множество цветов. Благодаря

адресации в структуре появляется возможность управления цветом каждого светодиода, что позволяет создавать оригинальные световые эффекты. Главное отличие адресной светодиодной ленты от обычной RGB ленты — это использование специальных контроллеров для каждого светодиода, что и дает возможность индивидуальной адресации и регулирования каждого оттенка. Например, известны светодиодные ленты с адресацией на чипах WS2812b и WS2811. В первом случае чип контроллера размещается непосредственно внутри светодиода. Напряжение питания ленты составляет 5 В. Во втором случае чип помещается отдельно, и к нему подключаются три диода. Напряжение питания в этом случае 12 В. Для управления подсветкой используется 3 байта — по одному байту на каждый цвет. Каждый байт принимает значение от 0 до 255 — это означает, что интегрально лента обеспечивает возможность задания более 16 миллионов оттенков. Данные передаются следующей последовательностью: драйвер контроллера формирует первые три байта; затем формируется пауза длительностью около 50 мкс; второй драйвер принимает следующие три байта. И цикл повторяется. Когда длительность задержки устанавливается более 50 мкс, передача оканчивается и начинается формирование второго цикла. При правильном монтаже проблем с работой лент не возникает.

3. Заключение

В докладе приводится обоснование микроконтроллерного решения. Обсуждаются основные этапы формирования команд управления излучателями информационного табло. Приводятся варианты реализации структуры центрального контроллера и обсуждаются особенности их реализации.

4. Список литературы

- [1] Savochkin, A. Information board with Wi-Fi connection / A. Savochkin, P. Koptsev, O. Abdulgaziev // В сб. : Достижения и перспективы инноваций и технологий. Сб. науч. тр. по матер. X Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных. — М.; Керчь; Севастополь, 2021. — С. 258—261.
- [2] Копцев, П. А. Информационное табло с беспроводным подключением / П. А. Копцев, О. Р. Абдулгазиев, А. А. Савочкин // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций. — 2020. — № 3. — С. 207.

SUBSTANTIATION OF CONTROLLER STRUCTURE OF GRAPHIC INFORMATION VISUALIZATION DEVICE

Savochkin A. A., Koptsev P. A.
Scientific adviser: Savochkin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the report, the options for implementing the LED strip control controller with addressing are studied. The features of using full-color LED strips are considered; the principles of forming control commands for display elements are considered. A general assessment and analysis of the characteristics of the proposed solution is carried out.

СОЗДАНИЕ ВЕБ-СЕРВЕРА НА ESP32

Табакаев Д. И., Клещев Н. С.

Научный руководитель: Табакаев Д. И.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: mihalich168@mail.ru

Аннотация — Рассматривается создание веб-сервера на базе аппаратно — программного комплекса ESP32 с использованием ряда технологий таких как язык PHP обеспечивающего создание динамических страниц, а также технологий HTML и CSS необходимых для создания веб-интерфейса сервера.

1. Введение

Веб-сервер — это место, где хранятся, обрабатываются и отсылаются веб-страницы веб-клиентам. Веб-клиент — это не что иное, как веб-браузер на наших ноутбуках и смартфонах. Связь между клиентом и сервером происходит с использованием специального протокола, называемого протоколом передачи гипертекста (HTTP). На рис. 1 изображена схема работы протокола HTTP.

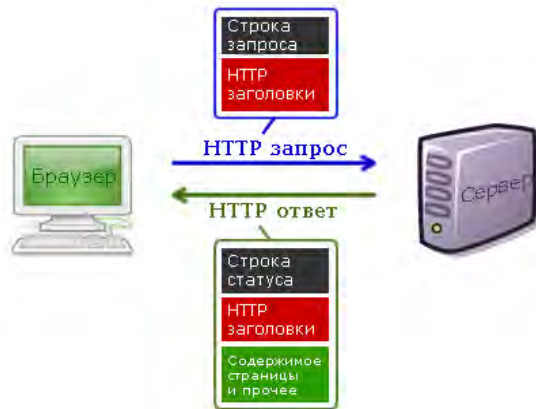


Рис. 1

В этом протоколе клиент инициирует связь, отправляя запрос на конкретную веб-страницу с помощью HTTP, а сервер отдает содержимое этой веб-страницы, или сообщение об ошибке, если не может этого сделать (например: страница не найдена, ошибка 404). Страницы, которые отдает сервер, в основном представляют собой HTML-документы.

2. Основная часть

Одна из особенностей ESP32 заключается в том, что он может не только подключаться к существующей сети Wi-Fi и действовать как веб-сервер, но также может настраивать собственную сеть, позволяя другим устройствам напрямую подключаться к ней и получать доступ к веб-страницам. Это возможно, потому что ESP32 работает в трех разных режимах: режим станции (STA), режим точки доступа (AP) и оба режима одновременно [1].

ESP32, который создает свою собственную сеть Wi-Fi и действует как концентратор (как Wi-Fi маршрутизатор) для одного или нескольких устройств, называется точкой доступа (AP). В отличие от Wi-Fi роутера, у него нет интерфейса для проводной сети. Итак, такой режим работы называется Soft Access Point (soft-AP). Также максимальное количество устройств, которые могут подключиться к нему, ограничено пятью. На рис. 2 изображена схема подключения устройств к ESP32.

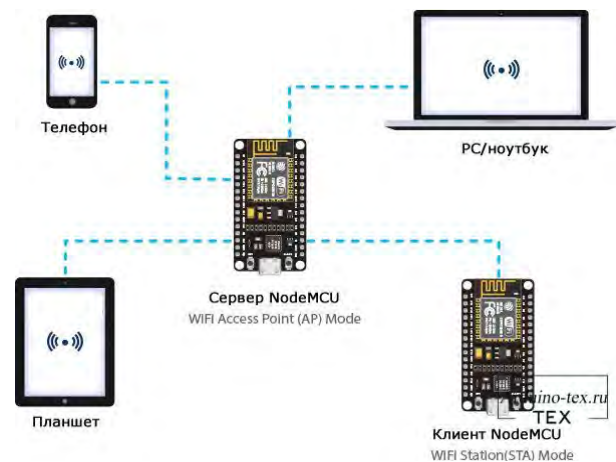


Рис. 2

В режиме AP ESP32 создает новую сеть Wi-Fi и устанавливает для нее SSID (имя сети) и IP-адрес. С этим IP-адресом он может отдавать веб-страницы на все подключенные устройства в своей собственной сети.

Принцип управления устройствами через веб-сервер ESP32 следующий: когда осуществляется ввод URL-адреса в веб-браузере и происходит нажатие кнопки ENTER, браузер отправляет HTTP-запрос (также известный как запрос GET) на веб-сервер. Задача веб-сервера — обработать этот запрос, сделав что-нибудь. Что бы обратиться к серверу необходимо в адресной строке прописать следующий URL-адрес <http://192.168.1.1>. После этого подгружается динамическая веб-страница, написанная с использованием связки технологий HTML + CSS + PHP.

3. Заключение

Таким образом, разработан веб-сервер на модуле ESP32. С помощью данной сервера можно обеспечить управление через сеть Интернет различными устройствами.

4. Список литературы

- [1] Веб-сервер ESP32 [Электронный ресурс] / arduino-tex.ru. — Режим доступа: <https://arduino-tex.ru/news/15/urok-1-veb-server-esp32-esp8266-v-srede-arduino-ide.html>.

CREATING A WEB-SERVER ON ESP32

Tabakaev D. I., Kleshev N. S.

Scientific adviser: Tabakaev D. I.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the article, the creation of a web-server based on the ESP32 hardware and software complex, using a number of technologies such as the PHP language, which provides the creation of dynamic pages, as well as HTML and CSS technologies necessary to create the server web-interface, is considered.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ORM СИСТЕМ

Табакаев Д. И., Клещев Н. С.

Научный руководитель: Табакаев Д. И.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: mihalich168@mail.ru

Аннотация — Рассматривается понятие ORM систем, а также взаимодействие с базой данных через данную технологию.

1. Введение

При создании программного обеспечения при помощи объектно-ориентированного подхода, возникает задача долговременного хранения объектов. Использование реляционной БД для хранения объектно-ориентированных данных приводит к семантическому разрыву между способами обработки объектов и их хранения [1]. Программисты вынуждены использовать различные концепции при разработке бизнес логики приложения (объектно-ориентированный подход) и при взаимодействии с хранилищем объектов (реляционная модель). Переход между концепциями происходит каждый раз при обращении к БД, что приводит либо к многократному дублированию кода, либо к созданию библиотеки «прослойки» между базой данных и приложением.

2. Основная часть

Вариант с разработкой библиотеки с точки зрения технологии программирования представляется предпочтительным. Класс библиотек, предоставляющих методы для прямого и обратного преобразования объектов в реляционную модель, называется ORM. ORM (англ. Object relational mapping, рус. объектно-реляционное отображение) — технология программирования, которая связывает базы данных с концепциями объектно-ориентированных языков программирования, создавая «виртуальную объектную базу данных». Существуют как проприетарные, так и свободные реализации этой технологии (см. рис. 1).



Рис. 1

Существует несколько подходов (паттернов) к созданию объектно-реляционного отображения (англ. Data Source Architectural Patterns): Active Record, Data Mapper, Identity Map, Unit of Work, Lazy Load, Domain Object Factory [3].

Альтернативой использования объектно-реляционного отображения является хранение объектов в объектно-ориентированных базах данных [2]. Такой подход устраняет семантический разрыв между представлениями объектов. Тем не менее, из-за высокой распространенности реляционных БД, качественное объектно-ориентированное отображение

остается на сегодняшний день актуальной задачей. Цели объектно-реляционного отображения остаются на сегодняшний день актуальной задачей.

ORM обеспечивает снижение количества ошибок при преобразованиях данных между реляционной и объектной моделями. Обеспечивает разделение логики приложения и логики хранения данных. Независимость кода приложения от конкретной реализации СУБД. ORM обеспечивает уменьшение размеров кода приложения.

ORM системы зарекомендовали себя как отличный инструмент для разработки бизнес-логики приложения.

Примером использования ORM систем является задача построения системы формирования резюме (см. рис. 2). Минимальный набор, которая должна выполнять система:

- обеспечивать сохранение в базе данных информации о кандидате с формы;
- формировать список поданных резюме;
- просмотр информации о конкретном кандидате;
- удаление резюме из базы данных;
- формировать PDF файл с информацией о кандидате.

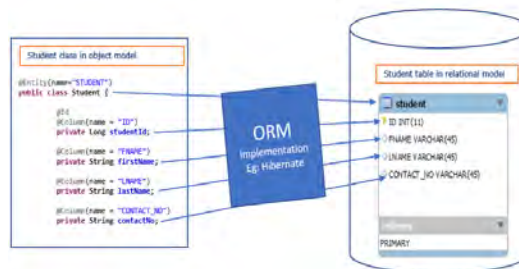


Рис. 2

3. Заключение

Использование ORM для реализации данной задачи обеспечивает уменьшение кода, позволяет создать удобный набор API для взаимодействия с базой, избавляет разработчика от рутинной работы. ORM дает легкое управление запросами на уровне lazy load/join.

4. Список литературы

- [1] Johnson, R. J2EE Design and Development / R. Johnson // Wrox. — 2002. — P. 255—256.
- [2] Suzanne, S. D. U. Fundamentals of Object Databases : ObjectOriented and Object-Relational Design / S. D. U. Suzanne, W. Dietrich. — Morgan & Claypool Publishers, 2011. — P. 66—100.
- [3] Зандстра, М PHP объекты, шаблоны и методики программирования / М. Зандстра. Диалектика-Вильямс, 2013. — 736 с.

DESIGN OF ORM SYSTEM

Tabakaev D. I., Kleshev N. S.

Scientific adviser: Tabakaev D. I.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The concept of ORM systems, as well as interaction with the database through this technology, is considered.



Секция 10

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ И ИНФОРМАЦИИ

МОДЕЛЬ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ СТАТИСТИКО-ЭНТРОПИЙНОГО МЕТОДА ОБНАРУЖЕНИЯ ГРАНИЦ ПОЛЕЙ В НЕРАСПОЗНАННОМ СЕТЕВОМ ТРАФИКЕ

Домуховский Н. А., Синадский А. Н.

ООО «Уральский центр систем безопасности», Россия

E-mail: alexsin@e1.ru

Аннотация — Описана доработка метода выделения границ полей сетевых протоколов без знания их структуры.

1. Введение

Выявление инцидентов ИБ в сетях АСУ ТП и IoT требует проводить глубокий анализ протоколов, используемых в этих сетях. Нередко применяемые в сетях АСУ ТП и IoT протоколы передачи данных слабо документированы или для них вообще отсутствует открытая документация. В этой ситуации необходимо применение методов разбора неизвестного трафика.

Настоящая статья описывает метод разбора неизвестного трафика, основанный на определении границ полей протоколов без априорной информации о их структуре с использованием моделей машинного обучения. Описываемый метод является доработкой метода, ранее описанного в статье [1] и патенте [2].

2. Основная часть

Для анализа сетевого трафика без информации о спецификации использующихся в нём протоколов предлагается использовать статистические характеристики трафика: энтропию байтов по разным смещениям и взаимную информацию соседних байт.

Метод вычисления указанных характеристик и определения границ полей описан в статье [1].

Дополнение разработанного метода, описываемое в настоящей публикации, состоит в замене детерминированного набора правил определения границ по изменению функций энтропии и отношения взаимной информации к энтропии от смещения на обучение и применение модели машинного обучения.

В качестве обучающей выборки предлагается использовать набор статистических характеристик, полученный с трафика известных протоколов. Каждый элемент в наборе — 10-мерный числовой вектор, соответствующий определённому смещению в пакете.

Первые 5 элементов вектора описывают энтропию вокруг исследуемого смещения, последние 5 элементов — отношение взаимной информации к энтропии в этой же области. При этом внутри каждый 5 элементов средний (третий) элемент описывает соответствующую характеристику для целевого смещения, первые два — для смещений, которые на 1 и 2 меньше целевого, а последние два — на 1 или 2 больше (рис. 1). В случае, если такие характеристики не существуют — например, для первого и последнего элементов набора не существует предыдущего или следующего байтов — то в соответствующие элементы вектора записывается «0».

$H(n-2)$	$H(n-1)$	$H(n)$	$H(n+1)$	$H(n+2)$	$\frac{MI(n-2)}{H(n-2)}$	$\frac{MI(n-1)}{H(n-1)}$	$\frac{MI(n)}{H(n)}$	$\frac{MI(n+1)}{H(n+1)}$	$\frac{MI(n+2)}{H(n+2)}$
----------	----------	--------	----------	----------	--------------------------	--------------------------	----------------------	--------------------------	--------------------------

Рис. 1

Таким образом, статистические характеристики в области двух байт вокруг целевого полностью описываются 10-мерным вектором, объединение которых составляет обучающую выборку.

Каждому вектору из обучающей выборки ставится в соответствие ответ — ноль или единица. Ноль ставится в соответствие тому элементу обучающей выборки, который соответствует смещению, по которому в исходном протоколе нет границы поля, единица — тому, для которого по заданному смещению граница поля присутствует. Таким образом формируется вектор ответов, длина которого равна количеству элементов в обучающей выборке.

Размеченные данные обрабатываются с помощью метода и инструмента TPOTClassifier [3], который создаёт ансамбль моделей, подбирая оптимальное сочетание простых моделей и параметры каждой из них, и формирует описание оптимизированной модели.

В результате работы подобран ансамбль, состоящий из трёх иерархических уровней, объединённых методом бустинга [3]. Сначала данные попадают на первый уровень, состоящий из объединённых методом стекинга [3] моделей градиентного бустинга, затем на второй уровень, состоящий из объединённых методом стекинга моделей K-ближайших соседей, и после этого обрабатываются мета-моделью случайных лесов на третьем уровне. При этом ответы моделей нижних уровней являются дополнительными признаками для моделей верхнего уровня.

3. Заключение

Применение моделей машинного обучения вместо детерминированного набора условий снимает с разработчика системы задачу ручного сопоставления графиков и событий появления границ полей, позволяя более оперативно создавать описания недokumentированных сетевых протоколов и реагировать на появление неопознанного трафика.

4. Список литературы

- [1] Домуховский, Н. А. Статистико-энтропийный метод обнаружения границ полей в нераспознанном сетевом трафике / Н. А. Домуховский, А. Н. Синадский // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций. — 2020. — № 3. — С. 221.
- [2] Пат. RU 2738460 C1, МПК G06F 21/00, G06F 11/00, H04L 1/00. Способ выявления аномалий в работе сети автоматизированной системы / Антипинский А.С., Домуховский Н.А., Комаров Д.Е., Синадский А.Н.; заявитель и патентообладатель ООО «Сайберлимфа». — № 2020108174; заявл. 26.02.2020; опубл. 14.12.2020, Бюл. № 35. — 36 с.
- [3] Trang, T.Le Scaling tree-based automated machine learning to biomedical big data with a feature set selector / T.Le Trang, Fu Weixuan, H. Moore Jason // Bioinformatics. — Vol. 36. — Iss. 1. — 2020. — P. 250—256. — Режим доступа: <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btz470>.

A MACHINE LEARNING MODEL FOR A STATISTICAL-ENTROPY METHOD FOR DETECTING FIELD BOUNDARIES IN UNRECOGNIZED NETWORK TRAFFIC

Domukhovskiy N. A., Sinadskiy A. N.

LLC Ural Center for Security Systems, Russia

Abstract — The tweaking of the method for finding the edges of fields of network protocols without their specs is described.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕТЕВЫХ УЗЛОВ ПО СЕТЕВОЙ АКТИВНОСТИ

Пырьев М. С., Синадский А. Н.

ООО «Уральский центр систем безопасности», Россия

E-mail: alexsin@e1.ru

Аннотация — Рассмотрена доработка метода определения классификационных признаков сетевых узлов по копии трафика без активного сетевого взаимодействия.

1. Введение

В современных телекоммуникационных сетях применяются средства обеспечения информационной безопасности, для повышения точности работы которых необходимо явно указывать списки защищаемых узлов и сопоставлять их с обнаруживаемыми сетевыми узлами. В случае невозможности использования инструментов, предполагающих активное сканирование (например, в сетях АСУ ТП) создание базы таких соответствий требует длительного ручного труда. Для автоматизации этой операции предлагается использовать доработанный метод определения класса узла по сформированному профилю его сетевого трафика, не требующий взаимодействия с сетью и сохраняющий целостность защищаемой системы.

