

ISSN: 2658-6347

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

№ 3
2020

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Издаётся с октября 2018 года

Выходит 1 раз в год

Москва-Севастополь 2020

УДК 621.37+621.317+537.86
ББК 32.84

Главный редактор Савочкин А. А., канд. техн. наук, доцент, зам. директора Института радиоэлектроники и информационной безопасности 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 «Радиоэлектроника и телекоммуникации» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

Редакционная коллегия:

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

Тыщук Ю. Н., старший преподаватель кафедры «Радиоэлектроника и телекоммуникации» 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, 2020. — № 3. — 247 с.

Сборник содержит материалы 16-й Юбилейной международной молодежной научно-технической конференции «*Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, РТ-2020*», 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.,** младший научный сотрудник ФГБУН ФИЦ Морской гидрофизический институт РАН, г. Севастополь;
- 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.,** канд. техн. наук, 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;
- 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;
- Лабунец В. Г.,** профессор Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург;
- Ленский В. Ф.,** генеральный директор ПАО «Центральное конструкторское бюро «Коралл», г. Севастополь;
- Михайлюк Ю. П.,** доцент, заведующий кафедрой Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;
- Редькина Е. А.,** доцент Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;
- Савочкин А. А.,** доцент, заместитель директора Института радиоэлектроники и информационной безопасности 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.,** старший преподаватель Севастопольского государственного университета — ученый секретарь, 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;

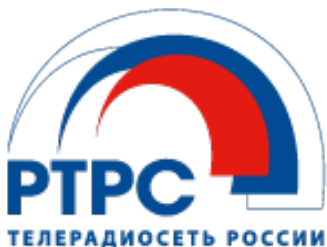
Поляков А. Л., доцент Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;

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

Савочкин А. А., доцент, заместитель директора Института радиоэлектроники и информационной безопасности Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;

Тыщук Ю. Н., старший преподаватель Севастопольского государственного университета — ученый секретарь, г. Севастополь;

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



СООРГАНИЗАТОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

- Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь;
- ООО «Таркус», г. Ростов-на-Дону;
- Филиал Федерального государственного унитарного предприятия РТРС «Радиотелевизионный передающий центр Республики Крым», г. Симферополь;
- Севастопольский «Испытательный центр «ОМЕГА» — филиал ФГУП НИИР, г. Севастополь;
- АО «КБ радиосвязи», г. Севастополь;
- МИП «Инжиниринговый центр СевГУ», г. Севастополь;
- Крымский научно-технологический центр им. проф. А. С. Попова, г. Севастополь.

СОДЕРЖАНИЕ

Алфавитный список авторов	15
---------------------------------	----

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Кожемякин А. С., Кравченко И. В., Будняев В. А., Кузьмин А. А., Вертегел В. В. Разработка интегрального автомобильного ЛЧМ-радары диапазона частот 77—81 ГГц	20
Евдокимов П. А., Соколова М. И., Широкова Е. И., Широков И. Б. Измерение вредоносных газов в воздухе	24

СЕКЦИЯ 1

РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ, СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА

Маврин А. С., Маврин С. А. Методика по определению минимальной совокупности параметров для контроля технического состояния сложных технических систем	26
Андросова Ю. В., Кузьмин В. А. Оценка ошибок определения дальности протяжённого надводного объекта на выходе РЛС обзорного типа	28
Байрамуков А. А., Макаров В. К. Разработка принципов построения и функционирования устройства идентификации вакуумных выключателей	29
Соколова М. И., Евдокимов П. А., Широкова Е. И. Ультразвуковое записывающее устройство для обнаружения летучих мышей	30
Байрамуков А. А., Макаров В. К. Выбор метода автоматической идентификации вакуумных выключателей	31
Корчагин Ю. Э., Титов К. Д., Завалишина О. Н. Обнаружение сверхширокополосных сигналов на фоне сигналоподобных помех	32
Мишина К. Ю., Гушан М. М., Шевченко Н. В., Ломоносов С. Е. Разработка алгоритма построения безопасного маршрута плавания	33
Мишина К. Ю., Гушан М. М., Макаров В. К., Ломоносов С. Е. Разработка методики навигационного обеспечения в экстремальных условиях судовождения	34
Мишина К. Ю., Гушан М. М., Душко В. Р., Ломоносов С. Е. Методика оценки надежности навигационных систем на северном морском пути	35
Мишина К. Ю., Гушан М. М., Деордица С. В., Ломоносов С. Е. Метод расчета вероятности возникновения экстремальных условий на участках северного морского пути	36
Харченко О. С., Боков Г. В. Радиоэлектронные системы информационного обеспечения швартовных операций	37
Сорокин Н. А., Боков Г. В. Радиоэлектронные системы управления ходовым мостиком	38
Свидлов А. Е., Мурзин Д. Г. Измеритель влажности почвы в теплице	39
Иськив В. М., Амелин А. А., Маленко В. А. Сверхмаломерное судно-спасатель с дистанционным управлением	40
Хорошайло А. С., Михайлюк Ю. П. Система контроля доступа для офисных помещений	41
Лысенко А. В., Михайлюк Ю. П. Блок приема-передачи RFID считывателя	43
Садиллов П. О., Мурзин Д. Г. Система навигации беспилотного летательного аппарата	44
Бровко Т. А., Петухов Н. И., Чугунов А. А., Куликов Р. С. Сравнение алгоритмов фильтрации, использующихся в пешеходных системах навигации	45
Деримедведь М. С., Иськив В. М. Устройство поиска активных меток	46

Канаки Н. Г., Дидус В. Т. Полноцветный проекционный лазерный кинескоп	47
Лукьянчиков А. В., Смекодуб В. А., Лызлов А. В. Адаптация лабораторной установки «Исследование входных цепей» для работы в дистанционном режиме	48
Лызлов А. В., Ткаченко М. О., Лукьянчиков А. В. Аппаратная приемо-передающая платформа для изучения SDR технологии	49
Лукьянчиков А. В., Лызлов А. В., Ткаченко М. О. Анализ эффекта утечки спектра при квадратурном приеме	50
Фролова М. А., Янковский С. И., Сизых Д. А., Дурманов М. А. Экспериментальная установка для исследования затухания электромагнитных волн низкочастотного диапазона в горных породах	51
Миць Р. С. Система автоматического полива растений	52
Краснов Л. М., Холманов В. В., Железняк А. А., Корнеев М. Р. Математическая модель радиолокационного сигнала, отраженного от подвижного объекта	53
Овчаров П. П., Деримедведь М. С., Вертегел Е. В., Вертегел В. В. Имитатор дыхания младенца	54
Подгорный А. С., Кудрявченко И. В. Система управления и проведения полета беспилотного летательного аппарата	55
Корченков В. М., Греханов М. А., Дидус В. Т., Поляков А. Л. Минимизация динамических ошибок измерения высоты радиовысотомером малых высот	56
Белинский В. О., Чупик С. А., Боков Г. В. Исследование проблем внедрения автономных судов	57
Греханов С. Ю., Дидус В. Т., Поляков А. Л. Система селекции движущихся целей обзорной РЛС	58
Баранов Н. А., Турсин С. А., Кравцов А. О. Сравнительный анализ приема метровых, дециметровых и сантиметровых радиосигналов	59
Присяжнюк С. Н., Дегтярев А. Н. Аппроксимация импульсных характеристик физически реализуемых фильтров функциями с ограниченным спектром	60
Кожемякин А. С., Дегтярев А. Н. Новые классы гильбертовых пространств с воспроизводящим ядром	61
Маленко В. А., Дегтярев А. Н. Дискретизация и восстановление сигнала в пространстве физически реализуемых функций	62
Бернштейн И. Б., Иськив В. М. Приемо-передающий блок системы позиционирования	64
Иськив В. М., Амелин А. А., Маленко В. А. Анализ дальности действия системы дистанционного управления сверхмаломерным судном-спасателем	65
Миронов А. Ф., Краснов Л. М., Волкова М. Э., Бобкин А. В., Никулин А. В. Математическая модель доплеровского радиолокационного канала для измерения параметров надводных объектов	66
Трушков М. А. Мобильный комплект системы контроля состояния автомобиля	67
Кислицов А.С. Разработка системы позиционирования объекта с использованием низких частот	68
Ерещенко В. В., Кудрявченко И. В. Система идентификации «роя» беспилотных летальных аппаратов	69
Иванченко Д. С., Смекодуб В. А., Щекатурич А. А. Блок управления уничтожителя бумаги	70
Греханов С. Ю. Цифровой канал системы селекции низкоскоростных целей	71

СЕКЦИЯ 2

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

Поляков А. А., Моисеев Д. В. Разработка комбинированной модели автоматизированного вычисления показателя результативности в организационно-технических системах	74
--	----