2. Основная часть

Существуют средства, позволяющие получать наборы информационных потоков из сетевого трафика защищаемой сети. Инструменты, метод выделения потоков и формирования характеристического вектора узла на основе этих потоков описаны в статье [1]. В ней же приводится описание характеристического вектора узла как набора чисел.

В настоящей публикации предлагается дополнение к описанному методу: в характеристическом векторе использовать только многомерный набор протоколов и связи с узлами известных типов. Эксперименты показали, что исключение списка портов четвертого уровня OSI очищает данные, незначительно убавляя при этом информацию, позволяющую корректно классифицировать узел.

Для обучения модели из трафика сети, состоящей из узлов известного типа, формируются характеристические вектора, и каждому вектору из обучающей выборки ставится в соответствие ответ — истинный класс узла. Размеченные данные предлагается анализировать с помощью метода и инструмента TROTClassifier [2], который создаёт архитектуру модели-ансамбля, подбирая оптимальное сочетание простых моделей и параметры каждой из них, и формирует описание сложной модели. В отличие от исходного метода, это решение позволит адаптироваться к новым данным в случае изменения, например, групп классов.

В результате работы подобран ансамбль, состоящий из двух блоков, объединённых методом стэкинга (рис. 1). Первый блок — также ансамбль объединённых методом стэкинга моделей K-соседей. Модели K-соседей создаются со свойствами:

— гиперпараметр «количество соседей» равен 26;

— гиперпараметр «важность соседа» имеет значение «расстояние»: чем ближе сосед к исследуемому узлу, тем больше его вес в решении;

— расстояние между точками в многомерном пространстве вычисляется с помощью Евклидовой метрики (признаки количественные).

При этом ответы моделей нижних уровней являются дополнительными признаками для моделей верхнего уровня.

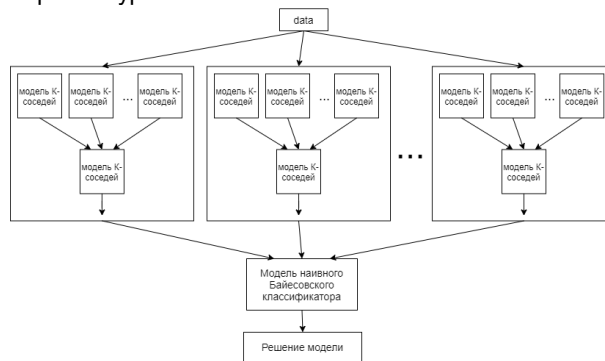


Рис. 1

При проведении экспериментальной проверки разработанного метода для каждого узла выбиралось по одному классу из двух групп классов узлов: ролей и операционных систем. Метрики, взвешенные по количеству экземпляров, приводятся в таблице 1.

Таблица 1

Тип класса	Precision	Recall	F1-score
Роли узлов (АРМ, ПЛК, сервер, АСО)	0,77	0,77	0,77
Операционная система (ALT Linux, Windows 2000, Windows XP, Windows 7)	0,86	0,8	0,78

3. Заключение

Описанная доработка повышает точность разработанной системы предсказания класса сетевого узла по профилю трафика в пассивном режиме. Применение автоматизированной генерации архитектуры модели позволяет, в случае возможности переобучения модели, применять систему в сетях и с группами классов, которые не существовали в обучающей выборке.

4. Список литературы

- [1] Домуховский, Н. А. определение характеристик сетевого узла на основе профиля сетевого трафика / Н. А. Домуховский, А. Н. Синадский // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций. — 2020. — № 3. — С. 220.
- [2] Olson, R. S. Evaluation of a Tree-based Pipeline Optimization Tool for Automating Data Science / R. S. Olson, N. Bartley, R. J. Urbanowicz, J. H. Moore // Proc. of EvoBio, 2016. — 2016. — doi:10.1145/2908812.2908918. — arXiv:1603.06212.

RECOGNITION OF CLASSIFICATION CHARACTERISTICS OF NETWORK NODES BY NETWORK ACTIVITY

Pyr'ev M. S., Sinadskiy A. N.

LLC Ural Center for Security Systems, Russia

Abstract — The revision of the method for determining the classification features of network nodes from a copy of traffic without active network interaction is considered.

ВЫЯВЛЕНИЕ АНОМАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ СЕТЕВОГО УЗЛА НА ОСНОВЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОФИЛЯ ЕГО СЕТЕВОГО ТРАФИКА

Пырьев М. С., Синадский А. Н.

ООО «Уральский центр систем безопасности», Россия

E-mail: mihail.pyrev@gmail.com

Аннотация — Рассмотрен подход к определению аномального поведения наблюдаемого узла путем исследования признаков сетевого профиля.

1. Введение

В современном мире любой тип компьютерной сети перманентно подвергается компьютерным атакам., существуют эффективные способы обнаружения вторжений, однако злоумышленник, обладающий достаточной компетенцией в области информационной безопасности, имеет возможность обойти их с помощью — обнаружения не устраненных уязвимостей или ошибок, совершенных при настройке оборудования или., предлагается создавать цифровой двойник каждого защищаемого узла в компьютерной сети и оценивать его поведение на по созданной модели.

2. Основная часть

Описываемое решение может работать или с трафиком в реальном времени, или с записанной ранее копией. Это позволяет процессу мониторинга не влиять на инфраструктуру и оставаться незамеченным для злоумышленника.

Разработанный алгоритм подходит для систем, позволяющих получать набор информационных потоков из сетевого трафика наблюдаемой сети посредством глубокого разбора пакетов (DPI). На основе данных потоков происходит формирование характеристического вектора узла [1], являющегося для данного подхода профилем сетевого узла.

Информация о потоках узла хранится в базе данных в двоичном формате и загружается в виде кортежа. На основе полученного кортежа формируется объект, свойства которого (ip-адрес, mac-адрес) позволяют идентифицировать цифровую копию, а также необходимые для формирования характеристического вектора: *proto* (одномерный массив частоты использования протоколов данным узлом) и *num_flows* (количество потоков с данным узлом). Массив *proto*, в описываемом алгоритме, в отличие от решения [1], создается на основе рассмотрения прикладного уровня, с учетом транспортного и сетевого и канального (объединение уровней в один параметр), что позволяет повысить точность модели.

Таким образом, характеристический вектор можно представить в виде нормализованной величины (1).

$$vector = \frac{proto}{num_flows} \quad (1)$$

Мониторинг сети производится с определенной частотой, поэтому необходимо преобразовать данную формулу с учетом повторяющегося процесса (2).

$$vector = \frac{proto_{n-1} * num_flows_{n-1} * k + proto_n * num_flows_n}{num_flows_{n-1} * k + num_flows_n}, \quad (2)$$

где k — коэффициент старения (уменьшения значимости) полученных ранее данных.

Полученный вектор используется для кластеризации по алгоритму DBSCAN с количеством кластеров, определенных по методу локтя на основе метрики расстояния между узлами. В результате работы алгоритма кластеризации узлы, объединяются в группы.

Переход узла из одной группы в другую с течением времени называется аномальной активностью. Такое поведение узлов отслеживается и в случае его возникновения создаётся событие безопасности.

После этого, тот же вектор используется для иерархической кластеризации. В результате образуется дерево кластеров, листьями которого являются рассматриваемые узлы (рис. 1).

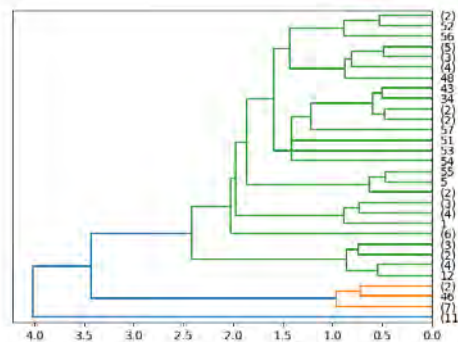


Рис. 1

Приведенные U-образные связи (рис. 1) отражают кофенетическое расстояние объединения узлов в один кластер, что позволяет определить существенность перемещения узла. Данный аспект влияет на принятие решения значимости каждой аномалии.

3. Заключение

Подход, рассмотренный в данной статье, позволяет определять наличие аномальной активности на основе признаков из информационных потоков, что увеличивает шансы обнаружения злоумышленника в инфраструктуре.

Данный способ был протестирован на экземпляре атаки SCADA-системы, созданный Shrivastava Siddhant, Francisco Furtado, Desmond Wan из Singapore University of Technology and Design [2]. В ходе работы алгоритма обнаружена аномальная активность на этапе: «Infiltrate SCADA WS via USB thumb drive with first malware. Exfiltrate Historian Data (5 mins attack + 10 mins sleep) x 4 cycles».

4. Список литературы

- [1] Домуховский, Н.А. Определение характеристик сетевого узла на основе профиля сетевого трафика / Н. А. Домуховский, А. Н. Синадский // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций. — 2020. — № 3. — С. 220.
- [2] iTrust Dataset. Singapore University of Technology and Design (SUTD) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://itrust.sutd.edu.sg/itrust-labs_datasets.

IDENTIFICATION OF ABNORMAL ACTIVITY OF A NETWORK NODE BASED ON THE CHARACTERISTICS OF THE NETWORK TRAFFIC PROFILE

Pyrev M. S., Sinadskiy A. N.

LLC Ural Center for Security Systems, Russia

Abstract — The revision of the method for determining the anomalous behavior of the observed node by examining the features of the network profile is described.

СИСТЕМА АВАРИЙНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ В ДИАПАЗОНЕ УКВ-2

Егоров В. В., Котова К. Н.
 Научный руководитель: Егоров В. В.
 Московский авиационный институт, Россия
 E-mail: skb-4@bk.ru

Аннотация — Предложена модульная система аварийной сигнализации с обратной связью через исполнительные устройства для обеспечения безопасности в загородном доме. Система предполагает использование ультракоротких волн (УКВ-2) диапазона для передачи кодированных данных, что увеличивает помехоустойчивость и дальность связи.

ствие которых снижает величину опасности ещё до прибытия на место владельца или иного уполномоченного лица после поступления сигнала тревоги.

Детальная структурная схема с учетом модулей приводится на рис. 2.

1. Введение

Для обеспечения безопасности дома, находящегося в садоводческих некоммерческих товариществах (СНТ), а также удаленного контроля различных параметров, в частности потребления электроэнергии и температуры в доме, применяются различные системы дистанционного мониторинга, основанные на стандартных протоколах беспроводной связи. В условиях густой растительности и неуверенного приема GSM-сигнала решением становится применение сигналов в диапазоне УКВ-2 (87,5—108,0 МГц) [1].

2. Основная часть

В студенческом конструкторском бюро Московского авиационного института №4 (СКБ-4 МАИ) были изготовлены программно-аппаратные решения, позволяющие передавать и декодировать 12-битные пакеты данных (передается 16 бит, 4 из которых — контрольная сумма) на разрешенной в диапазоне УКВ-2 нелицензируемой мощности в 10 мВт. При этом вероятность приема пакета составила 0,99 при вероятности приема (подтверждения) искаженного пакета, равной 0,00001 [2]. На базе этих модулей была разработана система, представленная на рис. 1.

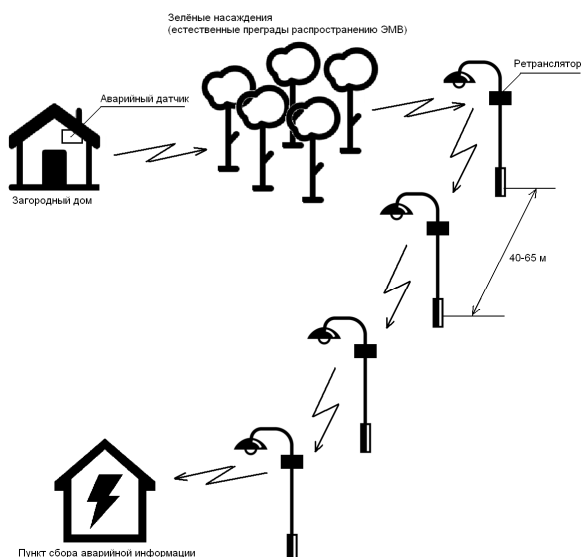


Рис. 1

Структура такой системы предполагает наличие ретрансляторов, закрепленных на столбах уличного освещения, а также набора датчиков различных аварийных состояний и исполнительных устройств, дей-

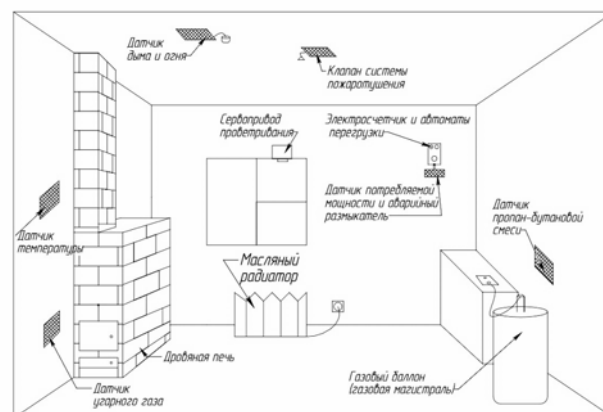


Рис. 2

3. Заключение

На основании предложенной концепции системы в данный момент разрабатываются прототипы модулей, внедрение которых позволит в перспективе снизить риски для загородных домов, в том числе находящихся в законсервированном состоянии без присутствия людей.

Разработанные модули проходят испытания и готовится эксперимент с внедрением данной системы в реальное СНТ.

4. Список литературы

- [1] Распространение радиоволн / О. И. Яковлев, В. П. Якубов, В. П. Урядов, А. Г. Павельев; под ред. Яковлева О. И. — М. : ЛЕНАНД, 2009. — 399 с.
- [2] Руденко, Е. В. Организация командной радиосвязи с применением стандартных радиоприемников УКВ-2 диапазона / Е. В. Руденко, А. В. Хохлова // 28-й Всерос. межвуз. науч.-технич. конф. студентов и аспирантов «Микроэлектроника и информатика. — 2021. — М. : МИ-ЭТ, 2021. — 159 с.

EMERGENCY ALARM SYSTEM WITH FEEDBACK IN THE VHF-2 RANGE

Egorov V. V., Kotova K. N.
 Scientific adviser: Egorov V. V.
 Moscow Aviation Institute, Russia

Abstract — A modular alarm system with feedback through actuators for ensuring security in a country house is suggested. The system assumes the using VHF-2 band for transmitting encoded data to increase a noise immunity and communication range.

ЕМКОСТНОЙ ДАТЧИК ПРИБЛИЖЕНИЯ ОБЪЕКТА

Зиборов С. Р., Игнатенко М. А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Зиборов С. Р.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: sergey.ziborov@gmail.com

Аннотация — Разработан ёмкостной датчик обнаружения приближающегося объекта. Датчик может быть использован в системах контроля и управления доступом (СКУД).

1. Введение

Разработка устройств для СКУД, способных обнаруживать несанкционированное проникновение нарушителя в охраняемые помещения и оповещать об этом специальные службы является актуальных задач радиоэлектроники.

2. Основная часть

На рис. 1 изображена упрощённая структурная схема СКУД.

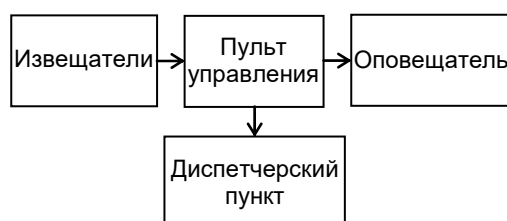


Рис. 1

Извещатели контролируют доступ в охраняемые помещения и на охраняемую территорию, и при обнаружении несанкционированного доступа вырабатывают сигнал, передаваемый на пульт управления. Пульт управления отправляет сигнал на диспетчерский пункт и включает оповещатель, например, сирену, который вырабатывает звуковой сигнал тревоги. Контроль санкционированного доступа осуществляется с помощью извещателей, содержащих *RFID*-считыватель. Такой извещатель передает информацию о проверке пропуска и времени проверки на пульт управления, где эта информация запоминается и обрабатывается.

На рис. 2 показана функциональная схема ёмкостного датчика приближения.

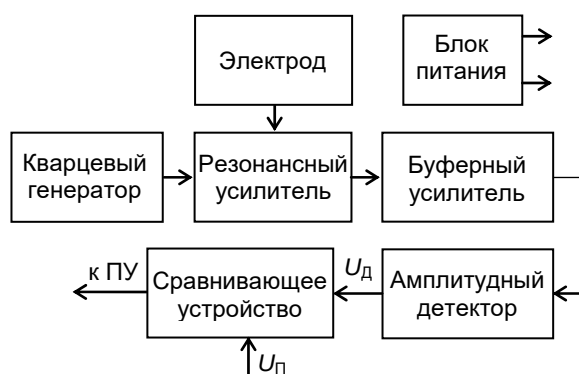


Рис. 2

Кварцевый генератор вырабатывает гармоническое напряжение с частотой 400 кГц, которое подается на резонансный усилитель, настроенный на эту частоту. Нагрузкой усилителя является параллельный колебательный *LC*-контур. Выходное напряжение резонансного усилителя подается через буфер-

ный усилитель на амплитудный детектор, который преобразует его в постоянное напряжение. Выходное напряжение амплитудного детектора поступает на сигнальный вход сравнивающего устройства, на опорный вход которого подается пороговое напряжение U_p .

В состав *LC*-контра резонансного усилителя входит конденсатор, одна пластина которого представляет собой металлический электрод, вмонтированный в охраняемый предмет, а другая пластина — объект, приближающийся к электроду.

При отсутствии объекта вблизи электрода выходное напряжение амплитудного U_d детектора превышает пороговое напряжение $U_d > U_p$. При этом выходное напряжение сравнивающего устройства имеет уровень, соответствующий логическому нулю, при поступлении которого на пульт управления система не вырабатывает сигнал тревоги.

Приближение объекта к электроду на расстояние менее 20 см вызывает увеличение емкости *LC*-контра, что приводит к расстройке контура и уменьшению модуля его комплексного сопротивления. В результате, коэффициент усиления резонансного усилителя уменьшается, что вызывает уменьшение выходного напряжения амплитудного детектора. В момент равенства выходного напряжения амплитудного детектора пороговому напряжению $U_d = U_p$, компаратор срабатывает, и его выходное напряжение скачкообразно увеличивается до уровня, соответствующего логической единице. В этом случае система вырабатывает сигнал тревоги.

Разработана принципиальная схема датчика, и выбрана элементная база для его реализации. Выполнен электрический расчёт и компьютерное моделирование резонансного усилителя, результаты которых совпадают с достаточной точностью.

3. Заключение

Показано, что ёмкостной датчик является надёжным устройством обнаружения несанкционированное приближение к охраняемому предмету, оставаясь скрытым для нарушителя. Такой датчик может быть использован для охраны дверей, сейфов, музейных экспонатов и т. п.

4. Список литературы

- [1] Рыкунов, В. В. Охранные системы и технические средства физической защиты объектов / В. В. Рыкунов. — М. : Секьюрити Фокус, 2011. — 288 с.
- [2] Набиев, Р. Н. Сравнительный анализ электрических схем ёмкостных датчиков / Р. Н. Набиев, Г. И. Гараев, Р. Р. Рустамов // Известия ЮФУ, 2017. — № 3. — С. 51—64.

CAPACITIVE OBJECT'S PROXIMITY SENSOR

Ziborov S. R., Ignatenko M. A.

Scientific adviser: Ziborov S. R.

Sebastopol State University, Russia

Abstract — A capacitive sensor for detecting an approaching object has been developed. The sensor can be used in access control and management systems (ACS).

МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЦИОИНЖЕНЕРНОЙ АТАКИ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

Преображенский А. П., Геворгян М. Г.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Преображенский А. П.

Воронежский институт высоких технологий, Россия

E-mail: komkovvvt@yandex.ru

Аннотация — В работе рассмотрена задача моделирования социоинженерной атаки в информационной системе организации. Построен классификатор аккаунтов пользователей. На основе графового и вероятностного подходов разработан алгоритм для моделирования атаки.

1. Введение

Актуальность проблем защищённости от социоинженерных атак и оценки степени этой защищённости связана с тем, что наблюдается увеличение числа атак на информационные системы [1]. Происходит рост убытков от них. Увеличиваются объёмы ресурсов и времени, которые необходимы для того, чтобы определить виновных в подобных преступлениях. Цель работы состоит в разработке алгоритма моделирования атаки.

2. Основная часть

На первом этапе в социальной сети важно осуществить поиск по аккаунту пользователя. Для большого числа аккаунтов удобно использовать автоматизированный поиск, вместо того чтобы проводить фильтрацию ручным образом. При определении принадлежности аккаунта определённому человеку необходимо осуществить формирование классификатора. Если анализ проводится в компании, тогда будет сравнение на базе подобного классификатора аккаунтов со списком работников. Поиск и идентификация аккаунтов осуществляется в рамках бинарной классификации. Будем считать, что множество X содержит разные пользовательские страницы социальной сети, а множество Y содержит разные имена классов. Тогда алгоритм, в рамках которого мы можем провести классификацию любого $x \in X$ мы можем представить так: $X \rightarrow Y$.

В ходе принятия решений мы ориентируемся на древовидную структуру. Этот подход характеризуется высокой надёжностью и корректностью.

Для того, чтобы оценить качество классификатора мы построили зависимость числа аккаунтов, которые на базе алгоритма были верным образом найдены от числа неправильно образом определённых аккаунтов (рис. 1).

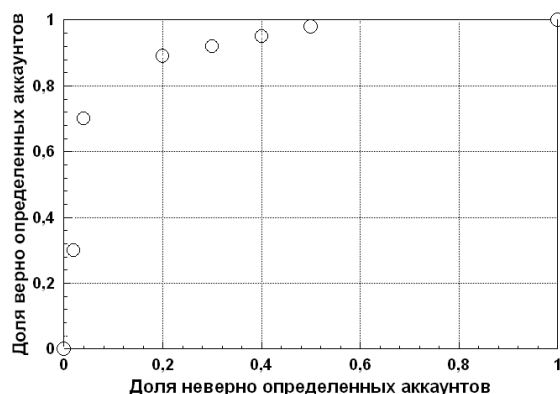


Рис. 1

Для того, чтобы определить характеристику численным образом, необходимо рассматривать площадь под графиком. На рис. 1 значение показателя качества равно 0,935. При моделировании мы исходили из того, что анализируется компания [2] с числом работников 1150 человек.

Было создано дерево решений. При его использовании мы ориентировались на такие критерии с точки зрения определения показателей:

- указание организации в поле "Карьера";
- какое число в друзьях работников;
- какое число отметок мне нравится;
- по определённому сотруднику внутри группы какое число упоминаний;
- по страницам работников какие результаты анализа с точки зрения топологии.

Был построен граф социальных связей работников. В рамках него был создан подграф социальных связей работников. Экспертным способом осуществлялась оценка вероятности атаки одного работника на другого. То есть, она рассматривалась как вероятность перехода по дуге графа. Зависит она от степени близости одного работника относительно другого (в друзьях, друг друга и т.д.). Общий вклад по каждому из вида связи связан с числом отметок среди пользователей "мне нравится", общими сообществами, группами и фотографиями.

Итоговая вероятность рассматривается в виде произведения вероятностей каждого вклада:

$$P = P_1 \cdot P_2 \cdot \dots \cdot P_N.$$

3. Заключение

Даны предложения по формированию алгоритма, позволяющего автоматизировать процессы решения задач, связанных с оценками вероятностей успешного осуществления социоинженерной атаки среди пользователей, являющимися работниками организации.

4. Список литературы

- [1] Маричев, А. В. Вопросы социальной инженерии в корпоративной информационной безопасности / А. В. Маричев, И. В. Любимов, Ю. П. Преображенский // Вест. Воронеж. ин-та высоких технологий. — 2017. — № 2 (21). — С. 64—67.
- [2] Преображенский, Ю. П. Использование инструментов стратегического анализа в организациях / Ю. П. Преображенский, О. Н. Чопоров // Вест. Воронеж. ин-та высоких технологий. — 2020. — № 2 (33). — С. 56—59.

SIMULATION OF A SOCIAL ENGINEERING ATTACK IN INFORMATION SYSTEM

Preobrazhenskiy A. P., Gevorgyan M. G.

Scientific adviser: Preobrazhenskiy A. P.

Voronezh Institute of High Technologies, Russia

Abstract — In the paper, the problem of modeling a socio-engineering attack in an organization's information system is considered. A classifier of user accounts has been built. On the basis of graph and probabilistic approaches, an algorithm has been developed to simulate an attack.

ДВУХКООРДИНАТНОЕ УСТРОЙСТВО РЕГИСТРАЦИИ СЕЙСМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ

Баранов А. Н., Косюк В. И., Баранов Н. А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, проф. Баранов А. Н

Черноморское высшее военно-морское училище имени П. С. Нахимова, Россия

E-mail: magistri.avms@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрено устройство регистрации сейсмоколебаний на основе электронно-молекулярного преобразователя, использующее для регистрации систему спектрально-временного отображения принимаемой информации. Приведены экспериментальные результаты чувствительности предложенного устройства.

1. Введение

В наземных обнаружителях вторжений на охраняемую территорию широко используются чувствительные сейсмические приемники. Сейсморегирующий канал вообще осуществляет только прием, усиление и регистрацию колебаний. В этом случае целью регистрации является получение записей колебаний. В докладе приводится описание и предварительные показательные результаты оценки чувствительности предлагаемого устройства.

2. Основная часть

Канал состоит из сейсмоприемника с блоком питания, усилителя, фильтров и регистрирующего устройства. Обобщенная структурная схема предлагаемого устройства с системой отображения может быть представлена в виде схемы (рис. 1).

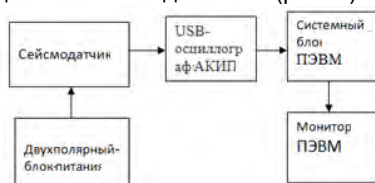


Рис. 1

В состав предлагаемой схемы входят: два электронно-молекулярных сейсмодатчика диффузионного типа, USB-осциллограф АКПП-4107 с программным пакетом PicoLog и ПЭВМ.

Рассматриваемое в докладе устройство представляет собой молекулярно-электронный преобразователь диффузионного типа [1, 2].

Внешний вид двухкоординатного молекулярно-электронного преобразователя с двумя взаимно перпендикулярными датчиками, присоединенными к корпусу прибора, вместе с биполярным блоком питания, показан на рис. 2, а функциональная схема — на рис. 3.

При приеме сейсмоколебаний грунта, как уже было отмечено, основным измерительным устройством в сейсморазведке служит сейсмоприемник, преобразующий механические колебания упругих волн в электрический ток переменного напряжения.

На этапе предварительных испытаний данного двухкоординатного устройства особый интерес представляла чувствительность именно самих датчиков, непосредственно присоединенных к корпусу прибора.

На рис. 3 показаны экспериментальные осциллограммы сигналов сейсмодатчиков при элементарных контактных воздействиях на корпус прибора: сложенного листа бумаги формата А4 (рис. 4, а) и простого карандаша с резинкой (рис. 4, б).



Рис. 2

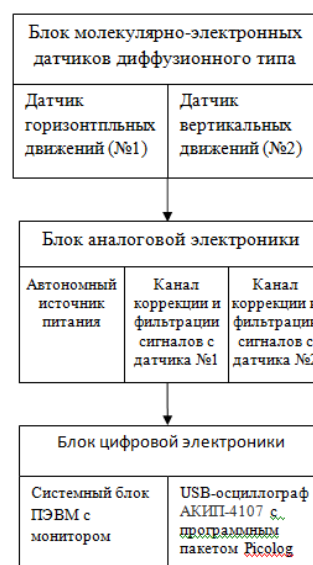
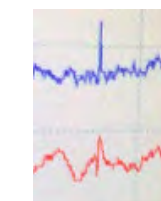
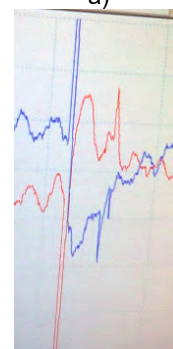


Рис. 3



а)



б)

Рис. 4

3. Заключение

Предлагаемое устройство в совокупности с компьютерной системой обработки и отображения является многофункциональным устройством. Оно может быть использовано не только для целей разведки наземных объектов в любое время суток, регистрации подземных толчков и взрывов, но и в охранных системах объектов информационной деятельности

4. Список литературы

- [1] Лидоренко, Н. С. Введение в молекулярную электронику / Под ред Лидоренко Н. С. — М. : Энергоатомиздат, 1984. — 320 с.
- [2] Отчет о НИР на тему: Электронно-молекулярные сейсмоприемники диффузионного и кинетического типов (принцип действия, схемы включения, электронно-согласующие устройства), 1995.

TWO-COORDINATE DEVICE FOR RECORDING SEISMIC OSCILLATIONS

Baranov A. N., Kosuk V. I., Baranov N. A.

Scientific adviser: Baranov A. N.

Nahimov Black Sea Higher Naval School, Russia

Abstract — A device for recording seismic vibrations based on an electron-molecular converter, which uses a system of spectral-time display of the received information, is considered. Experimental results of the sensitivity of the proposed device are presented.

УСТРОЙСТВО ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ПОМЕЩЕНИЙ ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ДОСТУПА

Завалейков А. А., Аввакумова В. Ю., Шевченко Н. В.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: apacer63@mail.ru

Аннотация — Рассмотрено устройство дистанционного контроля защиты помещений от несанкционированного доступа. Описаны преимущества использования данного устройства в данной системе по сравнению с аналогами.

1. Введение

В настоящее время созданию систем восприятия и обработки визуальной двух- и трехмерной информации уделяется все большее и большее внимание. Центральной задачей, решаемой анализатором при составлении описания внешней среды, является классификация предметов и определение их пространственного расположения.

Для решения этой задачи целесообразнее использовать следующие оптические системы с микропроцессорной обработкой, полученной информации. В этих системах отслеживание объекта осуществляется фоточувствительными элементами. А микропроцессорная обработка позволит облегчить работу оператора, так как сама сможет определить присутствие нарушителя и отображать его местонахождение и передвижения.

2. Основная часть

Для работы данного устройства потребуются расположение датчиков, показанных на рис. 1. Камера находится в помещении с размерами XYZ центр камеры находится в точке ноль. Область предполагаемого нахождения объекта отмечена двойной штриховкой. Камера направлена на однородную, светлую поверхность для более точного определения местоположения и распознавания объекта. Естественное освещение находится за камерой, минимальное расстояние на котором осуществляется распознавание объекта является 5 метров, на меньшем расстоянии площадь занимаемая объектом значительно больше полезной площади видео фиксации камеры. В камере также должна присутствовать светодиодная подсветка для работы данной системы в темное время суток и в помещениях без естественного освещения.

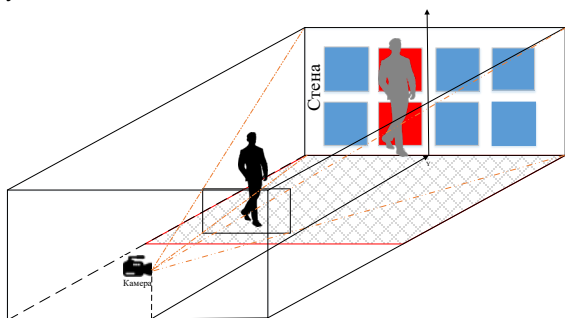


Рис. 1

Объект проходя между камерой и датчиками отбрасывает темное пятно на матрицу датчиков. На рис. 2 представлен график зависимости рассчитанного потока излучения относительно перемещения объекта вдоль датчиков на разных расстояниях. На данном рисунке представлен график зависимости потока излучения от расстояния по осям X и Y, при заданных исходных данных объекта: высота 1,6 м,

ширина 0,6 м, максимальное расстояние до стены 20 м.

На данном графике можно заметить 2 пика. Они возникают при полном затемнении фото датчиков объектом. Провалы между пиками — это расстояние между ячейками фото диодной матрицы.

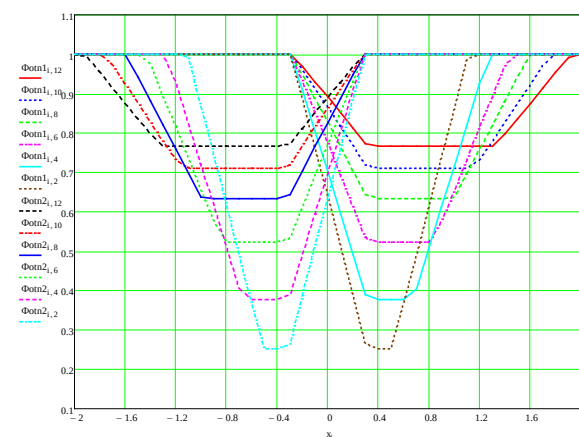


Рис. 2

Преимущества данного устройства дистанционного контроля заключается в простоте использования, в возможности определения площади объекта несанкционированного доступа без наблюдателя и скорости подсчета результатов при большом количестве опросов фото диодных датчиков благодаря использованию микроконтроллера.

3. Заключение

Таким образом, разрабатываемое устройство дистанционного контроля доступа обладает рядом существенных преимуществ в сравнении с существующими аналогами для защиты помещений от несанкционированного доступа. Также важными достоинствами разработки являются низкая стоимость из-за использования недорогих компонентов.

4. Список литературы

- [1] Катис, Г. П. Восприятие и анализ оптической информации автоматической системой / Г. П. Катис. — М. : Машиностроение, 1986. — 416 с.
- [2] Катис, Г. П. Оптико-электронная обработка информации. / Катис Г. П. — М. : Машиностроение, 1979. — 448 с.

REMOTE CONTROL DEVICES FOR THE SYSTEM OF PROTECTION OF PREMISES FROM UNAUTHORIZED ACCESS

Zavaleykov A. A., Avvakumova V. Y., Shevchenko N. V.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The device of remote control of the protection of premises from unauthorized access is considered. The advantages of using the device in the system in comparison with analogues are described.

МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Лашченко И. В., Василенко Е. Д., Яковлева Т. В.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Лашченко И. В.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: vasilenko.elena.d@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены цели сетевой безопасности локальной сети предприятия и факторы, которые влияют на безопасность сети. Приведены методы защиты сети от внешних и внутренних угроз.

1. Введение

Обеспечение сетевой и информационной безопасности предприятия решается конкретными задачами с использованием современного программного обеспечения. Все меры по обеспечению безопасности должны быть предварительно проработаны, сформулированы в виде плана.

2. Основная часть

Сетевая безопасность преследует три основные цели, которые могут меняться в зависимости от ситуации. Целостность данных гарантирует, что данные не подвергнутся изменению, подмене или уничтожению, так как их сохранность в случае злонамеренных действий, так и случайностей, может быть нарушена. При этом существует информация, которая должна быть доступна всем, но даже в этом случае обеспечение целостности данных, особенно открытых, является основной задачей. Также пользователь должен иметь возможность работать с такими ресурсами, как принтеры, рабочие станции и разрешёнными ему данными. Все эти ресурсы должны быть доступны в любое время, но при этом защищены.

Спроектировав модель локальной вычислительной сети (ЛВС), станет возможным провести её диагностику на уровень защищённости. Приведённая модель сети не является эталонной и может быть изменена в зависимости от схемы ЛВС организации.

Физически мы можем спроектировать сеть с помощью реального оборудования (без учёта серверов) и посредством инструмента анализа сетевого трафика *Wireshark* находить и анализировать проблемы в сети. Перед тем как начать работу с инструментом, следует разместить анализатор трафика в одном из интересующих мест. Используя *Wireshark* и обладая необходимыми знаниями, можно достаточно эффективно находить и диагностировать разнообразные проблемы, возникающие в сети.

Также можно представить ЛВС в среде имитационного моделирования *Cisco Packet Tracer 6.2* (рис. 1). С помощью данного инструмента возможно имитировать как работу некоторого набора сетевых устройств (маршрутизаторы, коммутаторы, персональные компьютеры, сетевые принтеры и т. д.), так и сетевое взаимодействие между ними (распространение пакетов по сети). Таким образом, данное программное обеспечение методом имитационного моделирования позволяет выявить те или иные недостатки ЛВС организации в области информационной безопасности или устранить различные неполадки, возникающие в сети организации.