Поляков А. А., Моисеев Д. В. Разработка статистической модели автоматизированного вычисления показателя результативности в организационно-технических системах.....	75
Поляков А. А., Моисеев Д. В. Разработка аналитической модели автоматизированного вычисления показателя результативности в организационно-технических системах.....	76
Поляков А. А., Моисеев Д. В. Программно-аппаратное устройство вычисления аналитической вероятности для группы совместных событий	77
Сычев К. В. Исследование методики позиционирования в беспроводных сетях	78
Мельникова Т. В., Преображенский А. П. Разработка интеллектуальной системы управления «Умным домом»	79
Маренков Н. М., Преображенский А. П. Разработка имитационной системы «Умный дом»	80
Угрюмова А. А., Преображенский А. П. Исследование модели канала IEEE 802.11 n/ac и оптимизация числа кадров в блоке	81
Геворгян М. Г., Преображенский А. П. Использование технологий туманных вычислений в мультисервисных сетях.....	82
Казачков В. О., Кулыгин С. В. Исследование влияния высокочастотных частей приемопередающих устройств стандарта 5G NR	83
Муратчаев С. С., Волков А. С. Исследование методов оптимизации для поиска кратчайшего пути в самоорганизующихся сетях MANET	84
Волкова Е. А., Муратчаев С. С., Севрюкова Е. А. Разработка интеллектуальной системы сбора, хранения и передачи метеоданных на основе машинного обучения	85
Кулаков М. В., Чехов И. А. Направления совершенствования автоматизированной системы УВД московского узлового диспетчерского района	86
Симонов И. А., Савинов В. В., Головин В. В. Структурные схемы восходящего канала базовой станции сети Wi-Fi, реализованной по технологии Radio over fiber	87
Симонов И. А., Савинов В. В., Головин В. В. Исследование когерентной волоконно-оптической линии связи в восходящем канале базовой станции сети Wi-Fi, реализованной по технологии Radio over fiber	88
Заверткин К. Н., Лихобабин Е. А. Исследование и разработка искусственных нейронных сетей для систем помехоустойчивого кодирования.....	89
Азаров А. А., Евдокимов П. А., Колтунов А. С. Разработка системы правового анализа ситуаций.....	90
Иськив В. М., Игнатенко М. А., Ватрич А. Д. Применение технологии LoRa в современных радиостанциях	91
Куринный Ф. А., Паслён В. В. Угрозы безопасности управления информацией в беспроводных системах Wi-Fi	92
Агафонов А. С., Складрук В. Л. Анализ проектирования Wi-Fi сетей	93
Соколенко В. Е., Дурманов М. А. Устройство для коммуникации пациента с медицинским персоналом на базе голосовых технологий	94
Кожемякин А. С., Лукьянчиков А. В. Особенности организации связи в распределенной системе сбора данных.....	95
Дурманов М. А., Петренко А. А., Ткаченко В. С., Сизых Д. А., Янковский С. И. Лабораторный макет для изучения беспроводных технологий передачи данных.....	96
Петренко А. А., Кузьменко В. А., Невмержицкий М. В., Ткаченко В. С. Малогабаритный приёмопередатчик.....	97
Алкаев М. Е., Плоткин А. Д. Разработка и исследование увеличения протяженности сети доступа за счет использования технологии Long Reach PON.....	98
Иванищев А. Ю., Редькина Е. А. Исследование инструментов мониторинга корпоративных сетей	99
Седов П. Д., Кузьменко В. А., Редькина Е. А. Анализ требований к антенным системам 5G	100
Яковлева Т. В., Редькина Е. А. Особенности реализации трафика почтовых сообщений в сети предприятия.....	101
Хохуда А. Н., Орлов И. И., Маленко В. А., Травкина М. Д., Редькина Е. А. Интерактивный режим работы в системе хранения продуктов в организациях общепита	102

Краевский Д. Е., Кудрявченко И. В. Организация связи роя мобильных объектов на основе технологии ZigBee	103
Савочкин А. А., Белова О. Н. Определение особенностей реализации устройств подавления сигналов мобильной связи.....	104

СЕКЦИЯ 3

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ УСТРОЙСТВА МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Шевченко К. Д., Шевченко Н. В., Завалейков А. А. Алгоритм работы программы комплекса для измерения временных показателей реакции человека	106
Шевченко К. Д., Шевченко Н. В., Завалейков А. А. Аппаратно-программный комплекс для измерения временных показателей реакции человека	107
Кругла А. А., Скорик И. В. Учебно-лабораторный стенд для изучения импульсных преобразователей напряжения	108
Судариков А. В., Шевченко Н. В. Универсальный управляемый LED-драйвер	109
Файден Д. А., Щекатурин А. А. Использование WeMos R1 D1 для обмена данными с сервером и контроллером.....	110
Смаилов С. Ф. Игровой контроллер на механических переключателях с RGB подсветкой	111
Абдураманов Б. А. Генератор сигналов для гармонического вращения шагового двигателя.....	112
Мурзин Д. Г., Ромашов А. А., Турулин И. В. Портативный глюкометр с подключением к смартфону	113
Сыпалова А. С., Кривобок Л. С. «Умный дом». Управление освещением.....	114
Кривобок Л. С., Сыпалова А. С. «Умный дом». Система климат-контроль	115
Комисаренко А. И., Ватрич А. Д., Щекатурин А. А. Разработка программируемого модуля системы управления климатом в теплицах.....	116
Файден Д. А., Лызлов А. В., Ткаченко М. О. Использование платы типа WeMos для связи с MQTT-сервером	117
Иванченко Д. С., Щекатурин А. А. Радиоуправляемая подвижная платформа	118

СЕКЦИЯ 4

АНТЕННЫ И УСТРОЙСТВА МИКРОВОЛНОВОЙ ТЕХНИКИ

Безгин А. А., Савочкин А. А. Расчет поверхностных токов печатных антенн методом моментов	120
Саяпин К. А., Шерстюков Д. Н. Новые структуры и устройства широкополосного фазового смещения радиосигналов	121
Ткаченко М. О., Головин В. В. Радиофотонная диаграммообразующая схема фазированной антенной решётки базовой станции сети 5G	122
Неведров М. Г., Афонин И. Л., Слёзкин В. Г. Анализ полосы рабочих частот плоской квазисамодополнительной структуры	123
Бугаёв П. А. Экспериментальное исследование согласованной нагрузки на основе плоского металлодиэлектрического волновода	124

Бугаёв П. А. Экспериментальное исследование коаксиально-волноводного перехода на основе плоского металлодиэлектрического волновода.....	125
Широкова Е. И., Евдокимов П. А., Соколова М. И., Широков И. Б., Афонин И. Л. Конструкция и моделирование активной антенны.....	126
Широкова Е. И., Евдокимов П. А., Соколова М. И., Широков И. Б., Афонин И. Л. Экспериментальные исследования активной антенны.....	127
Азаров А. А., Широкова Е. И., Широков И. Б., Сердюк И. В. Моделирование системы беспроводной передачи энергии.....	128
Ткаченко М. О., Головин В. В. Двухдиапазонная ненаправленная Wi-Fi ПАТЧ антенна	129
Ткаченко М. О. Двухдиапазонная направленная Wi-Fi ПАТЧ антенна	130
Савинов В. В., Симонов И. А., Головин В. В. Режимы работы ненаправленной спиральной антенны круговой поляризации для телекоммуникационных сетей.....	131
Савинов В. В., Симонов И. А., Головин В. В. Исследование распространения поля излучения антенн линейной и круговой поляризации в диапазоне частот Wi-Fi.....	132
Сорочинский Г. Г., Тыщук Ю. Н. Ступенчатый рупорный облучатель для прямофокусной параболической антенны	133
Павловская А. А., Онищенко И. Д., Паслён В. В. Проектирование и расчет волноводно-щелевой антенны с помощью программного продукта HFSS	134
Онищенко И. Д., Павловская А. А., Паслён В. В. Исследование влияния положения конусного облучателя на диаграмму направленности зеркальной антенны с помощью программного продукта Feko	135
Кожемякин В. С., Тыщук Ю. Н. Разработка антенны GSM для измерительного буй.....	136
Кожемякин В. С., Тыщук Ю. Н. Разработка печатной Wi-Fi антенны	137
Тыщук Ю. Н., Сыпалова А. С., Кривобок Л. С. Широкополосная микрополосковая антенна с круговой поляризацией поля излучения.....	138
Тыщук Ю. Н., Кривобок Л. С., Сыпалова А. С. Разработка и исследование кольцевой антенной решетки	139
Тыщук Ю. Н., Кривобок Л. С., Сыпалова А. С. Разработка и исследование печатного излучателя для кольцевой антенной решетки	140
Савочкин А. А., Абдулгазиев О. Р., Копцев П. А. Патч-антенна для фемтосот LTE стандарта.....	141
Снегур Д. А., Никифоров С. М., Вертегел Е. В. Учет технологических особенностей травления печатных плат при разработке устройств миллиметрового диапазона.....	142
Аввакумова В. Ю., Завалейков А. А. Усилитель мощности источника низкочастотного поля в диапазоне от 3 кГц до 300 кГц	143
Скорик И. В., Аввакумова В. Ю., Завалейков А. А., Дурманов М. А. Широкодиапазонная ферритовая магнитная антенна	144
Иванченко Д. С., Щекатурич А. А. Четырехэлементная антенная решётка для системы управления	145
Сыпалова А. С., Овчаров П. П. Разработка полоскового направленного ответвителя	146
Кривобок Л. С., Овчаров П. П. Разработка полоскового направленного ответвителя с малым переходным ослаблением	147

СЕКЦИЯ 5

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

Грищенко Ю. Н., Горбач В. Р., Ланин В. Л. Цифровой контроль температуры нагрева СВЧ микроблока при высокочастотной пайке	150
---	-----

Фам В. Т., Ланин В. Л. Моделирование процесса формирования микровыводов припоя импульсным лазерным излучением.....	151
Клименко Ю. А., Преображенский А. П. Разработка устройства измерения параметров электрической сети.....	152
Хацкевич А. Д., Ланин В. Л. Микрокомпьютерная система контроля термопрофилей пайки с применением индукционного нагрева.....	153
Нелин И. В., Лебедева Ю. М., Виноградов М. С. Автоматизированное определение дефектов поражения летательного аппарата с использованием «машинного зрения».....	154
Евдокимов П. А., Широкова Е. И., Широков И. Б. Методы контроля рудничной атмосферы.....	155
Игнатенко М. А., Зиборов С. Р., Зубков Р. Г. Измеритель напряжённости электромагнитного поля.....	156
Афонин И. Л., Поляков А. Л., Поляков Д. А. Оценка точности навигационных систем на основе анализа вариаций алана.....	157
Янковский С. И., Сизых Д. А., Петренко А. А., Невмержицкий М. В., Фролова М. А., Дурманов М. А. Индуктивный датчик электропроводимости морской воды.....	158
Evdokimova I. A., Piskun G. A., Alekseev V. F. Thermal processes in the metallized tracks during the flow of current discharge pulse.....	159
Мальцев Р. В., Начаров Д. В. Система сбора и обработки данных при испытаниях датчиков тока вакуумных выключателей постоянного тока.....	160
Сизых Д. А., Янковский С. И., Петренко А. А., Фролова М. А., Дурманов М. А. Контроллер полёта беспилотного летательного аппарата.....	161
Миць Р. С. Анализ режимов работы системы автоматического полива.....	162
Петренко А. А., Кузьменко В. А., Невмержицкий М. В., Ткаченко В. С., Мединский А. А. Модуль датчиков контроля процессов бытовой дистилляции.....	163
Смекодуб В. А., Щекатурич А. А. Логарифмический измеритель мощности.....	164