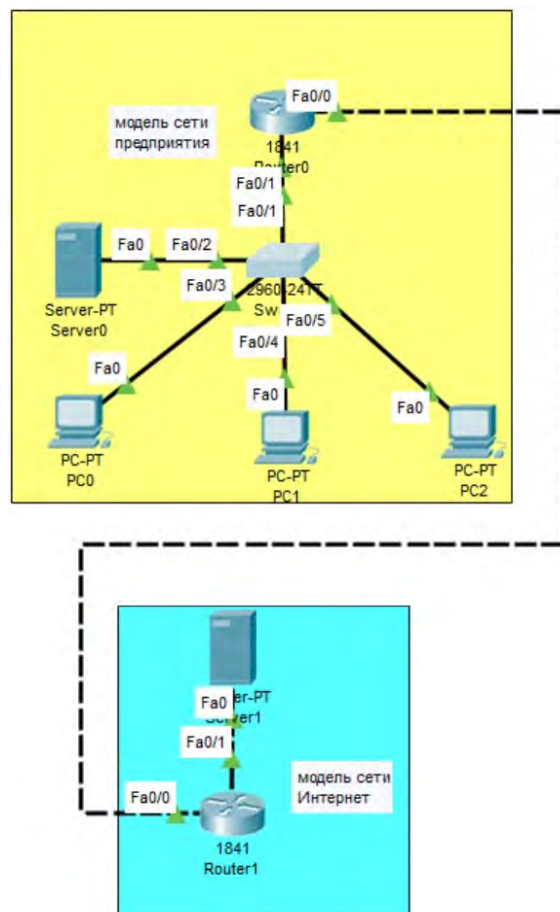


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, для обеспечения защиты сети создаются различные препятствия к проникновению злоумышленников к аппаратуре и устанавливается контроль над всеми ресурсами локальной системы.

4. Список литературы

- [1] Что такое система сетевой безопасности — Cisco [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.cisco.com/c/ru_ru/products/security/what-is-network-security.html

METHODS FOR ENSURING THE SECURITY OF THE LOCAL NETWORK OF AN ENTERPRISE

Lashchenko I. V., Vasilenko E. D., Yakovleva T. V.
 Scientific adviser: Lashchenko I. V.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The objectives of the network security of the enterprise's local network and the factors that affect the network security are considered. The methods of protecting the network from external and internal threats are given.

АНАЛИЗ СХОДИМОСТИ ВХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ МЕТОДИК ОЦЕНКИ РИСКОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Маслова М. А., Смирнов Н. С.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: mashechka-81@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены одинаковые и различные дата сетов входных данных для существующих методик оценки рисков ИБ.

1. Введение

В данной статье будут рассмотрены сходимость входных данных для основных существующих методов оценки рисков информационной безопасности.

Существующие методики имеют некоторые минусы, например, большую стоимость лицензии, субъективную оценку базы данных, предназначены для больших компаний, основываются в основном на качественном или количественном методе и т.д.

Между тем, вопрос проведения экспертизы рисков остается очень актуален, но не адаптирован для широкого применения компаний, а направлен более на узкие направления деятельности [4].

2. Основная часть

Для анализа были выбраны методики оценки рисков ИБ: OCTAVE, MSAT, FRAP, CORAS, MOF, Risk IT, CRAMM, RiskWatch, ГРИФ, ISO/IEC 27001, СТО БР ИББС. Рассмотрев существующие методики, были проанализированы их основные достоинства и недостатки.

Цель дальнейшего исследования стоит в комбинации существующих методик и разработке нового метода оценки рисков с учетом всех недостатков данных методик [1—3].

Были выделены дата сетов входных данных для методов оценки рисков ИБ: OCTAVE, MSAT, FRAP, CORAS, MOF, Risk IT, CRAMM, RiskWatch, ГРИФ, ISO/IEC 27001, СТО БР ИББС, а также определены их размерности полей. Все выделенные входные параметры были обработаны и разделены на две составляющие: повторяющиеся и уникальные [5, 6].

Были выявлены повторяющиеся данные и сформированы в основные 104 параметра, например, такие как: системы (устройства хранения данных, сервера); программное обеспечение; защита периметра; проверка подлинности; персонал; конкурентное преимущество; неумышленное раскрытие конфиденциальной информации сотрудниками; несанкционированный доступ к ресурсам компании со стороны внутренних злоумышленников; пароли пользователей; права доступа пользователей; обнаружение вторжений, сеть, ПО, базы данных, финансовые потери и т.д.

Также были сформированы неповторяющиеся данные из 109 параметров, например: шифрование; производственное оборудование; управление и наблюдение; развертывание и использование; управление исправлениями и обновлениями; злоупотребление средствами аудита; неосторожное или умышленное злоупотребление оборудованием по причине отсутствия обязанностей или их неисполнения; модификация журналов аудита, транзакций; политики и процедуры; удаленное оборудование; обеспечение непрерывности предоставляемых услуг; окружающая среда; инновации и т.д.

Для работы в создающейся программе будут использоваться уникальные (не сходящиеся) параметры входных данных существующих методик анализа рисков.

Далее они будут обрабатываться с помощью Дельфийской процедуры.

Так же для принятия решений и построения выходных данных будет произведен анализ выходных данных, выявление их сходимости и уникальные дата сетов, которые будут учтены для последующей работы с формированием базы данных выходных параметров, что позволит учитывать большинство существующих угроз и получение высокого результата.

3. Заключение

Таким образом, проведенный анализ входных дата сетов дает возможность учитывать всевозможные входные данные для разных направлений деятельности при анализе рисков ИБ и сформировать свой список уникальных дата сетов.

4. Список литературы

- [1] Агеев, С. А. Методы интеллектуального анализа данных для управления рисками информационной безопасности в защищенных мультисервисных сетях специального назначения / С. А. Агеев // Информационные системы. Автоматизация процессов управления. — 2015. — № 2 (40). — С. 42—49.
- [2] Баранова, Е. К. Методики анализа и оценки рисков информационной безопасности / Е. К. Баранова // Новые технологии. — 2015. — №1 (9). — С. 73—79.
- [3] Белозёрова, А. А. Оценка риска информационной безопасности при использовании ERP-систем / А. А. Белозёрова, С. Ю. Микова, М. А. Нестеренко // Молодой ученый. — 2016. — № 15. — С. 152—155.
- [4] Кузнецов, А.А. Управление рисками информационной безопасности на примере современных методик / А. А. Кузнецов, М. А. Маслова // Городская научно-практическая конференция с международным участием «Молодежная инициатива — 2019»: сб. матер. конф. г.Ростов-на-Дону, 6 деку 2019 г. — С.189—190.
- [5] Средство оценки безопасности Microsoft Security Assessment Tool (MSAT): понимание рисков, процесс MSAT, загрузка и установка [Электронный ресурс] / Microsoft Docs. — Режим доступа: anti-malware.ru.
- [6] Обзор методик анализа рисков информационной безопасности информационной системы предприятия [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/obzor-metodik-analiza-riskov-informatsionnoy-bezopasnosti-informatsionnoy-sistemy-predpriyatiya>.

CONVERGENCE ANALYSIS OF INPUT DATA FOR INFORMATION SECURITY RISK ASSESSMENT METHODS

Maslova M. A. Smirnov N. S.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The identical and different data sets of input data for existing methods of assessing information security risks are considered.

РЕАЛИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРИНЦИПОВ ВИДЕОАНАЛИТИКИ

Лашченко И. В., Бузовский И. В., Ветцель М. А., Катарсонов Р. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Лашченко И. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: katonov.roma@bk.ru

Аннотация — В докладе описаны возможности стенда для изучения аналитических алгоритмов видеонаблюдения в лабораторном практикуме. Изучение автоматических принципов выявления тревожных событий — интересная и актуальная современная тема.

1. Введение

На лабораторном практикуме по дисциплинам «Технические средства обеспечения безопасности» и «Радиоэлектронные системы защиты объектов и информации» студенты изучают основные принципы работы систем безопасности, в том числе охранного телевидения.

В современных системах проводится аналитическая обработка видеоизображений в режиме онлайн и в архиве.

Это позволяет без участия человека выявлять тревожные события в соответствии с заранее заданными задачами на конкретном объекте.

2. Основная часть

Для практического изучения этих технологий на кафедре «Радиоэлектронные системы и технологии» разработан и реализован лабораторный стенд на основе оборудования DAHUA (рис. 1).



Рис. 1

В состав стенда входит: видеочасть (IP DAHUA DH-IPC-HFW3441EP-SA-0280B, 2,8 мм); монитор, видеорегистратор (DHI-NVR2104-I); элементы коммутации, эти элементы помогут студенту самостоятельно собрать на данном стенде систему видеонаблюдения, предусмотрены защитные элементы, такие как заземление, предохранитель. Система может быть запитана с помощью источника питания 12 В или по технологии PoE.

С камеры сигнал поступает на видеорегистратор. Настройка системы может происходить локально, либо с помощью ПО — DSS Express на удаленном ПК.

Обработка изображения происходит в соответствии с алгоритмами распознавания и анализа траектории движения: просмотр в режиме реального времени и из архива, управление устройствами (инициализация устройств Dahua, добавление устройств через автопоиск), управление событиями

(обнаружение сигналов тревоги, событий контроля доступа, приоритет сигнализации: низкий, средний, высокий и др.), управление персоналом (добавление, редактирование и удаление людей и отделов, подтверждение личности по паролю и лицу), распознавание лиц, контроль въезда и выезда автомобилей из парковки и т.д.

В лабораторной работе можно изучить и настроить алгоритмы группы распознавания лиц, занести фотографии в базу, обнаружить человека из списка (разрешенного или черного) в текущий момент входящего в помещение, либо проанализировать с этой целью архив за определенное время. Создать статистический отчет по обнаруженным лицам (пол, возраст, настроение и др.). По результатам распознавания могут быть сформированы управляющие сигналы для преграждающих устройств (открыть-закрыть турникет (замок)).

Вторая группа алгоритмов — выделение объектов. Позволяет анализировать группы движущихся пикселей на видеоизображении.

Студент может настроить зоны, в которых будет фиксироваться тот или иной предмет.

Для формирования сигнала тревоги может иметь значение скорость перемещения группы пикселей, их количество, направление перемещения и другие параметры.

3. Заключение

Таким образом, с помощью данного оборудования, обучающиеся могут получить практические навыки работы с видеонаблюдением.

4. Список литературы

- [1] Bolshakov, B.V. Comparing of video analytics software / B. V. Bolshakov, S. S. Opaleuko / В сб.: Достижения и перспективы инноваций и технологий матер. VII Всерос. науч.-практ. конф. студ., аспирантов и молодых учёных; под ред. Клепиковой Т. Г., Михайловой А. Г. — 2018. — С. 132—138.

IMPLEMENTATION OF THE LABORATORY STAND TO STUDY THE PRINCIPLES OF VIDEO ANALYTICS

Lashchenko I. V., Buzovsky I. V., Vetzell M. A., Katasonov R. V.

Scientific advisor: Lashchenko I. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the report, the capabilities of the stand for studying analytical algorithms of video surveillance in a laboratory workshop are described. The study of automatic principles for detecting alarming events is an interesting modern subject.

РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ КАФЕДРЫ ЭИИБ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ GNS3

Склярук В. Л., Сагова С. Д., Дымникова К. А., Мезенцева Ю. А.

Научный руководитель: Склярук В. Л.

Черноморское высшее военно-морское училище имени П. С. Нахимова, Россия

E-mail: snezhana.sagova@inbox.ru

Аннотация — Разрабатывается виртуальная лаборатория кафедры ЭИИБ с использованием эмулятора сети GNS3.

1. Введение

Создание виртуальной лаборатории в сетевом симуляторе GNS3 с использованием образов реального оборудования и управляющих устройств, что позволяет снизить затраты на приобретение оборудования.

Виртуальная сетевая лаборатория — это соединённые между собой виртуальные машины, в которых запущены операционные системы сетевых устройств, где сетевые маршрутизаторы работают под управлением операционных систем, эти операционные системы можно запустить внутри виртуальных машин. Сетевые устройства в сети соединены каналами связи, а для организации виртуальной сетевой лаборатории надо соединить между собой виртуальные машины, в которых запущены операционные системы сетевых устройств. Для моделирования сетевых топологий широко используется контейнер виртуальных машин GNS3.

2. Основная часть

В данной работе была построена топология сети, состоящая из двух виртуальных машин, на одной из которых установлена ОС Windows 10, а на другой — ОС Linux Ubuntu (рис. 1). Взаимосвязь между двумя узлами обеспечивается с помощью коммутатора 2 уровня. Маршрутизатор модели c7200 используется в данной топологии как сервер.



Рис. 1

После установки операционных систем на компьютер, то были прописаны IP-адреса, MAC-адреса и шлюз, а затем проверено соединение

Захват трафика

Одной из самых интересных особенностей GNS3 является использование утилиты Wireshark (рис. 2), которая позволяет провести мониторинг трафика внутри проектируемой топологии, что дает дополнительную информацию для понимания изучаемых технологий

В настроенной топологии был просканирован участок сети между коммутатором и маршрутизатором, с целью захвата трафика.

Анализ трафика показал, что соединение между узлами было настроено с применением протокола Telnet, что понижает уровень безопасности настройки нашей сети.

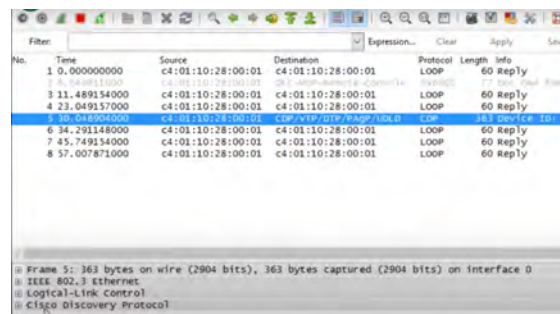


Рис. 2

В работе был настроен альтернативный протоколу Telnet — протокол SSH, который был разработан для максимальной защиты сетевых взаимодействий с удаленными узлами сети. В результате все сведения о нашем маршрутизаторе, а также все настройки были зашифрованы, что повысило уровень безопасности нашей сети.

3. Заключение

В результате проделанной работы можно сделать вывод, что виртуальная лаборатория позволит проводить практические и лабораторные занятия как стационарно, так и дистанционно. GNS3 имеет тот базовый функционал, который поможет не только понять многие процессы более углубленно, но и не затрачивать деньги на покупку дорогостоящего оборудования. Это полноценный лабораторный стенд, где можно моделировать нужные схемы или решения, проверить конфигурацию сети перед применением на существующем оборудовании.

4. Список литературы

- [1] Баранова, Е. К. Информационная безопасность и защита информации / Е. К. Баранова, А. В. Бабаш; 3-е изд. — М.: Высш. обр., 2017. — 324 с.
- [2] Григорьев, В. М. Виртуальная лаборатория по компьютерным сетям / В. М. Григорьев. — Днепропетровск, 2011. — 167 с.
- [3] The software that empowers network professionals [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.gns3.com>.
- [4] Основы GNS3. Добавляем хост VIRTUALBOX [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://blog.netskills.ru/2015/11/9-gns3-virtualbox.html>.
- [5] Download Wireshark [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.wireshark.org/download.html>.
- [6] VirtualBox [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.virtualbox.org>.

DESIGN OF A VIRTUAL LABORATORY OF THE EIIB DEPARTMENT USING GNS3

Sklyaruk V. L., Sagova S. D., Dymnikova K. A.,
Mezentseva Y. A.

Scientific adviser: Sklyaruk V. L.

Nahimov Black Sea Higher Naval School, Russia

Abstract — A virtual laboratory of the EIIB department is being designed using the GNS3 network emulator.

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В ОРГАНИЗАЦИИ: ЭТАПЫ, СТРУКТУРА, РЕАЛИЗАЦИЯ

Зайцев С. А., Химич В. Ю.

Научный руководитель: Зайцев С. А.

Черноморское высшее военно-морское училище имени П. С. Нахимова, Россия

E-mail: vlad.sevas.himich1@gmail.com

Аннотация — Рассматривается исследование процесса построения системы защиты информации в организации для достижения максимальной эффективности защиты от угроз информационной безопасности.

1. Введение

Главная цель создания системы защиты информации (СЗИ) — достижение максимальной эффективности защиты за счет одновременного использования всех необходимых ресурсов, методов и средств, исключающих несанкционированный доступ (НСД) к защищаемой информации и обеспечивающих физическую сохранность ее носителей.

В соответствии с полнотой защищаемой информации защите подлежит не только информация, составляющая коммерческую или служебную тайну, но и персональные данные, утрата которых может нанести ущерб владельцу.

2. Основная часть

Научно-методологическими основами создания системы защиты информации является совокупность принципов, подходов и методов, необходимых и достаточных для анализа проблемы комплексной защиты, построения оптимальных механизмов защиты и управления механизмами защиты в процессе их функционирования.

Общее назначение методологического базиса:

- формирование обобщенного взгляда на организацию и управление СЗИ, отражающего наиболее существенные аспекты проблемы;

- формирование системы принципов, следование которым обеспечивает наиболее полное решение основных задач;

- формирование совокупности методов, необходимых и достаточных для решения всей совокупности задач управления.

В состав научно-методологических основ можно включить основные положения теории систем, принципы и методы моделирования больших систем и процессов их функционирования.



Рис. 1

Принцип создания специализированных подразделений по защите информации заключается в том, что такие подразделения являются неременным условием реализации мероприятий комплексной защиты, поскольку только специализированные службы способны должным образом разрабатывать и внедрять защитные мероприятия и осуществлять контроль за их выполнением. Принцип персональной ответственности за защиту информации требует, чтобы каждый пользователь персонально отвечал за

сохранность и неразглашение вверенной ему защищаемой информации.

К системе защиты информации предъявляются следующие требования:

- привязка к целям и задачам защиты информации на конкретном объекте;

- целостность всех ее составляющих и структурных связей между компонентами, обеспечивающие, её непрерывное и согласованное функционирование;

- всеобъемлющие объекты и составляющие их компоненты защиты, все обстоятельства и факторы, влияющие на безопасность информации, и все виды, методы и средства защиты;

- достаточность для решения поставленных задач и надежной во всех элементах защиты, т. е. базироваться на принципе гарантированного результата.

Обеспечение безопасности информации непрерывный процесс, который заключается в контроле защищенности, выявлении узких мест в системе защиты, обосновании и реализации наиболее рациональных путей совершенствования и развития системы защиты.

Порядок работ при создании СЗИ в КС это обследование информационно-коммуникационной системы, категорирование информационных ресурсов и разработка концепции информационной безопасности. Т.е. необходим глубокий и детальный анализ структуры объекта защиты и условий его функционирования, а также категорий обрабатываемой информации. На этом этапе изучается технология обработки данных, принятая на объекте, и разрабатываются документы, необходимые для регламентации процесса работы пользователя в КС.

3. Заключение

Таким образом, решение вопросов защиты данных в современных информационных системах будет эффективным только при условии использования комплексного подхода к созданию системы обеспечения безопасности информации, при котором важную роль играют принципы и этапы разработки СЗИ.

4. Список литературы

- [1] Гришина, Н. В. Организация комплексной системы защиты информации / Н. В. Гришина. — М. : Гелиос АРВ, 2007. — 256 с.
- [2] ГОСТ Р 50922-2006 Группа Э00 Национальный Стандарт Российской Федерации Защита информации основные термины и определения.

CREATION OF INFORMATION PROTECTION SYSTEM IN AN ORGANIZATION: STAGES, STRUCTURE, IMPLEMENTATION

Zaitsev S. A., Khimich V. Y.

Scientific adviser: Zaitsev S. A.

Nahimov Black Sea Higher Naval School, Russia

Abstract — The study of the process of building an information security system in an organization, to achieve maximum efficiency of protection against information security threats, is considered.

ЮРИДИЧЕСКАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА НЕСОБЛЮДЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Корниенко Е. Ю., Баранов А. Н., Черменева И. П., Забелина Е. А.
Черноморское высшее военно-морское училище имени П. С. Нахимова, Россия
E-mail: omit.rt52@gmail.com

Аннотация — Рассмотрен юридический состав правонарушения согласно статье 13.11 «Нарушение законодательства РФ в области персональных данных» Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях (КоАП России) [1]. Проведен анализ субъектов и объектов административно-правовой охраны статьи 13.11 КоАП России. Рассмотрены санкции за нарушения статьи 13.11 КоАП России.

1. Введение

В Европе введено «новое» (с мая 2018 г.) законодательство по защите персональных данных: General Data Protection Regulation (GDPR — Общий регламент по защите персональных данных) [2] вступил в силу, 25 мая 2018 года через 2 года после обнародования.

За нарушение базовых принципов обработки персональных данных (например, получение согласий на обработку) — штраф до 20 млн. евро или 4 % от оборота. Штрафуют, как и у нас: не за утечку персональных данных, а за несоответствие требованиям закона.

2. Основная часть

Что всё это значит для россиян?

Во-первых, ряд российских компаний, если они работают с европейцами, подпадает под новые требования, т.к. зона действия норм GDPR распространяется на всех операторов, которые обрабатывают персональные данные граждан ЕС и иных граждан, находящихся на территории ЕС. GDPR распространяется и на операторов, которые не имеют представительства на территории ЕС, а его автоматизированные системы могут находиться за пределами ЕС. Например, такими операторами-компаниями из РФ могут являться:

— российские банки — должны соответствовать нормам GDPR при обработке данных своих клиентов-граждан РФ при их нахождении на территории ЕС;

— онлайн-магазин с регистрацией в РФ, предоставляющий услуги/товары в том числе гражданам ЕС, использующий cookie-идентификаторы и/или аналитику поведения пользователей на своем сайте с интерфейсом на языках ЕС, также подпадает под действие норм GDPR;

— дочерняя структура российской компании, ведущая деятельность на территории ЕС.

Во-вторых, штрафы за нарушения обработки персональных данных с оглядкой на Европу поднимут и поднимут сильно.

27 января 2017 года Госдума приняла законопроект об ужесточении административной ответственности за нарушения при обработке персональных данных [3]. Статья 13.11 КоАП РФ получила новую редакцию (Изменения вступили в силу с 1 июля 2017 г.) и новое название — «Нарушение законодательства РФ в области персональных данных». Прежнее название статьи 13.11 звучало как «Нарушение установленного законом порядка сбора, хранения, использования или распространения информации о гражданах (персональных данных)».

Принятый 24.02.2021 г. №19-ФЗ «О внесении изменений в Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях» [4] практически все штрафы увеличил в 2 раза.

В настоящее время максимальный штраф по статье 13.11 КоАП РФ составляет 18 млн. руб. (ч.8 ст.13.11). [1].

Согласно статье 28.3. КоАП РФ должностными лицами, уполномоченными составлять протоколы об административных правонарушениях, предусмотренных статьёй 13.11 КоАП являются должностные лица органа, осуществляющего функции по контролю и надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

В силу статьи 23.46 КоАП РФ административное расследование по таким делам производит отделение Роскомнадзора.

В силу ст.23.11 КоАП РФ постановление по делам, предусмотренным статьёй 13.11 «Нарушение законодательства РФ в области персональных данных» выносит мировой суд.

3. Заключение

Принятый 24.02.2021 г. №19-ФЗ ввел ряд новаций:

1. За любые правонарушения в области обработки персональных данных теперь будут сразу штрафовать. Ранее предусматривалась такая санкция, как предупреждение.

2. До 27 марта 2021 года повторное нарушение не выделялось как самостоятельный состав правонарушения. А теперь будет выделяться, а штрафы по нему будут в несколько раз выше, чем за первичное нарушение.

Например, если выяснится, что юрлицо запрашивает персональные данные, которые несовместимы с целями сбора, то за первое нарушение ему придется заплатить штраф в размере от 60000 до 100000 руб., а за повторное — от 100000 до 300000 руб.

3. Срок давности привлечения к административной ответственности за нарушения в области персональных данных тоже увеличился. Если ранее он составлял три месяца, то с 27 марта 2021 года будет увеличен до одного года.

4. Список литературы

- [1] Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях.
- [2] General Data Protection Regulation (GDPR) [Электронный ресурс] / Общий регламент по защите персональных данных. — Режим доступа: <https://ogdpr.eu/ru/gdpr-2016-679>.
- [3] Федеральный закон Российской Федерации от 07 февраля 2017 года № 13-ФЗ «О внесении изменений в Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях».
- [4] Федеральный закон Российской Федерации от 24 февраля 2021 года №19-ФЗ «О внесении изменений в Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях».

LEGAL RESPONSIBILITY FOR NON-COMPLIANCE LEGISLATION REQUIREMENTS IN THE FIELD OF PPD

Kornienko E. Y., Baranov A. N., Chermeneva I. P., Zabelina E. A.

Nahimov Black Sea Higher Naval School, Russia

Abstract — The article considers the legal structure of the offense in accordance with Article 13.11 "Violation of the legislation of the Russian Federation in the field of personal data" of the Code of Administrative Offenses of the Russian Federation [1].

КОМПЛЕКСИРОВАННАЯ СИСТЕМА ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ВАЖНЫХ ОБЪЕКТОВ И ТЕРРИТОРИЙ

Баранов А. Н., Баранов Н. А., Шаргородский А. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, проф. Баранов А. Н.

Черноморское высшее военно-морское училище имени П. С. Нахимова, Россия

E-mail: magistri.avms@yandex.ru

Таблица 1

Вероятность	Способ объединения сигналов	
	Схема И	Схема ИЛИ
Ложная тревога	$P_{л.т1} P_{л.т2} << << P_{л.т1}, P_{л.т2} >>$	$P_{л.т1} + P_{л.т2} - P_{л.т1} P_{л.т2} >>$
Пропуск цели	$P_{пр1} + P_{пр2} - P_{пр1} P_{пр2} >>$	$P_{пр1} P_{пр2} << P_{пр1}, P_{пр2} >>$

Аннотация — Даны обоснование и технические предложения по построению важнейшего элемента системы физической защиты — средства наблюдения за окружающей обстановкой. Приведены предварительные результаты расчета вероятностных характеристик эффективности таких систем.

1. Введение

Современные средства физической защиты (СФЗ) должны обеспечивать высокую вероятность своевременного обнаружения нарушителей с учётом повышения скрытности. При этом очевидна актуальность максимального использования всех имеющихся возможностей для повышения эффективности средств обнаружения (СО) целей, что, в свою очередь, обуславливает необходимость проведения многостороннего комплексного исследования активных и пассивных средств и создания комплексированных систем.

2. Основная часть

Возникло противоречие между необходимостью повышения вероятности своевременного обнаружения малозаметных целей и достижением требуемого уровня обнаружения и определения их координат при условии повышения скрытности за счёт комплексирования [1—2]. Данное противоречие в современной теории и практике построения локационных систем, в рамках единой методологии не разрешено.

СО выявляют вторжение нарушителей (люди, транспортные средства, технические средства) в охраняемую область пространства — зону обнаружения (ЗО) по характерным возмущениям физического поля, которые регистрируются чувствительным элементом (ЧЭ) средства. Вид ЧЭ определяет геометрию зоны обнаружения, распределенную вдоль охраняемого рубежа, в отличие от более компактных точечных средств обнаружения, у которых зона распространяется вокруг и вблизи их места (точки) установки.

Представляется целесообразным использование средств на конкретных физических принципах регистрации: СО: радиотехнические, сейсмические и магнитометрические

Для повышения достоверности принятия решения о вторжении на охраняемый объект применяются различные методы комбинирования сигналов от рубежей охраны. Объединение сигналов по принципу совпадения (схема И) позволяет снизить вероятность ложной тревоги $P_{л.т}$, а объявление тревоги по сигналу любого из рубежей (схема ИЛИ) позволяет снизить вероятность пропуска нарушителей $P_{пр}$. Вероятности ошибок системы с двумя ортогональными рубежами охраны приведены в таблице 1 [2].

При количестве рубежей больше двух возможны более сложные комбинации, одновременно снижающие и вероятность ложной тревоги, и вероятность пропуска нарушителей.

Радиолокационное наблюдение позволяет получать изображение удаленного объекта в радиодиапазоне в любое время суток и в неблагоприятных климатических условиях, когда невозможны другие способы наблюдения. Более того, импульсно-доплеровские РЛС обеспечат получение не только обнаружение цели и измерение координат, но и оценивание ее скорости.

Известны магнитометрические средства обнаружения морских объектов в виде рубежей охраны, регистрирующих изменение магнитного поля, вызванные перемещением ферромагнитных масс. Например, такое средство как «Нептун», обеспечивает вероятность обнаружения подводных пловцов $P \geq 0,95$. Другое периметровое средство обнаружения «Дуплет-Р» является комбинированным средством обнаружения, сочетающим в себе два физических принципа регистрации нарушителей: сейсмический и магнитометрический. предназначено для использования в составе радиоканального сигнализационного комплекса охраны протяженных рубежей. Наиболее эффективными регистраторами сейсмических колебаний являются электроно-молекулярные дачики.

3. Заключение

Предварительные исследования показывают, что для устранения или хотя бы ослабления указанного выше противоречия наиболее подходящей является комбинация радиотехнических, сейсмических и магнитометрических средств. Их объединение не просто даст увеличение вероятности обнаружения цели хотя бы одним датчиком, но и обеспечит расширение функциональных возможностей всей системы, в том числе повышение ее чувствительности и скрытности.

4. Список литературы

- [1] Технические средства обнаружения проникновения и угроз различных видов / Рекомендации (Р 78.36.028-2012). — М.: НИЦ «Охрана», 2012. — 359 с.
- [2] Свирский, Ю. К. Рынок периметровых средств охранной сигнализации на пороге третьего тысячелетия / Ю. К. Свирский // Системы безопасности. — 2000. — № 38. — С. 26—30.

INTEGRATED PHYSICAL PROTECTION SYSTEM FOR IMPORTANT OBJECTS AND TERRITORIES

Baranov A. N., Baranov N. A., Shargorodski A. V.

Scientific adviser: Baranov A. N.

Nahimov Black Sea Higher Naval School, Russia

Abstract — The substantiation and technical proposals for the construction of the most important element of the physical protection system as the means of monitoring the environment are given. The preliminary results of calculating the probabilistic characteristics of the efficiency of such systems are presented.

АНАЛИЗ УЯЗВИМОСТЕЙ КАНАЛОВ СВЯЗИ ПРОТОКОЛА ZIGBEE

Лукьянчиков А. В., Ильяш Д. В.

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

Аннотация — Проведен анализ потенциальных угроз в системах «Умный дом» при использовании протокола ZigBee. Сформулированы рекомендации по улучшению безопасности протокола ZigBee

1. Введение

В современном мире активно развивается система удаленного доступа [1] к предметам повседневного пользования — «Умный дом». Как и любая технология, связанная с конфиденциальной информацией, умный дом нуждается в защите. А в условиях постоянного развития защитных технологий, также быстро развиваются и способы их взлома. Поэтому при создании системы безопасности умного дома необходимо ориентироваться не только на самые современные технологии защиты, но анализировать потенциальные угрозы, которые могут возникнуть через несколько лет.

2. Основная часть

Управлять устройствами можно либо с использованием беспроводных технологий, таких как: Wi-Fi, ZigBee, Z-Wave, Insteon, либо по проводным интерфейсам: 1-Wire, X-10, KNX. Проанализируем наиболее распространенный и удобный беспроводной протокол связи для умного дома ZigBee.

Основными областями применения технологии Zigbee являются беспроводные сенсорные сети, автоматизация жилья («Умный дом» и «Интеллектуальное здание»), медицинское оборудование, системы промышленного мониторинга и управления [2], а также бытовая электроника и «периферия» персональных компьютеров. Типовой сценарий использования протокола ZigBee в системе умный дом изображен на рис. 1.

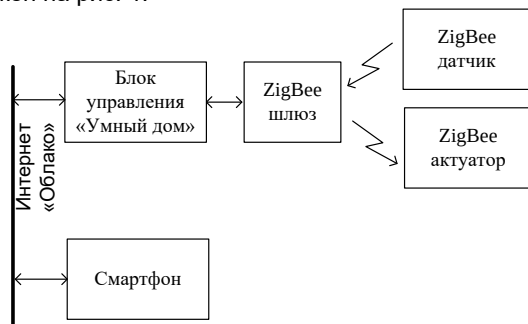


Рис. 1

Датчики и актуаторы «умного дома» общаются с блоком управления через шлюз, который производит преобразование интерфейсов и подключается к блоку управления через Uart или SPI.

Протокол Zigbee построен на беспроводном стандарте IEEE 802.15.4, который имеет два уровня: физический уровень (PHY) и уровень управления доступом к среде (MAC). Zigbee создает сетевой уровень (NWK) и прикладной уровень (APL) поверх PHY и MAC. В качестве протокола с малым потребление вычислительных ресурсов, Zigbee предполагает модель «открытого доверия», в которой уровни стека протоколов доверяют друг другу.

В связи с этим можно сформулировать рекомендации по улучшению безопасности протокола ZigBee. Например, Использование внеполосного метода передачи криптографических ключей на устройства ZigBee значительно снизило бы риск нарушения во время распространения, обновления и отзыва ключей. Способ включает использование механизма, отличного от обычных беспроводных каналов связи.

Другим способом улучшения безопасности является динамическое вращение идентификатора устройства. Этот подход позволил бы снизить основные угрозы отслеживания, сохраняя при этом полезность.

Этот подход полностью устраняет существующие идентификаторы PANID, вместо этого заменяя их неотслеживаемым эфемерным идентификатором (EID). Эти значения EID полностью предсказуемы благодаря использованию PRFS, таким образом, облачный сервер может быть связан с локальным координатором для предварительного создания таблицы поиска от EID до истинных идентификаторов. Эта защита от повторных атак будет более надежной, чем простое использование счетчиков, которые потенциально могут быть подделаны.

3. Заключение

Таким образом установлено, что секретность ключей не должна быть единственной основой архитектуры безопасности продукта ZigBee. Поэтому мы предложили несколько рекомендаций для того, чтобы отвлечь угрозу безопасности от одной только секретности ключа или снизить вероятность утечки ключа, например, при передаче ключей вне диапазона и при использовании эфемерных идентификаторов устройств.

4. Список литературы

- [1] Федоров А. С. Анализ методов организации канала связи для промышленного интернета вещей / А. С. Федоров, А. В. Лукьянчиков // Матер. VIII-й Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных (Севастополь, 22 апр. 2019 г.) / Под ред. О. Н. Кручиной, А. Г. Михайловой. — Керчь: ФГБОУ ВО «КГМУ»; Севастополь: ФГАОУ ВО «Севастоп. гос. ун-т», 2019. — С. 209—212
- [2] Гимпелевич, Ю. Б. Особенности обеспечения безопасности для распределенной системы сбора данных / Ю. Б. Гимпелевич [и др.] // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций: сб. науч. тр. / под ред. Гимпелевича Ю. Б. — М.-Севастополь: Изд-ва: РНТОРЭС им. А.С. Попова, СевГУ, 2018. — № 1. — С. 214.

ANALYSIS OF VULNERABILITIES OF ZIGBEE PROTOCOL COMMUNICATION CHANNELS

Lukyanchikov A. V., Ilyash D. V.
 Scientific adviser: Lukyanchikov A. V.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The analysis of potential threats in "Smart Home" systems using the ZigBee protocol has been carried out. Recommendations for improving the security of the ZigBee protocol are formulated.

МОДЕЛЬ ВЫЯВЛЕНИЯ ОДНОТИПНЫХ ДЕЙСТВИЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ НА ОСНОВАНИИ АНАЛИЗА ЖУРНАЛЬНЫХ ЗАПИСЕЙ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Ожиганова М. И., Пилькевич П. В., Луцышен В. А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Ожиганова М. И.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: pavel.piksel2012@mail.ru, vitaliy_I@mail.ru

Аннотация — Предложен подход по обнаружению выполнения однотипных задач пользователями, на основе автоматического анализа журнала операционной системы. Предложен подход получения численного признака, позволяющего оценить активность пользователя.

1. Введение

Достаточно много работ в ИТ направлена на воссоздание работы человека. При этом становится достаточно сложно отличить деятельность человека от ЭВМ. Также нерешенной задачей является выявление схожих действий при выполнении однотипных задач разными людьми.

Основным направлением в решении этой задачи является поиск признаков для осуществления классификации.

Стоит отметить, что действия пользователя в системе фиксируются в виде не структурированной текстовой информации — и сохраняются в виде журнала (рис. 1).