СЕКЦИЯ 6

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Жбанова В. Л., Жбанов И. Л. Современные цветовые системы цифровых устройств.....	166
Жбанова В. Л. Методы интерполяции цвета цифровых матричных фотоприемников.....	167
Маргарян М. С., Бадалян Б. Ф., Гомцян С. Г. Моделирование системы голосовой биометрической идентификации в среде Matlab.....	168
Гущина О. А., Шевгунов Т. Я. Применение имитационного моделирования для анализа точности оценки параметров комплексного сигнала по его конечной выборке.....	169
Лаппо А. И., Ланин В. Л. Моделирование лазерной размерной обработки.....	170
Байздренко А. А., Пилипенко И. Я., Шереметьев К. С. Лабораторный стенд для изучения цифровых локационных систем методами ультразвуковой локации.....	171
Скорик И. В., Соколова М. И. Особенности функционального программирования на примере языка Haskell.....	172
Кудрявченко И. В., Якубов К. С., Паламарчук Д. В. Особенности применения искусственного интеллекта для организации роя малоразмерных БПЛА.....	173
Волченков В. А., Витязев В. В. Сравнение эффективности некоторых способов обнаружения пауз в речи.....	174
Михайлова О. К., Корогодин И. В. Алгоритм слежения за задержкой ВОС сигналов с использованием двух BPSK корреляторов.....	175
Bavbel E. I., Alekseev V. F., Piskun G. A. Simulation of the complex impact of thermal and shock loads on electronic modules.....	176

Кравченко И. В., Вертегел В. В. Алгоритм детектирования объектов с периодическими колебаниями для ЛЧМ-радары W-диапазона.....	177
Кузьмин А. А., Кравченко И. В., Вертегел В. В. Реализация алгоритма цифровой обработки фазового сигнала в ЛЧМ-радаре на основе Cortex R4F	178
Савочкин А. А., Абдулгазиев О. Р., Копцев П. А. Лабораторный стенд для измерения температурного профиля бытового и профессионального оборудования	179

СЕКЦИЯ 7

ЦИФРОВАЯ И АНАЛОГОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Мельников А. В., Хижинский А. И. Анализ во временной области схемы высокочастотной коррекции с частотно-зависимой нагрузкой	182
Мельников А. В., Куватов А. В. УНЧ с коэффициентом усиления, управляемым параллельным цифровым кодом	183
Будняев В. А., Вертегел В. В. Линейный усилитель мощности с полосой пропускания 68—88 ГГц и выходной мощностью до 15,6 дБм на основе 130 нм SiGe БикМОП технологии.....	184
Вертегел В. В., Кожемякин А. С. Разработка частотно-фазового детектора и схемы накачки заряда для синтезатора частот 77—81 ГГц	185
Кулаковская Е. В., Начаров Д. В. Интеллектуальное устройство считывания маркировок.....	186
Дыбов Р. С., Широкова Е. И. Система интеллектуального светодиодного освещения	187
Раупов Р. Р., Афанасьев В. В. Генератор сигналов на базе Multi-scroll системы с динамическим хаосом для прямохаотической цифровой передачи информации	188
Поморев А. С., Дученко Н. В., Ветров И. Л. Разработка и исследование широкополосного КМОП корректора скважности	189
Покровский В. А., Скорик И. В., Широков И. Б. Лабораторный источник питания с микроконтроллерным управлением.....	190
Дученко Н. В., Поморев А. С. Интегральный программируемый цифровой умножитель частоты	191
Поморев А. С., Дученко Н. В., Ветров И. Л. Разработка и исследование широкополосного удвоителя частоты.....	192
Харитонов С. А., Дученко Н. В. Управляемый операционный усилитель для активного фильтра нижних частот	193
Воликов М. С., Дыкман В. З. Особенности построения измерителя мутности поверхностных прибрежных вод	194
Бандурин А. Г., Скорик И. В. Разработка принципов функционирования устройства определения фактической тяги силовой установки	195
Бандурин А. Г., Скорик И. В. Методика измерения фактической тяги силовой установки	196
Ткаченко М. О., Лызлов А. В. Цифровой спектроанализатор аудиосигнала.....	197

СЕКЦИЯ 8

КОМПОНЕНТНАЯ БАЗА РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Романова И. А., Коломейцева Н. В., Щербакова И. Ю., Абрамов И. И. Моделирование четырехбарьерных резонансно-туннельных диодов на основе графена	200
--	-----

Коломейцева Н. В., Романова И. А., Щербакова И. Ю., Абрамов И. И. Расчет ВАХ полевых графеновых транзисторов на основе диффузионно-дрейфовой модели	201
---	-----

СЕКЦИЯ 9

WEB-ТЕХНОЛОГИИ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Чернега В. С., Генералов Н. Н., Гладченко Р. О. Web-ориентированная медицинская система для стационарных отделений лечебных учреждений	204
Канатуш С. В., Андриевская Н. К. Онтологический подход к веб-поиску	205
Соколова М. И., Колтунов А. С. Создание эхо-бота в мессенджере Telegram	206
Копцев П. А., Абдулгазиев О. Р., Савочкин А. А. Информационное табло с беспроводным подключением	207
Кушнарев И. А., Клещев Н. С., Табакаев Д. И. Умный дом. История и перспективы развития	208
Копцев П. А., Абдулгазиев О. Р., Савочкин А. А. Особенности применения микроконтроллерной платформы Arduino при решении задач визуализации информации	209
Лызлов А. В., Файден Д. А., Ткаченко М. О. Разработка пакета программ для создания MQTT-сервера	210

СЕКЦИЯ 10

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ И ИНФОРМАЦИИ

Кудрявченко И. В., Герасимчук К. В., Дурягин Д. С., Палесика Я. Ю. Защита информационных потоков в задаче управления роем малоразмерных БПЛА	212
Ковалев Я. В., Рыжов Г. Б. Совершенствование инструментов взаимодействия органов государственной власти в субъекте РФ при обеспечении военной безопасности	213
Фирсов А. В., Преображенский А. П. Разработка методики защиты информации на предприятии	214
Василенко Е. Д., Большаков Б. В., Лашенко И. В. Разработка отказоустойчивой сети для АПК «Безопасный город»	215
Лукманова О. Р., Хорев А. А. Исследование акустоэлектрического эффекта в телефонном аппарате в среде моделирования COMSOL	216
Букач А. Б., Гевниш А. Б. Улучшение методики исследования электромагнитного излучения компьютеров	217
Котов Д. А., Ватрич А. Д., Зиборов С. Р. Устройство охранной сигнализации с инфракрасным извещателем	218
Гибилinda Р. В., Синадский Н. И. Идентификация воздействий на файлы и верификация массивов данных, содержащих информацию о воздействиях, при расследовании инцидентов информационной безопасности	219
Пырьев М. С., Синадский А. Н. Определение характеристик сетевого узла на основе профиля сетевого трафика	220
Домуховский Н. А., Синадский А. Н. Статистико-энтропийный метод обнаружения границ полей в нераспознанном сетевом трафике	221
Букина А. В., Лашенко И. В. Развитие технологий аналитического видеонаблюдения в условиях строгого санитарного контроля	222

Анищенко М. Д., Паслён В. В. Концепция использования систем видеонаблюдения для организации автоматизированной охраны.....	223
Москалёва Е. П., Маслова М. А. Исследование методов построения стегосистем для видеопоследовательностей.....	224
Грыбиник Н. О., Фунтиков М. Н. Тенденции развития технологии «Умный дом»	225
Сагова С. Д., Сапожникова А. В. Исследование вопросов по выявлению, идентификации, классификации, оценке угроз информационной безопасности.....	226
Смаилов С. Ф., Поляков А. Л. Сигнализатор тревоги, сравнивающий фазу сигнала.....	227
Федоров А. С., Лукьянчиков А. В. Особенности использования беспроводных датчиков в охранных системах	228
Клещев Н. С., Кушнарёв И. А., Табакаев Д. И., Кудрявченко И. В. Измерение параметров движения роя малоразмерных беспилотных объектов.....	229

СЕКЦИЯ 11

ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Присяжнюк С. Н., Ермолов П. П. К 70-летию профессора Гимпиевича Юрия Борисовича.....	232
Лукьянченко Н. К., Коломийченко В. П. К 70-летию Павла Петровича Ермолова	234
Мозолевская Т. В., Палаев И. С., Палаев С. В. Применение радиолокации на кораблях Военно-морского флота	236
Лукьянченко Н. К., Афонин И. Л., Ермолов П. П., Коломийченко В. П. Памяти профессора Сергея Михайловича Смольского (1946—2020)	238
Дидус В. Т., Смаилов С. Ф., Корченков В. М., Поляков А. Л. 808-й отдельный радиотехнический узел предупреждения. История длиною в полвека	239
Поляков А. Л., Дидус В. Т., Афонин И. Л. Кафедра «Радиоэлектроника и телекоммуникации» победитель конкурса на лучший проект гимна университета	240

ШКОЛА ЮНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

Тарасенко Е. С., Воротынцева Е. Е. Исследование летных характеристик моделей бумажных самолетов	244
Тимохин Д. А., Буджурова И. М. Температурная коррекция сокодвижения плодовых деревьев	244
Быков Д. В., Лебёдкина А. В. Робот — собака «КУСАКА 2019»	245
Беляева Э. Э., Сердюк М. Б. Мобильное приложение «Любимый город Севастополь»	245
Беляев Л. С., Фирсов М. А., Малов М. Д., Кавка С. П. Модульная робототехническая система пожаротушения	246
Василенко Е. Д., Стрый В. В. Система контроля и учета доступа для учебных заведений (электронная проходная)	246