Рис. 1

Приведенный пример логов стандартной утилиты системы Linux Journalctl иллюстрирует отсутствие упорядоченности в записях [1]. Отсутствие единого стандарта в записях также усложняет задачу анализа.

2. Основная часть

Проведен анализ действий пользователей и системных программ, статистика накоплена на 10 компьютерах за период в 6 месяцев, количество пользователей с правами администратора в операционной системе Linux (суперпользователь — sudo) более 100.

Эмпирически получена формула для вычисления схожести действий:

$$Y = \left(\frac{t_{sudo}}{n_{sudo}^3} \cdot \frac{n_{ses} \cdot l}{t_{sudo} \cdot (n_{sudo} - 1)} + 0.1 \cdot t_{ses} \right),$$

где

t_{sudo} — минимальное зарегистрированное время интервала между двумя командами от имени суперпользователя;

n_{sudo} — количество команд от имени суперпользователя за исследуемую сессию;

n_{ses} — количество исследуемых сессий активности пользователя;

t_{ses} — минимальное зарегистрированное время интервала между сессиями активности;

l — минимальная зарегистрированная длина сессии активности.

Основным свойством полученного признака можно назвать резкое стремление к нулю при крайне малых интервалах между сессиями и выполненными командами, что характеризует машинное вмешательство в работу системы.

Замечено, что используемые в математической модели переменные уникальны для каждого пользователя, что позволяет характеризовать и классифицировать его поведение.

3. Заключение

Проведен эмпирический и статистический анализ действий однотипной группы пользователей. Разработан подход, формирующий численное значение, которое можно использовать в качестве признакового пространства.

При этом было выявлено, что в случае однотипных действий (выполнение лабораторных работ) разными пользователями в разное время приводит к численному значению полученного коэффициента отличающемуся во втором знаке.

Анализируя на основе полученного коэффициента действия, возможно выявить однотипное действие пользователя или программы.

Данная методика и подход могут быть применены для своевременного детектирования вторжений в операционную систему.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Минобрнауки России (грант ИБ).

4. Список литературы

- [1] Егоров, А. В. Особенности методов кластеризации данных / А. В. Егоров, Н. И. Куприянова // Изв. ЮФУ. Технические науки. — 2011. — № 11 (124). — С. 174—178.
- [2] Bartlett, J. (2019) Linux Security Basics. In: Building Scalable PHP Web Applications Using the Cloud [Электронный ресурс] / J. Bartlett. — Apress, Berkeley, CA. — Режим доступа: https://doi.org/10.1007/978-1-4842-5212-3_13.
- [3] O'Leary, M. (2019) Logging. In: Cyber Operations [Электронный ресурс] / M. O'Leary. — Apress, Berkeley, CA. — Режим доступа: https://doi.org/10.1007/978-1-4842-4294-0_10

THE MODEL FOR DETECTING SINGLE USER ACTIONS BASED ON ANALYSIS OF LOG RECORDS OPERATING SYSTEM

Ozhiganova M. I., Pilkevich P. V., Lutsishen V. A.

Scientific adviser: Ozhiganova M. I.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The approach to detect the execution of the same-type tasks by users, based on the automatic analysis of the operating system log, has been proposed. In addition, the way of obtaining a numerical indicator, that makes it possible to assess the user's activity, is proposed.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ГОЛОСОВОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ В КАЧЕСТВЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Маслова М. А., Костиков В. А.

Научный руководитель: Маслова М. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: my.virus.kaspersky@gmail.com, mashechka-81@mail.ru

Аннотация — В данной статье будут рассмотрены основные причины использования системы голосовой идентификации личности, а также её возможные применения.

1. Введение

В данной статье указываются актуальные для нашего времени решение проблемы — применение технологии распознавания личности с помощью голоса. Благодаря данной технологии, появляется возможность, например, сократить мошенничество в сети интернет. Данный тип динамической биометрии стал особенно актуален с 2019 года и потребность в данной технологии будет только возрастать. Т.к. на данный момент, чтобы подделать голос злоумышленникам, им потребуется много времени и сил для этого, а также придётся выявить практически все ваши персональные данные.

2. Основная часть

Существует множество способов защиты информации, но один из самых эффективных — защита с помощью биометрии. Но, как ни странно, в странах, где используется биометрия мало используется голос (всего 4 %). Мы используем им постоянно, так почему бы нам не использовать его в качестве дополнительной защиты личности.

По прогнозам, технологии использования идентификации с помощью голоса в 2022 году должны вырасти с 4 % до 21,12 % (рис. 1) [1].

ПРОГНОЗ СРЕДНЕГОДОВОВОГО ТЕМПА РОСТА РЫНКА БИОМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДО 2022 г., %



Рис. 1

В связи с этим напрашивается вопрос, а в чём преимущества данной технологии? Во-первых, технология доступна в её использовании. Каждый человек может использовать защиту своих данных с помощью своего уникального голоса. Во-вторых, технология достаточно дешёвая в своём использовании и простая. В-третьих, упрощенность, автоматизация действий с помощью речи пользователя и быстрой его идентификацией. Так как человеку намного проще и легче использовать речь вместо других вариантов использования идентификации, например, сетчатка глаза, распознавания лица или по рисунку вен.

Рассмотрим минусы: 1) наличие проблем идентификации возможных близнецов. Не исключена возможность совпадения голосов пользователей. Существует возможность обмануть систему речевого распознавания пользователя. 2) Разработка нейросети, которая может имитировать голос пользователя. При снятии образцов речевой информации, достаточной для обучения сети (около 30), ИИ может смоделировать цифровой голос пользователя

и обмануть систему идентификации с помощью смоделированной речи.

Но, несмотря на минусы, плюсов больше, при правильном направлении данной технологии, например, в совокупности с PIN-кодом или кодовым словом, такая технология приобретает большую степень защиты. Приоритет развития аутентификации с технологиями начинает проявлять себя по-другому. С биометрией пользователя можно создать уже не двухфакторную, а трех- или четырёхфакторную аутентификацию. При применении биометрических данных, будет создана система, которая ко всему прочему добавляет уровень защиты пользователя, например, по голосу.

Система голосовой биометрии может выявить возможную дополнительную проверку клиента, а также может создать базу данных отпечатков голосов злоумышленников, тем самым добавляя их в «чёрный список». Данная система позволяет существенно сократить телефонное мошенничество (принцип работы системы см. рис. 2) [2].



Рис. 2

Поэтому развитие и внедрение данной технологии в наше время особенно актуально и допустимо широкое использование в качестве дополнительной меры защиты от злоумышленников [3].

3. Заключение

Таким образом, рассмотрены плюсы и минусы идентификации по голосу пользователя, возможное его применение, как дополнительной системы защиты, эффективность определения пользователя с помощью его речи в современном мире.

4. Список литературы

- [1] Обзор Международного рынка биометрических технологий и их применение в финансовом секторе [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://clck.ru/USjkH>.
- [2] Технологии биометрической идентификации [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://clck.ru/Y3RM5>.
- [3] Биометрия в финансовой сфере 2020: Выгода для потребителей [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://clck.ru/Y3KLY>.

THE USAGE OF VOICE IDENTIFICATION SYSTEM FOR ADDITIONAL SECURITY OF USER

Maslova M. A., Kostikov V. A.

Scientific adviser: Maslova M. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the article, the main reasons for using the voice identification system, as well as its possible applications, are considered.



16-я Юбилейная ММТК «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, РТ-2020»

Секция 11

ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

К 60-ЛЕТИЮ ЩЕКАТУРИНА АНДРЕЯ АЛЕКСЕЕВИЧА

Афонин И. Л., Поляков А. Л., Дидус В. Т., Шундрин М. И.

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 — Публикация посвящена научному становлению и оценке личного вклада в развитие радиотехнических систем и технологий кандидата технических наук, доцента кафедры «Радиоэлектронные системы и технологии» Института радиоэлектроники и информационной безопасности ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», заместителя заведующего кафедрой РТ, члена Крымской региональной организации общероссийской общественной организации «Российское научно-техническое общество радиотехники, электроники и связи имени А. С. Попова» Щекатурина Андрея Алексеевича.

1. Введение

Щекатурин Андрей Алексеевич является кандидатом технических наук, доцентом кафедры «Радиоэлектронные системы и технологии» Института радиоэлектроники и информационной безопасности.

Андрей Алексеевич является членом Крымской региональной организации общероссийской общественной организации «Российское научно-техническое общество радиотехники, электроники и связи имени А. С. Попова» (рис. 1).



Рис. 1

2. 1961—1990 гг.

Андрей Алексеевич Щекатурин родился 20 марта 1961 года в городе Томске.

После окончания средней школы в 1978 году поступил в Севастопольский приборостроительный институт (СПИ).

В 1983 году после окончания радиотехнического факультета СПИ начал свою трудовую деятельность на кафедре Радиотехнических систем СПИ.

3. 1985—2000 гг.

В 1986 году А. А. Щекатурин защитил кандидатскую диссертацию на тему «Особенности построения малогабаритных слабонаправленных антенн с вращающейся поляризацией поля излучения» (научный руководитель — профессор Лобкова Л. М.) в специализированном совете К 118.05.01 в Одесском электротехническом институте связи имени А. С. Попова по специальности 05.12.07 — Антенны и СВЧ устройства.

Андрей Алексеевич является ответственным исполнителем ряда научно-исследовательских работ. Ряд разработок, в которых он являлся соисполните-

лем демонстрировались на различных выставках, в том числе и на ВДНХ.

Следует отметить ряд научно-исследовательских работ, проведенных с самым непосредственным участием Щекатурина А. А.:

1. Разработка принципов построения системы радиочастотной идентификации с локализацией объектов.

2. Разработка радиоэлектронной части системы дистанционного управления судном. Этап: Обзор технологий дистанционного управления транспортными средствами, в том числе безэкипажными судами. 2016 г.

3. Исследование принципов построения цифровых радиоэлектронных систем дистанционного управления безэкипажным судном. 2017 г.

4. Создание маломерного научно-исследовательского судна для комплексных исследований морской прибрежной акватории с применением инновационной методологии проектирования, разработкой системы управления жизненным циклом изделия (судна) и внедрением режима безэкипажного управления движением. 2017 г., 2019 г.

4. 2000—2021 гг.

С 2009 года А. А. Щекатурин принимал активное участие в разработке различных систем радиочастотной идентификации.

В 2012 году участвовал в установке RFID системы, одним из разработчиков которой он являлся, в лаборатории Министерства экологии Канады (рис. 2, рис. 3).



Рис. 2

В 2015 году участвовал в выполнении хозяйственной темы с заводом ЭЗАН (г. Черноголовка).

Успешно руководил кураторской работой, как старший куратор кафедры. С 2016 года заместитель заведующего кафедрой «Радиоэлектроника и телекоммуникации». Руководит вычислительной практикой студентов ОФО на втором курсе.

Андрей Алексеевич активно занимается научно-исследовательской работой. Является научным руководителем госбюджетной НИР «Разработка малоэлементных антенных решеток и средств автомати-

зации измерений и их электродинамических характеристик».



Рис. 3



Рис. 4

А. А. Щекатурин является ведущим преподавателем по дисциплинам «Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем», «Микроконтроллерные устройства», «Программирование вычислительных систем», «Пакеты прикладных математических программ». Андрей Алексеевич систематически работает над совершенствование рабочих программ дисциплин и фондами оценочных средств, постоянно внедряет новые подходы в реализации учебного процесса, применяет современные технические средства обучения (рис. 4).

5. Научные достижения, общественная деятельность

А. А. Щекатурин имеет более 200 научных и учебно-методических трудов и 5 авторских свидетельств на изобретения.

Также, был членом жюри открытого Всеукраинского конкурса «Профессионалы будущего» по приоритетному направлению «Телекоммуникации», организованного Министерством образования и науки Украины, Министерством транспорта и связи Украи-

ны и ЗАО «Украинская мобильная связь», товарный знак «МТС» (рис. 5).



Рис. 5

А. А. Щекатурин является образцом ответственного отношения к выполнению служебных обязанностей.

По Приказу ректора № 479-п от 28.04.2017 «О поощрении работников и обучающихся Института радиоэлектроники и информационной безопасности», награжден Почетной грамотой «За высокий профессионализм и оперативность при решении вопросов, входящих в должностные обязанности». В 2018 году Андрей Алексеевич награждается от имени ректора СевГУ Почетной грамотой за значительные систематические достижения и успехи по направлениям деятельности университета.

В 2021 г. Щекатурин А. А. был награжден Почетной грамотой начальника ЧВВМУ имени П. С. Нахимова «За проявленную инициативу, добросовестное исполнение трудовых обязанностей, достигнутые показатели в научно-педагогической деятельности и в связи с 60-летием со Дня Рождения»

6. Заключение

Скромность, отзывчивость, трудолюбие и ответственное отношение к делу делают Андрея Алексеевича достойным примером для обучающихся университета, а его заслуги в науке — авторитетным ученым академического сообщества.

В жизни милый человек,
И в ПК — Мичурин.
Догадались — это кто?
Душка — ЩЕКАТУРИН!

TO THE 60TH ANNIVERSARY OF ANDREY ALEKSEYEVICH SHCHEKATURIN

Polyakov A. L., Didus V. T., Shundrin M. I., Afonin I. L.

Scientific adviser: Polyakov A. L.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The article considers the creative and life path of Candidate of Technical Sciences, associate professor of the Department of Radioelectronics and Telecommunications of the Institute of Radioelectronics and Information Security of the Sevastopol State University, Deputy head of the Department of the Republic of Tatarstan, member of the Crimean regional organization of the All-Russian public organization "Russian Scientific and Technical Society of Radio Engineering, Electronics and Communications named after A. S. Popov" Andrei Shchekaturin.

К 60-ЛЕТИЮ ИСЬКИВА ВЛАДИМИРА МИХАЙЛОВИЧА

Афонин И. Л., Поляков А. Л., Дидус В. Т., Шундрин М. И.

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 старшего преподавателя кафедры «Радиоэлектроника и телекоммуникации» Института радиоэлектроники и информационной безопасности ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», члена Крымской региональной организации общероссийской общественной организации «Российское научно-техническое общество радиотехники, электроники и связи» Иськива Владимира Михайловича.

1. Введение

Иськив Владимир Михайлович является старшим преподавателем кафедры «Радиоэлектроника и телекоммуникации» Института радиоэлектроники и информационной безопасности.

Известен в Севастопольском государственном университете и за его пределами тем, что является членом Крымской региональной организации общероссийской общественной организации «Российское научно-техническое общество радиотехники, электроники и связи».



Рис. 1

2. 1960—1985 гг.

Владимир Михайлович родился 20 февраля 1961 года в поселке Кача города Севастополя.

В 1979 году окончил техническое училище имени Юрия Алексеевича Гагарина в г. Севастополе.



Рис. 2

С 1979 по 1981 год прошел действительную военную службу в рядах Советской Армии на ракетном полигоне Капустин Яр. После окончания подготовительного отделения в 1982 году поступил в Севастопольский приборостроительный институт (СПИ).

3. 1985—2000 гг.

В 1987 году окончил с красным дипломом СПИ, получив квалификацию радиоинженера. В 1987 году после окончания радиотехнического факультета СПИ принят на должность стажера-исследователя научно-исследовательского сектора кафедры радиотехнических систем.

Прошел путь от стажера-исследователя научно-исследовательского сектора (НИС), инженера НИС СПИ (1989) до старшего преподавателя. Неоднократно привлекался к работе в приемной комиссии университета.

С 1989 по 1991 год обучался в аспирантуре СПИ. С 1991 года работал в качестве преподавателя на кафедре радиотехники.

4. 2000—2021 гг.

Выпустил в большую жизнь 4 студенческих группы, где на протяжении пяти лет Владимир Михайлович являлся куратором. Преподавал в Школе молодого радиотехника кафедры «Радиоэлектроника и Телекоммуникации» и вел радиокружок в школе Таврида.

С 2006 по 2008 год был начальником радиоклуба СевНТУ.

Стажировался в компании 3DTAC Inc. Toronto, Canada в 2013 году.

С 2014 года, после организации нового университета Владимир Михайлович продолжает успешно и плодотворно работать, участвуя в научно-исследовательских работах, выполняемых кафедрой и институтом.

Также, Владимир Михайлович является руководителем международной некоммерческой ассоциации «WorldSkills» по направлению «Электроника».



Рис. 3

В настоящее время Владимир Михайлович является доцентом кафедры «Радиоэлектронные системы и технологии», проводит плодотворную научную

и педагогическую работу. Многие годы он курировал и продолжает курировать работу студенческих групп, передавая обучающимся богатейшие знания и накопленный жизненный опыт.



Рис. 4

За достигнутые результаты в научной, учебной, воспитательной и общественной жизни университета он неоднократно отмечался грамотами и благодарностями.

5. Научные достижения, общественная деятельность

Владимир Михайлович является ведущим преподавателем по дисциплинам «Основы генерирования и формирования сигналов», «Устройства генерирования и формирования сигналов», «Проектирование устройств генерирования и формирования сигналов», «Системы радиочастотной идентификации».

В. М. Искви́в разработал учебные дисциплины «Системы радиочастотной идентификации», «Радиоэлектронные системы защиты объектов и информации», «Импульсные источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры».

В. М. Искви́в создал большое количество лабораторных макетов по дисциплинам «Цифровые устройства и микропроцессоры», «Телевидение», «Импульсные источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры», «Основы генерирования и формирования сигналов», «Устройства генерирования и формирования сигналов».

Является автором 90 научных, 27 учебно-методических трудов, 3 авторских свидетельств на изобретения СССР.

Основные публикации:

1. Особенности применения визометрического коэффициента при расчете систем спутникового телевидения.

2. Уточнение критерия оптимальности сложения телевизионных сигналов при разнесенном приеме.

3. Использование метода одномерной фильтрации для повышения качества ТВ изображений.

Научные достижения Владимира Михайловича подтверждены рядом международных дипломов и сертификатов (рис. 5).



Рис. 5

Нельзя не сказать о таких качествах Владимира Михайловича, как высокая эрудиция, отзывчивость и высокая общественная активность. Он является постоянным участником и многократным победителем интеллектуальных игр, таких как QUIZ, Что? Где? Когда? и др. Практически ни одна концертная программа к Дню Радио 7 Мая не обходится без номеров с непосредственным участием В. М. Искви́ва (рис. 6).