АЛФАВИТНЫЙ СПИСОК АВТОРОВ

А

Alekseev V. F. 159, 176

В

Bavbel E. I. 176

Е

Evdokimova I. A. 159

Р

Piskun G. A. 159, 176

А

Абдулгазиев О. Р. 141, 179, 207, 209

Абдураманов Б. А. 112

Абрамов И. И. 200, 201

Аввакумова В. Ю. 143, 144

Агафонов А. С. 93

Азаров А. А. 90, 128

Алкаев М. Е. 98

Амелин А. А. 40, 65

Андриевская Н. К. 205

Андросова Ю. В. 28

Анищенко М. Д. 223

Афанасьев В. В. 188

Афонин И. Л. 123, 126, 127, 157, 238, 240

Б

Бадалян Б. Ф. 168

Байздренко А. А. 171

Байрамуков А. А. 29, 31

Бандурин А. Г. 195, 196

Баранов Н. А. 59

Безгин А. А. 120

Белинский В. О. 57

Белова О. Н. 104

Беляев Л. С. 246

Беляева Э. Э. 245

Бернштейн И. Б. 64

Бобкин А. В. 66

Боков Г. В. 37, 38, 57

Большаков Б. В. 215

Бровко Т. А. 45

Бугаёв П. А. 124, 125

Буджурова И. М. 244

Будняев В. А. 20, 184

Букач А. Б. 217

Букина А. В. 222

Быков Д. В. 245

В

Василенко Е. Д. 215, 246

Ватрич А. Д. 91, 116, 218

Вертегел В. В. 20, 54, 177, 178, 184, 185

Вертегел Е. В. 54, 142

Ветров И. Л. 189, 192

Виноградов М. С. 154

Витязев В. В. 174

Воликов М. С. 194

Волков А. С. 84

Волкова Е. А. 85

Волкова М. Э. 66

Волченков В. А. 174

Воротынцева Е. Е. 244

Г

Гевниш А. Б. 217

Геворгян М. Г. 82

Генералов Н. Н. 204

Герасимчук К. В. 212

Гибилinda Р. В. 219

Гладченко Р. О. 204

Головин В. В. 87, 88, 122, 129, 131, 132

Гомцяи С. Г. 168

Горбач В. Р. 150

Греханов М. А. 56

Греханов С. Ю. 58, 71

Грищенко Ю. Н. 150

Грыбиник Н. О. 225

Гушан М. М. 33, 34, 35, 36

Гущина О. А. 169

Д

Дегтярев А. Н. 60, 61, 62

Деордица С. В. 36

Деримедведь М. С. 46, 54

Дидус В. Т. 47, 56, 58, 239, 240

Домуховский Н. А. 221

Дурманов М. А. 51, 94, 96, 144, 158, 161

Дурягин Д. С. 212

Дученко Н. В. 189, 191, 192, 193

Душко В. Р. 35

Дыбов Р. С. 187

Дыкман В. З. 194

Е

Евдокимов П. А. 24, 30, 90, 126, 127, 155

Ерещенко В. В. 69

Ермолов П. П. 232, 238

Ж

Жбанов И. Л. 166

Жбанова В. Л. 166, 167

Железняк А. А. 53

З

Завалейков А. А. 106, 107, 143, 144

Завалишина О. Н. 32

Заверткин К. Н. 89

Зиборов С. Р. 156, 218

Зубков Р. Г. 156

И

Иванищев А. Ю. 99

Иванченко Д. С. 70, 118, 145

Игнатенко М. А. 91, 156

Иськив В. М. 40, 46, 64, 65, 91

К

Кавка С. П. 246

Казачков В. О. 83

Канаки Н. Г. 47

Канатуш С. В. 205

Кислицов А. С. 68

Клещев Н. С. 208

Клещев Н. С. 229

Клименко Ю. А. 152

Ковалев Я. В. 213

Кожемякин А. С. 20, 61, 95, 185

Кожемякин В. С. 136, 137

Коломейцева Н. В. 200, 201

Коломийченко В. П. 234, 238

Колтунов А. С. 90, 206

Комисаренко А. И. 116

Копцев П. А. 141, 179, 207, 209

Корнеев М. Р. 53

Корогодин И. В. 175

Корчагин Ю. Э. 32

Корченков В. М. 56, 239

Котов Д. А. 218

Кравцов А. О. 59

Кравченко И. В. 20, 177, 178

Краевский Д. Е. 103

Краснов Л. М. 53

Краснов Л. М. 66

Кривобок Л. С. 114, 115, 138, 139, 140, 147

Круогла А. А. 108

Куватов А. В. 183

Кудрявченко И. В. 55, 69, 103, 173, 212, 229

Кузьменко В. А. 97, 100, 163

Кузьмин А. А. 20, 178

Кузьмин В. А. 28

Кулаков М. В. 86

Кулаковская Е. В. 186

Куликов Р. С. 45

Кулыгин С. В. 83

Куринный Ф. А. 92

Кушнарев И. А. 208, 229

Л

Ланин В. Л. 150, 151, 153, 170

Лаппо А. И. 170

Лащенко И. В. 215, 222

Лебедева Ю. М. 154

Лебёдкина А. В. 245

Лихобабин Е. А. 89

Ломоносов С. Е. 33, 34, 35, 36

Лукманова О. Р. 216

Лукьянченко Н. К. 234, 238

Лукьянчиков А. В. 48, 49, 50, 95, 228

Лызлов А. В. 48, 49, 50, 117, 197, 210

Лысенко А. В. 43

М

Маврин А. С. 26

Маврин С. А. 26

Макаров В. К. 29, 31, 34

Маленко В. А. 40, 62, 65, 102

Малов М. Д. 246

Мальцев Р. В. 160

Маргарян М. С. 168

Маренков Н. М. 80

Маслова М. А. 224

Мединский А. А. 163

Мельников А. В. 182, 183

Мельникова Т. В. 79

Миронов А. Ф. 66

Михайлова О. К. 175

Михайлюк Ю. П. 41, 43

Миць Р. С. 52, 162

Мишина К. Ю. 33, 34, 35, 36

Мозолевская Т. В. 236

Моисеев Д. В. 74, 75, 76, 77

Москалёва Е. П. 224

Муратчаев С. С. 84, 85

Мурзин Д. Г. 39, 44, 113

Н

Начаров Д. В. 160, 186

Неведров М. Г. 123

Невмержицкий М. В.	97, 158, 163
Нелин И. В.	154
Никифоров С. М.	142
Никулин А. В.	66

О

Овчаров П. П.	54, 146, 147
Онищенко И. Д.	134, 135
Орлов И. И.	102

П

Павловская А. А.	134, 135
Палаев И. С.	236
Палаев С. В.	236
Паламарчук Д. В.	173
Палесика Я. Ю.	212
Паслён В. В.	92, 134, 135, 223
Петренко А. А.	96, 97, 158, 161, 163
Петухов Н. И.	45
Пилипенко И. Я.	171
Плоткин А. Д.	98
Подгорный А. С.	55
Покровский В. А.	190
Поляков А. А.	74, 75, 76, 77
Поляков А. Л.	56, 58, 157, 227, 239, 240
Поляков Д. А.	157
Поморев А. С.	189, 191, 192
Преображенский А. П.	79, 80, 81, 82, 152, 214
Присяжнюк С. Н.	60, 232
Пырьев М. С.	220

Р

Раупов Р. Р.	188
Редькина Е. А.	99, 100, 101, 102
Романова И. А.	200, 201
Ромашов А. А.	113
Рыжов Г. Б.	213

С

Савинов В. В.	87, 88, 131, 132
Савочкин А. А.	104, 120, 141, 179, 207, 209
Сагова С. Д.	226
Садилов П. О.	44
Сапожникова А. В.	226
Саяпин К. А.	121
Свидлов А. Е.	39
Севрюкова Е. А.	85
Седов П. Д.	100
Сердюк И. В.	128
Сердюк М. Б.	245
Сизых Д. А.	51, 96, 158, 161

Симонов И. А.	87, 88, 131, 132
Синадский А. Н.	220, 221
Синадский Н. И.	219
Склярчук В. Л.	93
Скорик И. В.	108, 144, 172, 190, 195, 196
Слѣзкин В. Г.	123
Смаилов С. Ф.	111, 227, 239
Смекодуб В. А.	48, 70, 164
Снегур Д. А.	142
Соколенко В. Е.	94
Соколова М. И.	24, 30, 126, 127, 172, 206
Сорокин Н. А.	38
Сорочинский Г. Г.	133
Стрый В. В.	246
Судариков А. В.	109
Сыпалова А. С.	114, 115, 138, 139, 140, 146
Сычев К. В.	78

Т

Табакаев Д. И.	208, 229
Тарасенко Е. С.	244
Тимохин Д. А.	244
Титов К. Д.	32
Ткаченко В. С.	96, 97, 163
Ткаченко М. О.	49, 50, 117, 122, 129, 130, 197, 210
Травкина М. Д.	102
Трушков М. А.	67
Турсин С. А.	59
Турулин И. В.	113
Тыщук Ю. Н.	133, 136, 137, 138, 139, 140

У

Угрюмова А. А.	81
---------------------	----

Ф

Файден Д. А.	110, 117, 210
Фам В. Т.	151
Федоров А. С.	228
Фирсов А. В.	214
Фирсов М. А.	246
Фролова М. А.	51, 158, 161
Фунтиков М. Н.	225

Х

Харитонов С. А.	193
Харченко О. С.	37
Хацкевич А. Д.	153
Хижинский А. И.	182
Холманов В. В.	53
Хорев А. А.	216
Хорошайло А. С.	41

Хохуда А. Н. 102

Ч

Чернега В. С. 204

Чехов И. А. 86

Чугунов А. А. 45

Чупик С. А. 57

Ш

Шевгунов Т. Я. 169

Шевченко К. Д. 106, 107

Шевченко Н. В. 33, 106, 107, 109

Шереметьев К. С. 171

Шерстюков Д. Н. 121

Широков И. Б. 24, 126, 127, 128, 155, 190

Широкова Е. И. 24, 30, 126, 127, 128, 155, 187

Щ

Щекатурин А. А. 70, 110, 116, 118, 145, 164

Щербакова И. Ю. 200, 201

Я

Яковлева Т. В. 101

Якубов К. С. 173

Янковский С. И. 51, 96, 158, 161



**СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

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

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

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

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Общую системную модель разрабатываемого автомобильного ЛЧМ-радар W-диапазона частот можно разделить на две части:

- модель аналоговой части радара, которая включает синтезатор ЛЧМ-сигнала, передатчик, передающую антенну, среду распространения радиоволн, цель, приемную антенну, приемник и аналогово-цифровой преобразователь;

- модель алгоритма цифровой обработки сигналов, которая включается в себя взвешивание окном, БПФ по дальности, БПФ по скорости и алгоритм обнаружения цели в условиях шума и помех.

Системная модель аналоговой части ЛЧМ-радар разработана для оценки следующих параметров:

- необходимой мощности сигнала на выходе передатчика для обнаружения цели с минимальной ЭПР на максимальной дальности с заданными вероятностями ложной тревоги и правильного обнаружения;
- нелинейных и шумовых параметров усилителя мощности и буферного усилителя;
- шумовых и нелинейных параметров МШУ и смесителей для I и Q каналов;
- частоты среза и порядка ФНЧ и ФВЧ перед АЦП;
- учета влияния формы диаграммы направленности и коэффициента усиления приемной и передающей антенн на характеристики обнаружения разрабатываемого радара.