Рис. 6

6. Заключение

Вечный движитель науки,
Сверхгетеродин идей.
У него — златые руки
Он — артист! И друг детей!

В этом четверостишие И. Л. Афонина весь Владимир Михайлович.

TO THE 60TH ANNIVERSARY OF VLADIMIR MIKHAILOVICH ISKIV

Polyakov A. L., Didus V. T., Shundrin M. I., Afonin I. L.

Scientific adviser: Polyakov A. L.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The article considers the unique life path of a senior lecturer of the Department of Radio Electronics and Telecommunications of the Institute of Radio Electronics and Information Security of the Sevastopol State University, a member of the Crimean regional organization of the all-Russian public organization "Russian Scientific and Technical Society of Radio Engineering, Electronics and Communications", Vladimir Mikhailovich Iskiy.

К 60-ЛЕТИЮ ВЕРТЕГЕЛА ВАЛЕРИЯ ВИКТОРОВИЧА

Аввакумова В. Ю., Ермолаев А. К., Снегур Д. А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Савочкин А. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: avvakumova.vlada@yandex.ru

Аннотация — В работе рассмотрены основные этапы научно-педагогической деятельности директора Инжинирингового центра, доцента Института радиоэлектроники и информационной безопасности СевГУ В. В. Вертегела.

1. Введение

6 октября 2021 года исполнилось 60 лет директору Инжинирингового центра изделий микро- и нанoeлектроники, доценту кафедры «Инновационные телекоммуникационные технологии» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет» Вертегелу Валерию Викторовичу.

2. Основная часть



Родился Валерий Викторович 6 октября 1961 года в городе Севастополе. После окончания школы в 1981 г. принят на работу в Севастопольский приборостроительный институт (СПИ). Совмещая работу с учебой окончил СПИ в 1987 году по специальности «радиотехника». После окончания института прошел путь — инженер научно-исследовательского сектора, ассистент, старший преподаватель, доцент, директор инжинирингового центра.

В 2001 году успешно защитил кандидатскую диссертацию «Фазометрические преобразователи комплексных параметров антенно-фидерных устройств» по специальности «Антенны и устройства микроволновой техники» под руководством профессора Ю.Б. Гимпилевича. В 2007 году доцент Вертегел В. В. прошел научную стажировку в отделе беспроводной связи компании Melexis GmbH. Валерий Викторович внес большой вклад в сотрудничество с международными научно-техническими организациями: компанией «Melexis» (Бельгия), «Waves Audio Ltd» (Израиль).

Валерий Викторович с 2015 года является директором Инжинирингового центра изделий микро- и нанoeлектроники СевГУ, который стал победителем открытого публичного конкурса на предоставление государственной поддержки пилотных проектов по созданию и развитию инжиниринговых центров на базе образовательных организаций высшего образования. За последние 5 лет являлся научным руководителем более 10 НИР и ОКР [1].

Вертегел В. В. успешно занимается подготовкой научных кадров. Он является руководителем трех аспирантов. С 2019 г. по настоящее время является руководителем гранта РФФИ конкурса «Аспиранты» по теме «Исследование и разработка приёмопередающих интегральных микросхем микроволнового

диапазона частот для систем связи пятого поколения с учётом тенденций совершенствования технологий и конструкций электронной компонентной базы». Область научных интересов Вертегела В. В. проектирование интегральных схем, микроволновые измерения и цифровая обработка сигналов. Валерий Викторович автор более 150 научных и учебно-методических работ, в том числе статей, входящих в международные наукометрические базы SCOPUS и WoS. За последние 5 лет был докладчиком на более чем 15 международных научно-технических конференциях, презентовал материалы на многих выставках.

Валерий Викторович с 2005 года член программного комитета и руководитель секции «Компонентная база радиоэлектроники и телекоммуникаций» Международной молодежной научно-технической конференции «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций».

Вертегел В. В. ведущий преподаватель многих специальных дисциплин, читаемых студентам укрупненной группы специальностей «Электроника, радиотехника и системы связи». Под руководством Вертегела В. В. студенты неоднократно становились стипендиатами Правительства Российской Федерации и Президента Российской Федерации. Является членом жюри регионального конкурса «Умник» Фонда содействия инновациям. Имеет благодарности за активное участие в работе экспертной комиссии по финальным отборам проектов по программе «Умник» от проректора по научной работе и инновационной деятельности СевГУ и представителя Фонда содействия развития малых форм предприятий в научно-технической сфере.

Вертегел В. В. неоднократно отмечен благодарностями ректора университета «За высокий профессионализм и оперативность в решении вопросов, входящих в должностные обязанности (например, в 2017 и 2020 гг.).

Валерий Викторович всегда показывает творческий подход к любому делу, собранность, организованность, стремление принести как можно больше пользы окружающим, доброжелательность в сочетании с требовательностью к коллегам и студентам.

3. Заключение

Проведенное исследование будет способствовать формированию целостной картины становления и развития Инжинирингового центра изделий микро- и нанoeлектроники СевГУ.

4. Список литературы

- [1] Инжиниринговый центр изделий микро- и нанoeлектроники [Электронный ресурс] / СевГУ. — Режим доступа: <https://www.sevsu.ru/sveden/item/837-inj-centr>.

TO THE 60-TH ANNIVERSARY OF VALERY VIKTOROVICH VERTEGEL

Avvakumova V. Y., Ermolaev A. K., Snegur D. A.

Scientific adviser: Savochkin A. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The paper considers the main stages of scientific and pedagogical activity of the Director of the Engineering Center, associate professor of the Institute of Radioelectronics and Information Security of SevSU V. V. Vertegel.

ЭПОНИМ «ФИЛЬТР ЧЕБЫШЕВА» (К 200-ЛЕТИЮ РОССИЙСКОГО МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА)

Ермолов П. П., Яковлева Т. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Ермолов П. П.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: ppyermolov@sevsu.ru

Аннотация — На основании концепции создания словаря эпонимов в области инфокоммуникаций и радиотехнологий кратко рассмотрена деятельность российского математика и механика Пафнутия Львовича Чебышева (1821—1894).

1. Введение

Практически во всех областях науки существуют эпонимы¹, эпонимы² которых не имеют непосредственной связи областью науки, в которой они используются. К числу таких эпонимов относится и эпоним «фильтр Чебышева», широко используемый в электротехнике и радиоэлектронике. Если говорить более строго, то речь идет об аппроксимации АЧХ и ФЧХ фильтров полиномами Чебышева.

2. Основная часть

Кроме аппроксимации «по Чебышеву» наиболее известными видами аппроксимации являются аппроксимации «по Баттерворту³» и «по Кауэру⁴». Особенностью фильтра Чебышева является увеличение крутизны спада АЧХ за счет пульсаций в полосе пропускания. Фильтры Чебышева обычно используются там, где требуется с помощью фильтра небольшого порядка обеспечить требуемые характеристики АЧХ, в частности, хорошее подавление частот в полосе подавления, и при этом гладкость АЧХ на частотах полос пропускания и подавления не столь важна. При прочих равных условиях аппроксимация «по Чебышеву» занимает среднее место по крутизне спада АЧХ (более крутой спад имеет фильтр Кауэра, менее крутой — фильтр Баттерворта).

Пафнутий Чебышев родился 4 (16) мая 1821 г. в селе Окатово Боровского уезда Калужской губернии в семье богатого землевладельца, представителя старинного русского дворянского рода Чебышевых Льва Павловича Чебышева — участника Отечественной войны 1812 г. и взятия Парижа в 1814 г. П. Л. Чебышев в 1860-е гг. изображен на рис. 1.

В студенческие годы лишь на четвертом курсе он проявил свои способности, получив серебряную медаль на студенческом математическом конкурсе. С этого начинается взлет Пафнутия Львовича как математика. Его оставляют в университете для получения профессорского звания. Вскоре он защищает магистерскую диссертацию, посвященную теории вероятностей. Когда его младшие братья поступают в Петербургское артиллерийское училище, Пафнутий Львович отправляется к ним и получает место адъюнкта (аспиранта) в Петербургском университете.

В 1849 г. после блестящей защиты еще одной диссертации, на этот раз посвященной теории чисел, Чебышев становится профессором математики. Он начинает вести несколько курсов в университете: высшую алгебру, теорию чисел, геометрию и другие.

Вскоре Чебышев становится известным во всем мире, Парижская академия наук присуждает ему звание академика. Его работа по распределению простых чисел становится прорывом в этой области.

Помимо абстрактной математики Чебышев интересовался вопросами практической механики. Он написал более 15 работ, посвященных теории механизмов. Пафнутий Львович создал новый раздел теории приближения функций — теории функций, наименее уклоняющихся от нуля.

Чебышев не остановился только на теоретическом изучении механизмов, он создал более 40 различных механизмов и в два раза больше их модификаций. Его изобретения были показаны на нескольких всемирных выставках и до сих пор хранятся в различных музеях мира.



Рис. 1

3. Заключение

Необходимо включение эпонима «фильтр Чебышева» в словарь эпонимов в области инфокоммуникаций и радиотехнологий.

4. Список литературы

- [1] Лейчик, В. М. Обсуждение проблем эпонимии в современной науке / В. М. Лейчик. — В кн.: Язык и право: актуальные проблемы взаимодействия. — Ростов-на-Дону: Донское книжное издательство, 2011. — С. 134—142.
- [2] Ермолов, П. П. Эпонимы в терминологии инфокоммуникаций и радиотехнологий / П. П. Ермолов // Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии. — 2018. — Т. 1. — № 1. — С. 121—135.

EPONYM "CHEBYSHEV'S FILTER" (TO THE 200TH ANNIVERSARY OF THE RUSSIAN MATHEMATICIAN AND MECHANIC)

Yermolov P. P., Yakovleva T. V.
Scientific adviser: Yermolov P. P.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Based on the concept of creating a dictionary of eponyms in the field of information communications and radio technologies, the work of the Russian mathematician and mechanic Pafnuty Lvovich Chebyshev (1821–1894) is briefly considered.

¹ объект, на который перешло личное имя [1]

² личное имя, которое перешло на объект [1]

³ Stephen Butterworth (1885—1958) — британский инженер

⁴ Wilhelm Cauer (1900—1945) — немецкий математик

ЭПОНИМ «МОДЕЛЬ ЭБЕРСА-МОЛЛА» (К 100-ЛЕТИЮ СОАВТОРОВ МОДЕЛИ БИПОЛЯРНОГО ТРАНЗИСТОРА)

Ермолов П. П., Яковлева Т. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Ермолов П. П.
Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: ppyermolov@sevsu.ru

Аннотация — На основании концепции создания словаря эпонимов в области инфокоммуникаций и радиотехнологий кратко рассмотрена деятельность американских исследователей Джуэла Джеймса Эберса (1921—1959) и Джона Луиса Молла (1921—2011).

1. Введение

Модель биполярного транзистора, предложенная в 1954 г. американскими физиками Эберсом и Моллом — это хорошо зарекомендовавшая себя математическая модель, широко используемая исследователями до настоящего времени. Эта модель отличается высокой вычислительной эффективностью и сравнительно небольшим числом параметров, требующих определения.

2. Основная часть

Классическая модель Эберса — Молла базируется на эквивалентной схеме, изображенной на рис. 1. В ней переходы транзистора представлены изолированными диодами, статические токи которых i_1 и i_2 определяются напряжениями на эмиттерном $u_{эб}$ и коллекторном $u_{кб}$ переходах:

$$i_1 = i_{э0} (\exp \frac{u_{эб}}{\phi_T} - 1),$$

$$i_2 = i_{к0} (\exp \frac{u_{кб}}{\phi_T} - 1),$$

где $i_{э0}$ и $i_{к0}$ — тепловые токи переходов в схеме с общей базой, $\phi_T = \frac{kT}{q}$, k — постоянная Больцмана, T — температура в градусах Кельвина, q — заряд электрона. Усилительные свойства транзистора отражены источниками тока $\alpha_1 i_2$ и $\alpha_2 i_1$, α_1 и α_2 — прямой и инверсный коэффициенты передачи тока в схеме с общей базой.

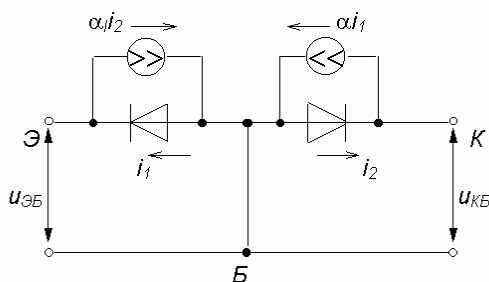


Рис. 1

Джуэл Джеймс Эберс (рис. 2) родился и вырос в г. Гранд-Рэпидс, шт. Мичиган. Обучение в Антиохийском колледже было прервано Второй мировой войной. Отслужив три года в армии США, Эберс в 1946 г. окончил курс в колледже, а затем продолжил обучение на электротехническом факультете Университета Огайо. В 1947 г. Эберс получил диплом магистра, в 1950 г. — звание доктора философии. В 1951 г., после преподавательской работы, перешел на работу в Bell Labs — один из двух крупнейших частных научно-исследовательских институтов США.

Вторым по значимости вкладом Эберса в электронику стала разработка им в 1952 г. первого четы-

рехслойного полупроводникового *pnpn*-прибора, впоследствии названного тиристором.



Рис. 2



Рис. 3

Джон Луис Молл (рис. 3) родился 21 декабря 1921 г. в Ваусоне, штат Огайо. Он получил B.Sc. по физике и докторскую степень в области электротехники в Университете штата Огайо в 1943 и 1952 гг. соответственно. Работал в лаборатории RCA в Ланкастере, штат Пенсильвания, в 1944—1945 гг.

В 1952—1958 гг. Молл проводил исследования и разработки кремниевых устройств.

В 1958—1970 гг. Молл был доцентом, а затем профессором электротехники в Стэнфордском университете. Со своими студентами он провел исследования по физике кремниевых устройств, кремниевых MOS-устройств и материалов.

В 1974—1987 гг. в компании Hewlett-Packard Молл руководил разработкой технологий и моделированием устройств для биполярных и MOS-кремниевых устройств и схем.

3. Заключение

Необходимо включение эпонима «модель Эберса-Молла» в словарь эпонимов в области инфокоммуникаций и радиотехнологий [1].

4. Список литературы

- [1] Ермолов, П. П. Эпонимы в терминологии инфокоммуникаций и радиотехнологий / П. П. Ермолов // Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии. — 2018. — Т. 1. — № 1. — С. 121—135.

EPONYM “EBERS-MALL MODEL” (TO THE 100TH ANNIVERSARY OF THE CO-AUTHORS OF THE BIPOLAR TRANSISTOR MODEL)

Yermolov P. P., Yakovleva T. V.
Scientific adviser: Yermolov P. P.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — Based on the concept of creating a dictionary of eponyms in the field of information communications and radio technologies, the work of American researchers Jewell James Ebers (1921—1959) and John Louis Moll (1921—2011) is briefly considered.



ШКОЛА ЮНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

В рамках конференции «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций «РТ-2020» проводилась «Школа юного исследователя», в которой учащиеся выпускных классов, будущие абитуриенты, представляли свои научные работы.

В финал конкурса вышли 15 работ школьников из Севастополя, Симферополя, Армянска и Джанкоя.

В данную секцию вошли лучшие из докладов «Школы юного исследователя» на «РТ-2020».

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ГРЯДКИ

Щувайло Д. С.
Под руководством Бурко В. И.
ГБОУ ДО РК «МАН «Искатель»
г. Симферополь

E-mail: e-mail: maniskatel@crimeaedu.ru

Abstract — The design of constructed vertical beds for agricultural crops is presented. The beds are designed with the use of an automatic watering, based on installed sensor of humidity.

1. Введение

Одной из технологий, решающей вопрос с рациональным использованием земельных и водных ресурсов, являются вертикальные грядки. При грамотном расположении вертикальных грядок, уход за ними не отнимет много времени и сил.

2. Основная часть

Вертикальная грядка — это просто находка. На них можно выращивать огромное количество культур: зелень (укроп, петрушка, салат), пряные травы (мята, базилик, мелисса), клубнику, цветы, помидоры, перец и другие растения. А при наличии системы автоматического полива уход за культурами упрощается многократно. Нет необходимости пропалывать почву от сорняков, следить за степенью увлажнения почвы.

По задумке автора, полив культур в лотках должен происходить автоматически, в зависимости от влажности почвы в лотке. Это осуществляется следующим образом: при движении лотков в определенной точке происходит замер показателя влажности, и если показатель влажности ниже определенного значения, то происходит остановка лотков, и автоматический полив этого лотка. Для пуска и остановки лотков в определенном положении используется плата Arduino. Все пластиковые крепёжные детали были созданы в программе SOLIDWORKS и распечатаны на 3D принтере. Также автором был сконструирован датчик влажности для установки вертикальных грядок. Конструкция вертикальных грядок показана на рис. 1.

Также, произведены расчеты стоимости получившейся установки.



Рис. 1

3. Заключение

В ходе проведения испытаний вертикальных грядок было установлено, что такая автоматическая система позволит выращивать растения практически без помощи человека. А при наличии системы автоматического полива уход за культурами упрощается многократно. Нет необходимости следить за степенью увлажнения почвы при том, что вопрос рационального использования пресной воды для нашего региона очень актуален.

В дальнейшем мы планируем провести эксперименты по выращиванию растений в вертикальных грядках и просчитать, за какое время эта конструкция сможет себя окупить.

МАШИНА С ТРЕУГОЛЬНЫМИ КОЛЁСАМИ

Щувайло Д. С.
Под руководством Бурко В. И.
ГБОУ ДО РК «МАН «Искатель»
г. Симферополь

E-mail: e-mail: maniskatel@crimeaedu.ru

Abstract — A model of a car with wheels in the shape of a Reuleaux triangle was created and tested. The model with triangular wheels has better cross-country ability, which means that it is more rational to use.

1. Введение

В современном мире, при быстро развивающихся технологиях нельзя обойти стороной фигуру постоянной ширины — треугольник Рёло, позволяющий сократить затраты при производстве. Еще одним применением треугольника Рёло могут стать колеса в машине, предназначенной для езды в труднопроходимых местах.