Модель разработана с использованием программы Simulink, которая входит в пакет Matlab. Модель представлена на рис. 2 и состоит из трех основных частей:

- радиочастотный (РЧ) приемо-передатчик радара (Single-Chip Radar RF Front-end);
- приемная и передающая антенна (Antennas);
- канал и цель (Channel and Target).

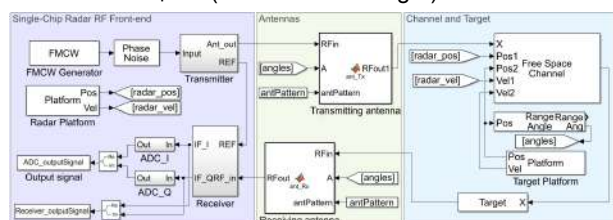


Рис. 2

При моделировании использовалось три цели на расстоянии 1, 5 и 10 метров от радара с относительными скоростями 0, -5 и 5 м/с и эквивалентной площадью рассеяния (ЭПР) 0,01, 0,1 и 1 м², соответственно. Результат первого преобразования Фурье в логарифмическом масштабе для первого импульса из пакета данных представлен на рис. 3.

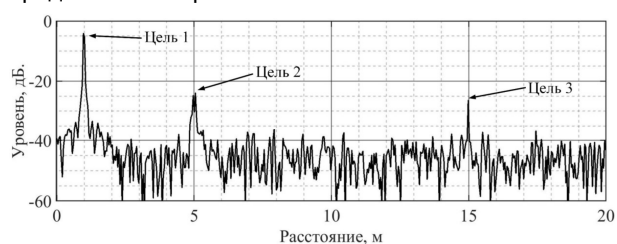


Рис. 3

После БПФ по дальности для всех ЛЧМ-импульсов в пакете, согласно разработанному алгоритму цифровой обработки сигналов, проводится БПФ по скорости. Результат этого этапа алгоритма представлены в виде двумерной матрицы, модуль в логарифмическом масштабе которой представлен на рис. 4.

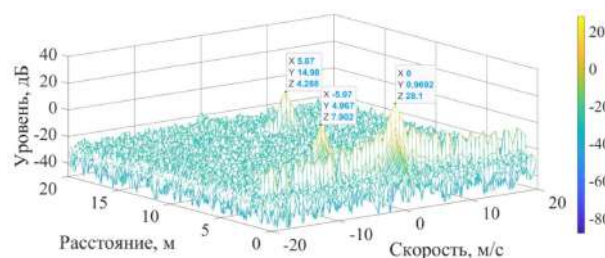


Рис. 4

Проведенное исследование разработанной двухуровневой системной модели автомобильного ЛЧМ-радар позволило определить и обосновать основные параметры разрабатываемого радара, а также параметры основных функциональных блоков, входящих в его состав.

3. МШУ и УМ

Электрическая схема трехкаскадного МШУ приведена на рис. 5 (а), а топология (0,65×0,56 мм) — на рис. 5 (б).

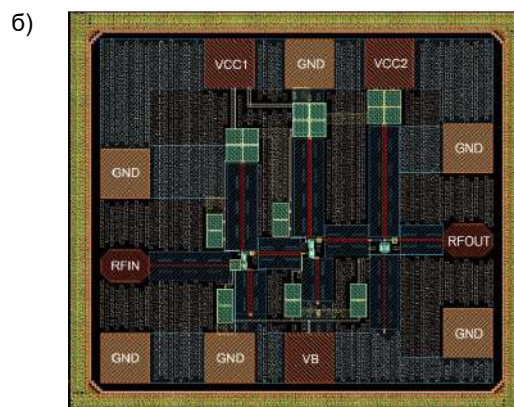
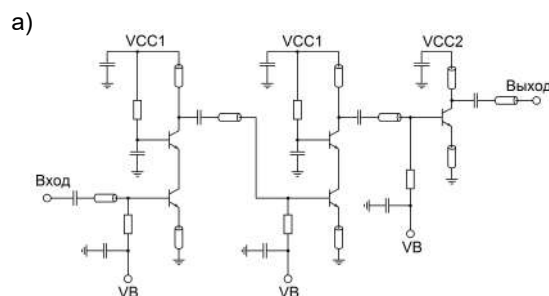


Рис. 5

Два первых каскада представляют собой каскодные усилители, обладающие высоким коэффициентом усиления, высокой развязкой между входом и выходом и расширенной по сравнению с каскадом с общим эмиттером (ОЭ) полосой усиливаемых частот за счет уменьшения эффекта Миллера. Транзистор в выходном каскаде включен по схеме с ОЭ, что позволяет одновременно добиться приемлемого согласования по выходу и расширить

динамический диапазон усилителя. Для расширения рабочей полосы частот каждый из трёх каскадов настроен на свою частоту.

Поскольку первый каскад оказывает наибольшее влияние на общий коэффициент шума ($K_{\text{ш}}$) усилителя, размеры (и, как следствие, плотность тока смещения) транзисторов выбраны таким образом, чтобы минимизировать $K_{\text{ш}}$ входного каскадного усилителя.

Микрополосковые линии (МПЛ) выполняют роль цепей согласования и межкаскадных соединений, исходя из чего выбраны их размеры. МПЛ в эмиттерных цепях транзисторов, включенных по схеме с ОЭ, образуют с их входными емкостями последовательные резонансные цепи, позволяющие согласовать входные импедансы транзисторов с импедансами источников сигнала. Параметры МПЛ верифицированы в программе Sonnet.

Блокирующие конденсаторы номиналом по 4 пФ в цепях питания установлены в топологии непосредственно возле точек питания для компенсации индуктивности подводящих проводников.

При стандартной температуре 25°C коэффициент усиления достигает значения 22 дБ на частоте 86 ГГц. Полоса пропускания (ПП) по уровню -3 дБ равна 22 ГГц — от 75 ГГц до 97 ГГц (относительная полоса пропускания 25,6 %). Возвратные потери по входу на частоте 79 ГГц — 12 дБ, а по выходу — 18 дБ. При крайних температурах параметры отклоняются на 15—20%.

На рис. 6 изображены частотные зависимости коэффициента шума при температурах -60°C, 25°C и 85°C. В полосе пропускания (75—97 ГГц) при стандартной температуре $K_{\text{ш}}$ изменяется в пределах 4,87—5,7 дБ с минимумом на частоте 81 ГГц. С ростом температуры до 85°C $K_{\text{ш}}$ достигает максимального значения 7,2 дБ на верхней границе ПП. Минимальное значение при -60°C — 3,2 дБ.

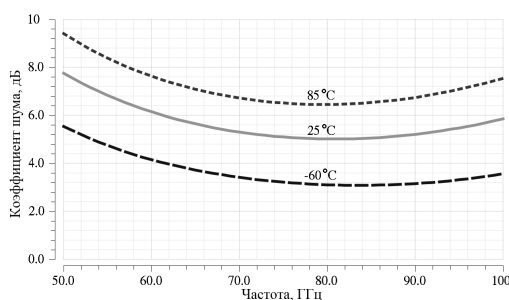
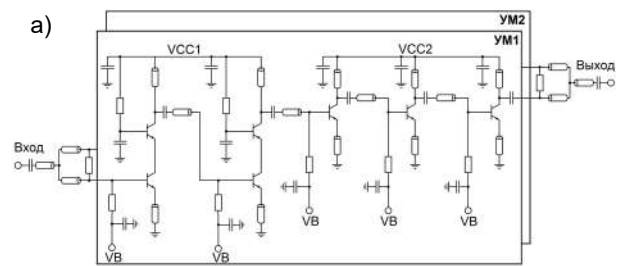


Рис. 6

Электрическая схема двойного пятикаскадного УМ с синфазными делителем и сумматором на основе мостов Уилкинсона [2] изображена на рис. 7 (а), а топология (1,2×1,15 мм) — на рис. 7 (б).

Частотные зависимости основных параметров УМ приведены на рисунке 8. В полосе пропускания (ПП) по уровню -3 дБ 68—88 ГГц коэффициент усиления достигает значения 22 дБ, возвратные потери по входу — более 5 дБ, по выходу — более 7 дБ. Точка одностенной компрессии по выходу (OP_{1dB})

изменяется в пределах 11,2—14,2 дБм с максимумом на частоте 72 ГГц. При стандартной температуре 25°C потребляемая мощность 288 мВт, при этом КПД по добавленной мощности достигает значения 11,5%.



б)

Рис. 7

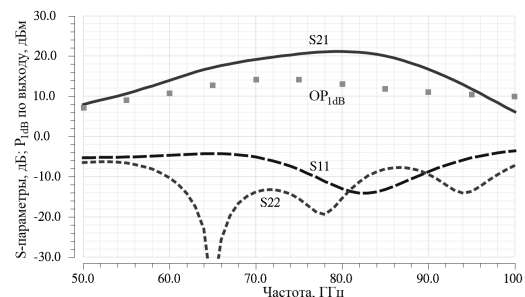


Рис. 8

4. Синтезатор частот

Для построения СЧ выбрана архитектура на основе фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) с генератором, управляемым напряжением (ГУН), работающим на основной частоте. Такая схема обеспечивает широкий диапазон перестройки частоты, низкий уровень фазового шума и высокую выходную мощность. Для достижения низкого разрешения по частоте СЧ строится на основе ФАПЧ с дробным коэффициентом деления (рис.9). Пример построения данного типа СЧ представлен в статье [3].

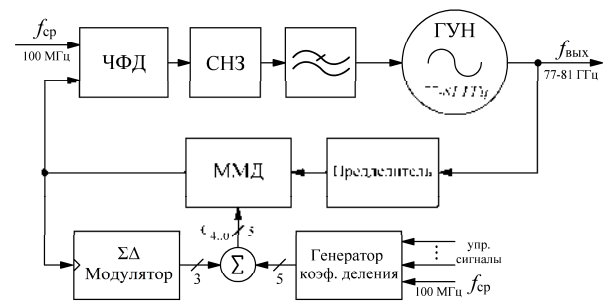


Рис. 9

Электрическая схема и топология ($0,3 \times 0,4 \text{ мм}^2$) разработанного ГУН на основе схемы Колпитца представлены на рис. 10.