2. Основная часть

Создана модель машины с колесами в форме треугольника Рёло (рис. 1), и проведены ее испытания. В качестве эталона использовали модель автомобиля с круглыми колесами (массы моделей и конструкция верхней части одинаковы). В ходе эксперимента сравнивали ровность хода модели и эталона, возможность преодоления препятствий (арматура, металлический уголок и металлический квадрат). Модель с треугольными колесами имеет лучшую проходимость, а значит, более рациональна в использовании.



Рис. 1

Практически все элементы деталей были созданы программой КОМПАС-3D и напечатаны на 3D принтере.

3. Заключение

Создана модель машины с колесами в форме треугольника Рёло, и проведены ее испытания. В качестве эталона использовали модель автомобиля с круглыми колесами (массы моделей и конструкция верхней части одинаковы). В ходе эксперимента сравнивали ровность хода модели и эталона, возможность преодоления препятствий (арматура, металлический уголок и металлический квадрат). Модель с треугольными колесами имеет лучшую проходимость, а значит, более рациональна в использовании.



Ссылка на видео с испытаниями

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВЫСОКООМНОГО СТЕРЖНЕВОГО ЗАЕМЛИТЕЛЯ ДЛЯ ЖИЛЫХ ДОМОВ

Чеброва М. С.

Под руководством Кравченко В. В.

ГБОУ «Инженерная школа», МАН

г. Севастополь

E-mail: chebrova@mail.ru

Abstract — A simplified design of a high-resistance grounding device is proposed. The device fully ensures the safety of users, which are operating with any type electrical installations, when the grounding device is installed and works together with the protective shutdown device.

1. Введение

Рассмотрены различные схемы систем электро-снабжения дачных жилых домов, выяснилось, что применяемые схемы заземления небезопасны, особенно в условиях Севастополя, когда скальный грунт состоит, в основном, из известняка, покрытого незначительным слоем плодородной земли.

2. Основная часть

Предложена конструкция высокоомного заземлителя, в полной мере обеспечивающего безопасность пользователей электроустановок любого типа, при включении такого заземлителя совместно с УЗО. Исследования по определению сопротивления заземлителя различных типов выполнялись по схеме, приведенной на рис. 1.

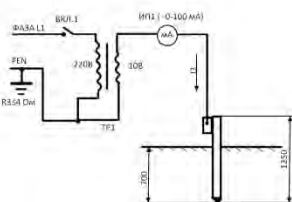


Рис. 1

Заземлители вбивались в грунт на глубину 70 см с помощью кувалды в 10 точках 3-х участков в районе мыса Фиолент г. Севастополя. Измерения токов в миллиамперах через заземлители в грунт выполнялись миллиамперметром с диапазоном измерений 0—100 мА. Напряжение значением 10 В на заземлитель подавалось со вторичной обмотки трансформатора. Сопровождение различных типов заземлителей не превысило 250 Ом.

3. Заключение

Данная разработка создала предпосылки для повсеместного применения системы защиты от поражения электрическим током, построенной на высокоомном стержневом заземлителе, заглублённом в пористый известняк на 0,7 метра, и соединённом последовательно с УЗО, рассчитанном на дифференциальный ток утечки 10 мА. Обрыв нейтрали не окажет существенного негативного влияния на ситуацию с электроснабжением — УЗО мгновенно отключит фазу.

Стоимость такой работы незначительна. Сложность сведена к минимуму — любой человек понимающий принцип работы УЗО, может выполнить эту работу самостоятельно.

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ
КОМПЛЕКС ДЛЯ МОНИТОРИНГА
КАЧЕСТВА ВОЗДУХА
ВЫБРАСЫВАЕМОГО В АТМОСФЕРУ**

Минаев А. С.

Под руководством Минаева С. О.

ГБОУ ЦДО «Малая академия наук»

г. Севастополь

E-mail:andrei.minayev@yandex.ru

Abstract — Methods and means of control over the emission of harmful substances into the atmosphere are studied. Based on the information received, a non-volatile device for monitoring air quality was developed.

1. Введение

В настоящее время развивается программа по внедрению автоматизированного контроля за выбросами в атмосферу. Для получения достоверной информации о состоянии окружающей среды необходимо разработать бюджетное устройство, для внедрения практики измерений качества выбросов на заводах местного значения.

2. Основная часть

Для определения проблемы контроля выбросов в атмосферу была изучена нормативная литература и совершена экскурсия в цех нанесения гальванических покрытий, расположенный в г. Севастополе.

Предложено создать энергонезависимое устройство, располагаемое в вентиляционном канале завода. Подзарядка аккумулятора устройства производится путём генерирования электрической энергии из воздушного потока. Для передачи информации использован канал связи Wi-Fi.

На рис. 1 показан общий вид устройства. На рис. 2 показан интерфейс пользователя для просмотра с мобильного устройства.



Рис. 1

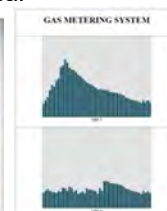


Рис. 2

На основе теоретических изысканий создан рабочий макет устройства, в котором использованы измерительные преобразователи, определяющие содержание в воздухе угарного газа и паров спирта. Разработана программа для сбора и передачи информации, интерфейс пользователя, позволяющий наглядно представить полученную информацию. Для определения оптимального типа ротора, пригодного для работы в вентиляционном канале сконструированы и испытаны несколько типов лопастей.

3. Заключение

Внедрение автоматизированного измерения качества атмосферного воздуха остаётся в наше время актуальной задачей. Для улучшения системы необходимо создать интерфейс программы и сервер, позволяющий объединять измерительные устройства в единую сеть.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ В АКВАТОРИИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Османов А. Ф.

Под руководством Ибраимовой Е. Р.

ГБОУ ДО РК МАН «Искатель»

г. Симферополь

E-mail: akropolic@yandex.ru

Abstract — In the course of the study, the factors of pollution of the Black Sea, ecological problems of the Black Sea and ways to overcome them were studied.

1. Введение

Данный сайт систематизирует знания о загрязнении акватории Черного моря и создания общей базы данных.

Экология Черного моря заставляет желать лучшего, большие проблемы связаны с выбросом в него отходов.

Существует несколько тысяч химических веществ — загрязнителей, включая очень токсичные вещества. Они поступают с водами рек в Черное море.

2. Основная часть

Химический анализ черноморской воды показывает присутствие 124 загрязняющих веществ, среди которых пестициды, ртуть, антибиотики и даже остатки солнцезащитного крема (рис. 1).

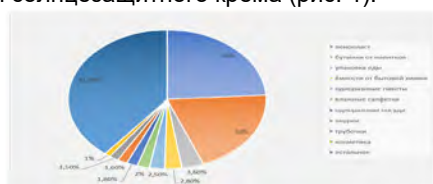


Рис. 1

Если эту проблему не решить в ближайшее время, считают исследователи, в скором будущем в Черном море начнет разрушаться экосистема, что чревато вымиранием рыбы и отравлением людей.

В войне с перерабатываемым мусором и пластиком сегодня весь мир ищет пути, как сократить его потребление. Возможно, что Черное море предложит свой собственный путь к спасению от экологической катастрофы. Все дело в уникальном сероводородном слое на глубине 100 м от поверхности моря, достигающем в некоторых местах 2000 м. Он не мертвый, как принято считать, — там есть активная бактериальная жизнь. Причем концентрация целого ряда химикатов и пластика там существенно ниже, чем в верхних слоях воды.

3. Заключение

Основные источники загрязнения Черного моря это: промышленные сточные воды, токсичные вещества, нефтепродукты, пестициды, присутствие мусора в воде, а главными загрязнителями являются промышленность и обычные люди. Исследователи планируют выяснить, что же в действительности происходит с пластиком и химикатами в бескислородной среде. «Возможно, это потенциальный выход на новые штаммы для очистных сооружений, этот феномен обнаружен впервые, сегодня есть рабочая гипотеза, которую будут проверять. В ходе работы мною написан сайт.

РАЗРАБОТКА ОБУЧАЮЩИХ ИГР ДЛЯ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ НА SCRATCH

Сурначев А. В.

Под руководством Ибраимовой Е. Р.

ГБОУ ДО РК МАН «Искатель»

г. Симферополь

E-mail: ami-sva@yandex.ru

Abstract — Scratch programming is considered. Drawing, creating game and educational projects, animation and presentations — all this can be done in Scratch. There are now more and more Scratch-based tools targeting a wide variety of specialized applications.

1. Введение

Мы живем в уникальное время. Нас окружают технические чудеса. В руках почти у каждого можно увидеть смартфон, никого уже не удивляют домашние роботы-пылесосы, 3D-принтеры или системы автоматической парковки в автомобилях. Технологии развиваются как никогда быстро.

Мы привыкаем к чудесам и порой не задумываемся над тем, как же создаются разные технические диковинки. Никакая игра, умная колонка или даже светофор не будут работать без программного обеспечения.

2. Основная часть

Мне очень интересно разобраться, как это работает. Такой проект как Scratch позволяет разобраться в основах логики и построения алгоритмов даже в младшем школьном возрасте.

Scratch — популярнейший визуальный язык программирования для детей (13 млн пользователей со всего мира), разработанный в Массачусетском технологическом институте. Scratch позволяет создавать творческие проекты, компьютерные игры и мультфильмы, в игровой форме осваивать алгоритмизацию и программирование, развивать техническое мышление и инженерные навыки. (рис. 1, рис. 2).



Рис. 1

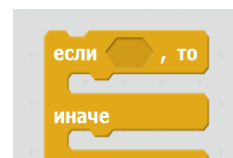


Рис. 2

Первым шагом к созданию игры был выбор спрайтов персонажей и фона. Я решил сделать игру в виде дуэли, когда два игрока по очереди решают примеры, получая за это очки.

3. Заключение

В ходе работы я научился создавать мультфильмы, игры, скрипты, рисовать в векторном и растровом графических редакторах, изменять звук, вводить, выводить и обрабатывать информацию. Я создал свою игру под названием «Математическая дуэль», которая мотивирует детей решать простые примеры по математике. Намечены перспективы развития проекта: планируется усложнить игровой процесс и придумать больше задач и головоломок.

ИТОГИ ПРОВЕДЕНИЯ 10-ГО КОНКУРСА НАУЧНЫХ РАБОТ «ШКОЛА ЮНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЯ»

«Мы сейчас живём в самом лучшем времени,
люди не воюют, процветает жизнь,
а прогресс не стоит на месте»
из работы, представленной на конкурс

В рамках 16-й Международной молодёжной научно-технической конференции «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, РТ-2020» проведён 10-й конкурс научных работ «Школа юного исследователя» для учащихся старших классов общеобразовательных и профессионально-технических учебных заведений, учреждений дополнительного образования.



Цель нашего конкурса — поддержка ребят, увлекающихся исследовательской деятельностью в направлениях, близких Институту радиоэлектроники и информационной безопасности, которые смогут прийти к нам учиться.

В 2020 году на конкурс были представлены 35 работ, в основном, из Малых Академий Наук городов Севастополя и Симферополя. Тематика работ — радиоэлектроника, робототехника, информационные технологии, физика, математика. Материалы исследований большинства работ были оформлены как серьезные научные работы, но среди них были и описания-эссе. Участники конкурса представили нам не только сухие результаты исследований, но и свое видение мира. Очень радует, что большинство работ выполнены и оформлены самими ребятами, пусть есть недостатки в оформлении, может, не так уж велика «научность работы», но именно из таких любознательных и неугомонных исследователей и вырастают Ученые, меняющие наш мир.

В этом году впервые конкурс был проведен дистанционно. Все члены жюри — заведующие кафедрами «Радиоэлектроника и телекоммуникации» Игорь Леонидович Афонин, «Инновационная радиоэлектроника» Павел Петрович Ермолов, «Электронная техника» Юрий Петро-

вич Михайлюк и «Физика» Оксана Стефановна Завьялова, ознакомились с текстом работ и презентациями. Большая часть работ была с реальными приложениями — макетами радиоэлектронных устройств, роботами и программными продуктами.

Первое место в конкурсе заслуженно занял участник, представивший на конкурс две работы, каждая из которых достойна призового места: Денис Шувайло под руководством Виктории Ивановны Бурко, педагога дополнительного образования ГБОУ ДО РК «Малая Академия Наук «Искатель» города Симферополя. В одной из них он смог убедить всех оппонентов в рациональности использования колеса в форме треугольника Рёло, а в другой представил разработанную конструкцию подвижных вертикальных рядок. Предложены не только идеи, появившиеся на основе серьезного анализа материала, но и проведено 3D моделирование, разработаны и изготовлены радиоэлектронные и конструктивные элементы, готовые модели испытаны и доказали свою работоспособность.

Мы стараемся и далее поддерживать инициативных ребят, когда они становятся нашими студентами. Соколенко Вадим, занявший призовое место в конкурсе «Школа юного исследователя — 2018» сейчас учится на направлении «Инфокоммуникационные технологии и системы связи». Его разработка устройства для коммуникации медицинского персонала с пациентами, проведенная под руководством старшего преподавателя кафедры «Радиоэлектроника и телекоммуникации» Максима Анатольевича Дурманова, получила высокую оценку специалистов и студентов на конференции — Грант конференции!

«После участия в конкурсе «Школа юного исследователя» во мне появился соревновательный интерес, и я определил для себя новую, более высокую грань, до которой я должен добраться. Я участвовал в других проектах, работал в своей школе преподавателем робототехники, и когда поступил в Университет, был придуман проект, над которым я сейчас активно работаю. Не бойтесь ставить перед собой высокие цели, которые могут показаться недостижимыми. Всё возможно, если Вы этим горите», — говорит Вадим.

Надеемся, участники конкурса «Школа юного исследователя» будут нашими лучшими выпускниками!!!

Игорь Леонидович Афонин, заведующий кафедрой «Радиоэлектронные системы и технологии»
Ирина Викторовна Лашенко, председатель оргкомитета «Школы юного исследователя»

Научное издание

«Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций»

Сборник научных трудов

№ 4

2021

Ответственный за издание

проректор по научной и инновационной деятельности СевГУ

д-р физ.-мат. наук, профессор М. П. Евстигнеев

Технический редактор
Компьютерная верстка

Ю. Н. Тыщук.
А. А. Безгин,
Д. В. Паламарчук,
С. А. Каленюк,
А. С. Нефёдов,
К. С. Якубов,
М. А. Дурманов,
Е. А. Редькина,
А. А. Савочкин,
Ю. Н. Тыщук.

Формат 89×124М/16. Усл. печ. листов 28,8.

Тираж 185 шт. Зак. № 24.

Издатели

Российское научно-техническое общество радиотехники,
электроники и связи имени А.С. Попова (РНТОРЭС им. А.С.
Попова)

Адрес: ул. Рождественка, 6/9/20, стр. 1, г. Москва

Севастопольский государственный университет (СевГУ)

Адрес: ул. Университетская, д. 33, г. Севастополь

Отпечатано — Типография «Printex», ул. Кулакова, д. 59,
г. Севастополь

тел. +7(8692) 46-47-44, 46-50-58.

СИСТЕМЫ КВ РАДИОСВЯЗИ ДЛЯ СИЛОВЫХ СТРУКТУР



ОАО УРАНИС-РАДИОСИСТЕМЫ
основано в 2014 г. как компания группы УРАНИС

**Основная продукция – компоненты и комплексы КВ радиосвязи
для силовых структур РФ:**

- УСИЛИТЕЛИ МОЩНОСТИ КВ ДИАПАЗОНА: 100(150) Вт, 400 (500) Вт, 1000(1500) Вт, 5 кВт, 20 кВт
- Антенно-согласующие устройства на мощность от 20 Вт до 5 кВт
- Антенны зенитного излучения КВ диапазона
- Управляемые фильтры (пре-пост-селекторы) КВ/УКВ/УВЧ диапазонов
- Перезаряжаемые Li-Ion аккумуляторные батареи для спецоборудования
- Эквиваленты КВ антенн



Севастопольский «Испытательный центр «Омега» - филиал ФГУП НИИР



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

Компетенции Испытательного центра «Омега»:

- функциональные испытания радио- и телекоммуникационного оборудования;
- испытания оборудования на электромагнитную совместимость;
- испытания на безопасность низковольтного оборудования;
- механико-климатические испытания оборудования;
- электроакустические и телефонметрические испытания оборудования;
- сертификационные испытания аварийных радиобуев КОСПАС-САРСАТ;
- сертификационные испытания устройств ЭРА-ГЛОНАСС.

ИЦ «Омега» проводит измерения и расчет электромагнитной совместимости радиоэлектронных устройств различного назначения.



Технические возможности ИЦ «Омега» подтверждены аккредитацией в Федеральной службе по аккредитации Российской Федерации по техническим регламентам Таможенного Союза.

ИЦ «Омега» имеет признание в Российском Морском регистре судоходства, Российском Речном Регистре, Авиационном Регистре.



ООО «Инжиниринговый центр СевГУ»



Наши контакты:

299038, г. Севастополь,
пр-кт Октябрьской революции, д. 38, корп. 4.
Тел. +7 (8692) 43 50 29
engineering@sevsu.ru

ООО «Инжиниринговый центр СевГУ» – это предприятие, оказывающее инжиниринговые услуги предприятиям радиоэлектронной промышленности в области разработки электронных компонентов и приборов на их основе.

Основные направления деятельности

Разработка систем-на-кристалле (СнК),
систем-в-корпусе (СвК), гибридных
интегральных схем СВЧ диапазона

Разработка радиоэлектронной аппаратуры
на основе микроконтроллеров, цифровых
сигнальных процессоров и
программируемых логических
интегральных схем

Разработка цифровых, аналоговых и
смешанных монолитных
интегральных схем

Тестирование опытных партий кристаллов
интегральных схем в диапазоне
частот до 50 ГГц

Оборудование



Стенд для тестирования кристаллов
интегральных схем на базе зондовой станции
Cascade EPS200RF



Анализатор СВЧ цепей
Keysight PNA-X N5245A

Центр создан при поддержке Минобрнауки РФ и Минпромторга РФ



Акционерное общество

«КБ Радиосвязи»

Основные направления деятельности:

- КВ и УКВ средства радиосвязи тактического звена;
- радиостанции для служб управления воздушным движением с цифровыми режимами передачи данных;
- магистральные КВ радиоприёмники;
- антенны;
- селективные устройства.



299053, г. Севастополь, Фиолентовское шоссе 1/2