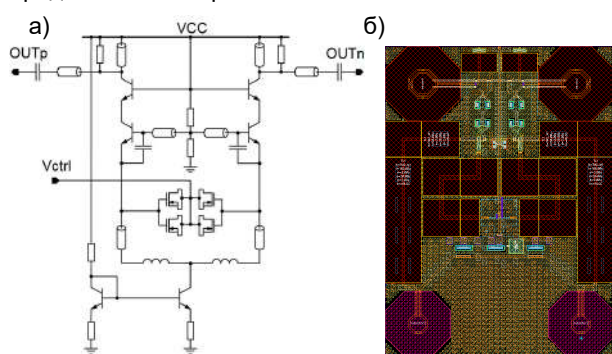


Рис. 10

На рис.11 представлена зависимость частоты генерирования на выходе ГУН от управляющего напряжения при температурах -60°C , 27°C и 85°C .

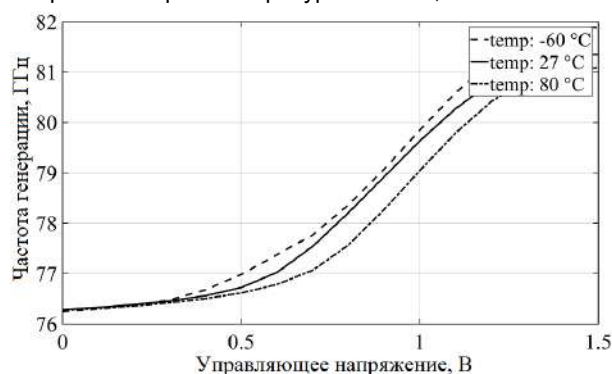


Рис. 11

На рис. 12 представлена зависимость уровня фазового шума при отстройке от несущей на 1 МГц от частоты генерации. В диапазоне рабочих частот уровень фазового шума не превышает $-87,5 \text{ дБн/Гц}$ при отстройке на 1 МГц.

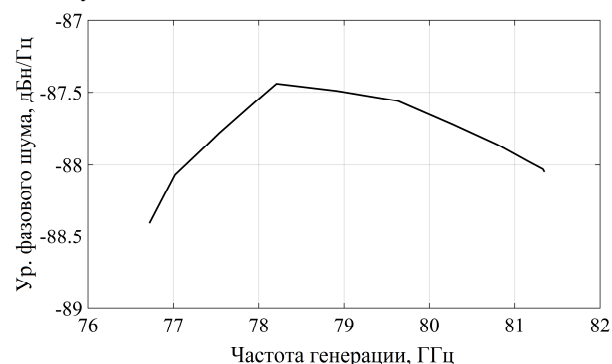


Рис. 12

Делитель частоты в петле обратной связи ФАПЧ состоит из предделителя и многомодульного делителя частоты (ММД). Предделитель состоит из четырёх каскадов с общим коэффициентом деления 16.

Мультимодульный делитель частоты состоит из цепочки двухмодульных делителей на 2/3 с общим коэффициентом деления в диапазоне от 32 до 63 при максимальной частоте входного сигнала 10 ГГц.

Структурная схема и топология ($0,2 \times 0,4 \text{ мм}^2$) многомодульного делителя частоты представлена на рис. 13 (а) и (б), соответственно.

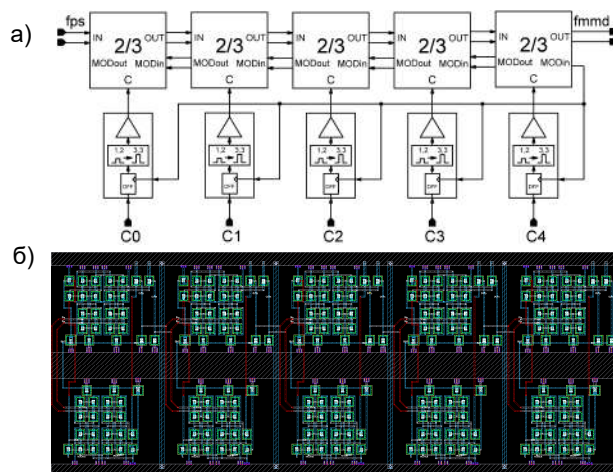


Рис. 13

Генератор коэффициента деления используется для формирования целочисленной последовательности коэффициентов деления частоты петли ФАПЧ в зависимости от основных параметров ЛЧМ-сигнала: начальной частоты, длительности одного отсчета, приращения по частоте за один отсчет и количества отсчетов.

Для формирования дробной части коэффициента деления в разработанном синтезаторе применён 11-разрядный сигма-дельта модулятор 3-го порядка с последовательным шумоподавлением.

Разработанная схема синтезатора позволила достичь разрешения по частоте $781,3 \text{ кГц}$.

5. Заключение

С помощью системной высокоуровневой модели оценены и обоснованы параметры основных функциональных блоков автомобильного ЛЧМ-радар, а также определены параметры и характеристики алгоритма цифровой обработки сигналов.

Из результатов моделирования интегральных СЧ, МШУ и УМ следует, что полученные параметры полностью удовлетворяют требованиям.

6. Список литературы

- [1] Simulink: Simulation and Model-Based Design [Электронный ресурс] / Mathworks. — Режим доступа: <https://www.mathworks.com/products/simulink.html> (дата обращения: 28.08.2020).
- [2] Коколов, А. А. Схемы сложения мощности для монолитных интегральных СВЧ-усилителей / А. А. Коколов, Л. И. Бабак // Доклады ТУСУРа. — 2011. — № 2 (24). — С. 24—30.
- [3] Milosavljević, I. M. A highly linear and fully-integrated FMCW synthesizer for 60 GHz radar applications with 7 GHz bandwidth / I. M. Milosavljević [et al.] // Analog Integr. Circuits Signal Process. Department of Electronics, School of Electrical Engineering, 2017. Vol. 90, № 3. P. 591—604.

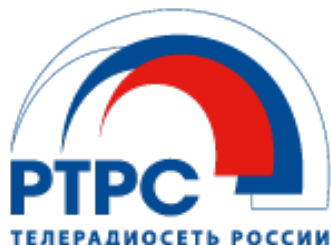
AN INTEGRATED 77—81 GHz AUTOMOTIVE FMCW-RADAR DESIGN

Kozhemyakin A. S., Kravchenko I. V.,
Budnyaev V. A., Kuzmin A. A., Vertegel V. V.
Sevastopol State University,
SevSU Engineering Center Ltd, Russia

Abstract — In the report, an automotive W-band FMCW-radar system model, built using Matlab Simulink with RF Toolbox, is presented. The designs of integrated frequency synthesizer, low noise amplifier and power amplifier based on PDK of 130 nm SiGe BiCMOS technology, are also presented.

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

МЕТОДИКА ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ МИНИМАЛЬНОЙ СОВОКУПНОСТИ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Маврин А. С., Маврин С. А.

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

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

E-mail: mavriny@mail.ru

Аннотация — В статье предложена методика по определению минимальной совокупности параметров для контроля технического состояния сложных технических систем.

1. Введение

Сложные технические системы (СТС) требуют обеспечения высокого уровня функционирования и надежности. Это требование становится особенно актуальным в случае, когда от работы системы зависит выполнение поставленной задачи, сопряженной с безопасностью, как людей, так и техники (например, радиолокационные комплексы национального космического агентства, системы управления обеспечения безопасности атомных электростанций (АЭС) и т.д.).

Повышение качества функционирования и определение действительного технического состояния СТС является важной проблемой, от правильного решения которой зависит эффект их использования. В обеспечении требуемого уровня качества функционирования и надежности СТС особая роль принадлежит методам определения минимальной совокупности параметров для контроля технического состояния (КТС) сложных технических систем [1].

2. Основная часть

Диагностирование технической системы (ТС) как процесс определения ее технического состояния включает решение трех задач:

- изучение системы как технического объекта диагностирования;
- построение алгоритмов диагностирования (КТС);
- разработка средств диагностирования.

В данной работе рассмотрена методика по определению минимальной совокупности параметров для КТС сложных технических систем.

Алгоритмы диагностирования (АД) представляют собой последовательности действий по оценке выбранных диагностических показателей (совокупности элементарных проверок), их реализации и правила анализа результатов проведения элементарных проверок.

В процессе эксплуатации, как сложная техническая система, так и ее системы технического диагностирования (ТД), со временем подвергаются старению, что в свою очередь ухудшает их надёжностные характеристики, набирается статистика по отказам СТС и проверкам, которые выявляют отказавшие элементы. Поэтому, необходимо создавать такие системы ТД, которые бы в зависимости от изменения характеристик безотказности и накопленной статистики, адаптировались бы к новым условиям эксплуатации [2]. Для сложной технической системы, адаптивный алгоритм его технического диагностирования необходимо синтезировать в соответствии с предлагаемой методикой по определению минимальной

совокупности параметров для КТС СТС, представленной на рисунке 1 в виде алгоритма/

В данном алгоритме все переменные определяются по формулам из [3].

В блоке 2 алгоритма вводим все исходные данные для расчетов.

В блоке 3 вычисляется безусловная вероятность по формуле 1

$$P(y_i) = qP(y_i/1) + pP(y_i/0), \quad (1)$$

где p и q — априорные вероятности безотказной работы и отказа рассматриваемой сложной технической системы, при имеющейся статистической выборке y_i об отказах i -го элемента по результатам выполнения π_i -й проверки.

Для D , изменяющегося от D_3 до 1 рассчитываем частные взаимные информации по формулам (2):

$$I_{0\bar{y}} = \sum_{i=1}^M I_{0y_i}, \quad (2)$$

$$I_{1\bar{y}} = \sum_{i=1}^M I_{1y_i},$$

где величины I_{0y_i} и I_{1y_i} вычисляются по формулам:

$$I_{0y_i} = P(y_i/0)(1-F) \log_2 \frac{P(y_i/0)(1-F)}{P(y_i,0)} + P(y_i/0)F \log_2 \frac{P(y_i/1)F}{P(y_i,1)},$$

$$I_{1y_i} = P(y_i/1)(1-D) \log_2 \frac{P(y_i/1)(1-D)}{P(y_i,1)} + P(y_i/1)D \log_2 \frac{P(y_i/1)D}{P(y_i,1)},$$

$$P(y_i,1) = qP(y_i,1)D + pP(y_i/0)F,$$

$$P(y_i,0) = qP(y_i,1)(1-D) + pP(y_i/0)(1-F).$$

Причем они рассчитываются для всех возможных последовательностей проверок.

По результатам проверки выполнения условия (3) (блок 9 на рис. 1)

$$I_{0\bar{y}} \geq I_0(D), \quad I_{1\bar{y}} \geq I_1(D). \quad (3)$$

Выбираем оптимальную совокупность параметров для контроля технического состояния СТС, с учетом минимального среднего времени поиска неисправности.

Для определения оптимальной совокупности параметров по формулам (4) определяются требуемые количества средних частных взаимных информации о состоянии СТС:

$$I_0(D) = (1-F) \log_2 \frac{1-F}{q(1-D) + p(1-F)} + F \log_2 \frac{F}{qD + pF},$$

$$I_1(D) = (1-D) \log_2 \frac{1-D}{q(1-D) + p(1-F)} + D \log_2 \frac{D}{qD + pF}. \quad (4)$$

Выбранная последовательность будет удовлетворять всем заданным требованиям.

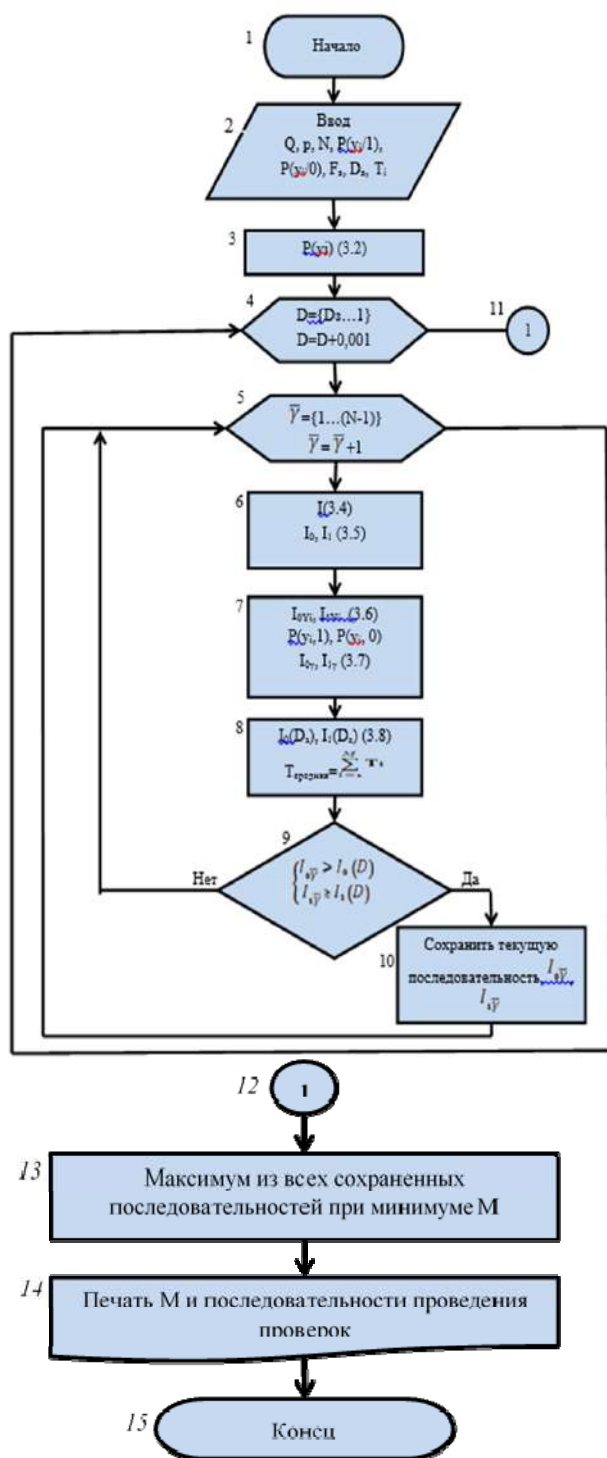


Рис. 1

3. Заключение

Изложенная методика по определению минимальной совокупности параметров для КТС позволяет для различных этапов жизненного цикла КТС минимизировать число проводимых проверок элементов и построить оптимальный алгоритм диагностирования с учетом ухудшения уровня безотказности системы в целом. Для выбора лучшего из синтезированных алгоритмов учитываются не только количественные оценки, но и качественный состав информации о результатах выполненных проверок. В синтезируемых алгоритмах диагностирования качество обнаружения места отказа задаются условными ве-

роятностями правильного обнаружения места отказа D и ложного отказа F .

В отличие от известных предлагаемый подход позволяет синтезировать оптимальные алгоритмы диагностирования КТС с учетом ошибок типа ложного отказа и правильного обнаружения отказа.

4. Список литературы

- [1] Острейковский, В. А. Теория надежности / В. А. Острейковский. — М. : Высшая школа, 2003. — 463 с.
- [2] Глушенко, П. В. Техническая диагностика : Моделирование в диагностировании и прогнозировании состояния технических объектов / П. В. Глушенко. — М. : Вузовская книга, 2004. — 248 с.
- [3] Маврин, С. А. Информационный подход к синтезу оптимальных алгоритмов диагностирования сложной технической системы / В. А. Колпаков, О. В. Иванченко, С. А. Маврин, Н. В. Докукина // Сб. науч. тр. — Вып. 3 (6). — Севастополь : СВМИ. — 2004. — С. 30 — 37.

METHOD OF OBTAINING THE MINIMAL SET OF PARAMETERS TO CONTROL OF TECHNICAL CONDITION OF COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS

Mavrin A. S., Mavrin S. A.

Scientific adviser: Mavrin S. A.

Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov, Sevastopol, Russia

Abstract — A method of obtaining the minimal set of parameters to monitor the technical state of complex technical systems is proposed in the paper.

ОЦЕНКА ОШИБОК ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ ПРОТЯЖЁННОГО НАДВОДНОГО ОБЪЕКТА НА ВЫХОДЕ РЛС ОБЗОРНОГО ТИПА

Андросова Ю. В., Кузьмин В. А.

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

E-mail: kuz_va56@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена оценка ошибок определения дальности протяжённого надводного объекта (ПНО) по результатам экспериментальных исследований с использованием РЛС обзорного типа с цифровой обработкой сигналов по результатам обработки первичной радиолокационной информации.

1. Введение

При обработке первичной радиолокационной информации (РЛИ) сигналов, отражённых от протяжённых надводных объектов (ПНО) в РЛС обзорного типа необходимо за время каждого обзора (T_0) определять дальность ($D_{ц}$) на заданном интервале наблюдения ($t = T_0 \cdot L$, где L — количество обзоров). В следствии флуктуаций параметров сигналов, отражённых от ПНО [1,2], определение $D_{ц}$ при каждом обзоре РЛС будет сопровождаться ошибками на заданном интервале наблюдения.

2. Основная часть

Сигнал отражённый от ПНО за время наблюдения (t) на выходе РЛС обзорного типа с цифровой обработкой сигнала можно представить

$$U(t) = \int \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^K U_{ij} dt, \quad (1)$$

где $i=1 \dots N$ — число дискретных отсчётов по азимуту, $j=1 \dots K$ — число дискретных отсчётов по дальности, U_{ij} — амплитуда сигнала, отражённого от i -го импульса ПНО и j -го дискретного отсчёта по дальности.

Определение дальности цели при каждом обзоре РЛС (Тобз-время одного обзора) производилось по определению местоположения максимального значению амплитуды (U_{m-ij}) в огибающей пачке принятого сигнала, отражённого от ПНО.

Для этого в каждой принятой пачке импульсов за время каждого обзора (1) определялись максимальные значения амплитуды сигнала для каждого дискрета дальности (U_{m-j}):

$$U_{m-j} = \max \sum_{i=1}^N U_{ij}, \quad i = 1 \dots N \quad (2)$$

По результатам вычислений (2) формировалась матрица столбец размером $1 \times K$

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_j \\ U_K \end{bmatrix} \quad (3)$$

Для измеренного значения U_j определялось местоположение (k_j) по дальности с точностью Δd .

Вычисление дальности до ПНО на интервале наблюдения за время каждого обзора ($i=1 \dots L$) вычислялось по формуле:

$$D_{ц-i} = k_j \cdot \Delta d \quad (4)$$

Ошибка определения дальности цели ($\Delta D_{ц}$) за время наблюдения $t = L \cdot T_{обз}$ ($L=50$), при траекторном перемещении ПНО определялось как разница между измеренными значениями ($D_{ц-i}$) и значениями истинного центра ПНО в радиальном направлении ($D_{ц-ср-i}$), определяемые опытным путём по результа-

там обработки первичной радиолокационной информации

$$\Delta D_{ц-i} = D_{ц-i} - D_{ц-ср-i}, \quad (5)$$

где i — номер обзора.

Вычисленные среднее значение ошибки и среднеквадратическое отклонение ошибки определения дальности ПНО составило соответственно: -8,85 метра и 6,42 метра.

Ошибки определения дальности как функции от радиального размера ПНО (r в метрах) представлены на рис.1.

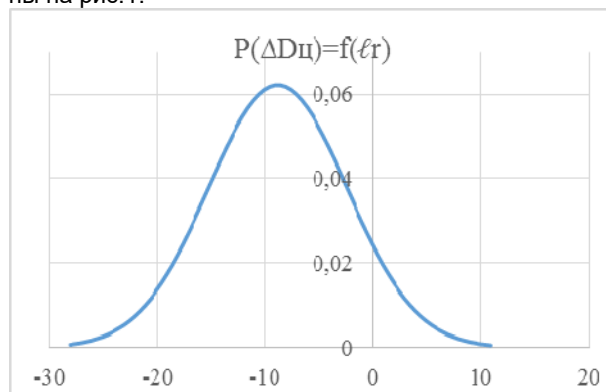


Рис. 1

3. Заключение

Полученные результаты ошибок определения дальности цели при траекторном перемещении на интервале наблюдения $t = L \cdot T_{обз}$, $L=50$ распределены по нормальному закону на 90% радиального размера ПНО.

4. Список литературы

- [1] Морская радиолокация / под ред. В. И. Винокурова. — Л.: Судостроение, 1986. — 256 с.
- [2] Сколник, М. Справочник по радиолокации / Сколник М.; пер. с англ. — М.: Сов. радио, 1976. Т. 1. — 456 с.

THE ESTIMATION OF RANGE ERRORS OF EXTENDED SURFACE OBJECT ON THE OUTPUT OF NAVIGATION RADAR

Androsova I. V., Kuzmin V. A.

Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov, Sevastopol, Russia

Abstract — The estimation of errors in determining the range of an extended surface object, which is based on experimental research of results of primary radar information using survey type radar with digital signal processing, is proposed.

РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВА ИДЕНТИФИКАЦИИ ВАКУУМНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Байрамуков А. А., Макаров В. К.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Макаров В. К.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: alim.bayr@gmail.com

Аннотация — Разработаны принципы построения и функционирования специальной смарт-карты (устройства идентификации). Определены основные функциональные блоки устройства идентификации, необходимые для возможности её использования в системе идентификации вакуумных выключателей.

1. Введение

Стандартные смарт-карты не пригодны для использования в системе идентификации вакуумных выключателей (ВВ). Поэтому требуется разработать специальную смарт-карту, которая могла бы быть использована в системе реклоузера для идентификации вакуумного выключателя. Для различения специальной карты от стандартных смарт-карт, назовём её устройством идентификации (УИ). Принципы построения и функционирования УИ должны быть разработаны исходя из особенностей устройства и функционирования системы идентификации (СИ) ВВ.

2. Основная часть

Система идентификации ВВ в реклоузере совмещена с системой управления электромагнитным приводом (ЭМП) ВВ. Передача идентификационной информации с УИ в блок управления реклоузера должна осуществляться по двум проводам. По этим проводам раз в 10 секунд поступают сигналы управления ЭМП ВВ: пакеты импульсов частотой 1 кГц, длительностью 167 мкс и амплитудой ± 385 В.

Коммутационный модуль, где располагается УИ, не имеет независимого источника питания, поэтому питание УИ должно осуществляться считывателем из шкафа управления реклоузера. Считыватель должен иметь источник питания, а УИ — схему питания, в которой будет запасаться энергия для работы УИ. Питание должно осуществляться от сигнала данных, поскольку нет возможности использовать дополнительные провода для реализации питания.

Для защиты от высоких напряжений, используемых для управления ЭМП ВВ, для считывателя и УИ необходимо разработать схему защиты. Предлагается использовать для ограничения напряжения на входе УИ разделительные конденсаторы и схему параллельного параметрического стабилизатора на супрессоре [1]. Такая схема защиты не пропускает постоянную составляющую напряжения, поэтому сигнал источника питания УИ должен быть переменным.

Для передачи данных по линии связи следует модулировать переменный сигнал источника питания. Наиболее простым видом цифровой модуляции является амплитудная манипуляция, которую предлагается использовать для передачи информации в СИ ВВ.

Для увеличения доли высокого состояния в сигнале данных на линии данных/питания, решения проблемы рассинхронизации, а также автоматического детектирования и исправления ошибок следует использовать линейное кодирование.

Для расширения функционала СИ ВВ предлагается реализовать двунаправленную передачу данных с использованием временного разделения каналов. Это позволит реализовать полудуплексную связь, при этом не приведет к увеличению числа функциональных блоков системы [2].

Исходя из принципов, изложенных выше, составлена структурная схема УИ, изображенная на рис. 1.



Рис. 1

Сигнал по линии связи поступает на вход УИ. Если на вход УИ поступают сигналы управления ЭМП ВВ, то они подавляются схемой защиты. В промежутках между сигналами управления по линии связи распространяется сигнал данных/питания. В сплиттере часть энергии сигнала данных поступает на схему питания, в которой запасается электрическая энергия для возможности временной автономной работы УИ. В зависимости от направления передачи данных, на мультиплексор поступает сигнал данных, и далее — соответственно на демодулятор или модулятор. Демодулированный сигнал декодируется и передается устройству управления. Устройство управления сохраняет полученные данные в памяти устройства и выполняет полученные команды. Если данные передаются от УИ, устройство управления считывает данные из памяти и передает их на кодер. По закону кодированного сообщения выполняется модуляция несущего сигнала.

3. Заключение

Разработанная специальная смарт-карта может быть подключена к источнику высокого напряжения, получать питание от сигнала данных и требует для передачи данных всего два провода, поэтому может быть использована в системе реклоузера для идентификации вакуумного выключателя.

4. Список литературы

- [1] Титце, У. Полупроводниковая схемотехника. 122-е изд. Т. 1 / У. Титце, К. Шенк — М.: ДМК Пресс, 2008. — 832 с.
- [2] Осокин, А. Н. Теория информации: учеб. пособие для прикладного бакалавриата / А. Н. Осокин, А. Н. Мальчиков. — М.: Изд-во Юрайт, 2018. — 205 с.

Formulation OF PRINCIPLES OF DESIGNING AND FUNCTIONING OF THE IDENTIFICATION DEVICE FOR VACUUM CIRCUIT BREAKERS

Makarov V. K., Bayramukov A. A.

Scientific adviser: Makarov V. K.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The main functional blocks of a special smart card (an identification device), which are necessary for the possibility of its use in the identification system of vacuum switches, have been determined. The principles of construction and functioning of the identification device have been developed.

УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ЗАПИСЫВАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ЛЕТУЧИХ МЫШЕЙ

Соколова М. И., Евдокимов П. А., Широкова Е. И.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: SokolovaM.I.2015@yandex.ru

Аннотация — Описано экономическое влияние летучих мышей на сельское хозяйство. Для поиска особей на определенной территории и определения конкретного их вида предлагается использовать ультразвук. Рассмотрена подходящая для этого системы, требования к ней, функциональная схема.

1. Введение

В России обитает более 40 видов летучих мышей. С летучими мышами связано множество негативных представлений и предрассудков, однако на самом деле эти существа неопасны для человека. Более того, они приносят огромную пользу сельскому хозяйству. Дело в том, что большинство видов летучих мышей питается насекомыми, часто — вредными для сельского хозяйства насекомыми. Например, в России это могут быть Совка-ипсилон (лат. *Agrotis ipsilon*), поражающая овощные, бахчевые, технические культуры, или Совка ленточная большая (лат. *Noctua pronuba*), питающаяся кустарниками и травянистыми, в том числе виноградом. В уничтожении насекомых летучие мыши могут показывать эффективность, сравнимую с применением пестицидов: за одно лето колония из сотни особей поедает около 350—700 тысяч насекомых. Так, в США экономическая выгода от поедания вредителей летучими мышами оценивается в 22,9 миллиарда долларов ежегодно.

Ученые изучают способы привлечения колоний мышей на сельскохозяйственные угодья. При любых взаимодействиях с этими животными одна из первых задач — оценить их присутствие в интересующем районе. Визуально это сделать трудно, так как летучие мыши ведут ночной образ жизни и выбирают себе укрытия такие, как трещины деревьев, скал, пещеры и т.д. Поэтому наиболее перспективный метод — анализ ультразвуковых сигналов. Летучие мыши издают ультразвуковые сигналы для разных целей: эхолокации, привлечения особей другого пола или коммуникации внутри стаи. По характеру криков можно получить информацию, в том числе, и о принадлежности животного к тому или иному виду (важно учитывать, что у разных видов, соответственно, различный рацион). Далее рассмотрим некоторые требования к устройству для детектирования летучих мышей.

2. Основная часть

1) Частотный диапазон. Летучие мыши могут производить звуки от 9 до 200 кГц. Следовательно, прибор должен регистрировать колебания этого диапазона. На российском рынке ультразвуковые микрофоны, например, серии МУП, редко охватывают частоты выше 40—60 кГц. В связи с этим было бы целесообразным подобрать преобразователь для требуемых частот отдельно — выбрать пьезокерамический элемент, а затем дополнить функциональность до микрофона.

2) Обработка сигналов. Для обработки данных в первую очередь необходимо записать полученные звуки. Предполагается перевод в цифровой формат. В самом приборе можно предусмотреть воспроизведение записи (после перевода в низкие, слышимые

для человека частоты) и анализ спектра — с выводом данных на экран. Для более подробного изучения или создания архива записей следует предусмотреть импорт данных на другие устройства. Функциональная схема приведена ниже (рис. 1):

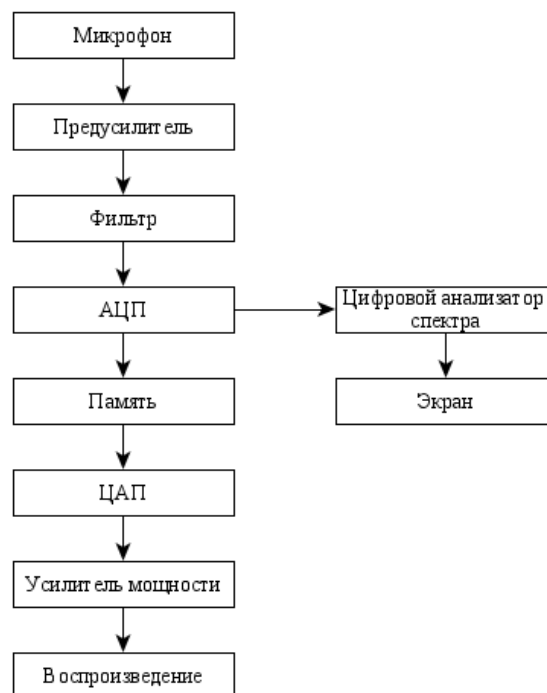


Рис. 1

3. Заключение

Обсуждены особенности создания прибора для регистрации ультразвуковых сигналов, издаваемых летучими мышами. Подобный инструмент сможет применяться как основа при любой работе с этими животными — для научных исследований, экологических мероприятий или в интересах сельского хозяйства.

4. Список литературы

- [1] Рукокрылые России и сопредельных стран. Электронный справочник [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://zmmu.msu.ru/bats/rusbats/rusbats.html>.
- [2] Kerwin, K. Ecological and Economic Importance of Bats in Integrated Pest Management [Электронный ресурс] / K. Kerwin, B. Maslo. — Режим доступа: <https://njaes.rutgers.edu/fs1270>.

ULTRASONIC RECORDING DEVICE FOR DETECTING BATS

Sokolova M. I., Evdokimov P. A., Shirokova E. I.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The economic impact on agriculture by bats is described. For searching of individuals in a certain territory and determining their species, it is suggested to use ultrasound. A system suitable for this purpose, its requirements, and functional scheme are considered.

ВЫБОР МЕТОДА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ВАКУУМНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Байрамуков А. А., Макаров В. К.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Макаров В. К.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: alim.bayr@gmail.com

Аннотация — Проведен анализ методов автоматической идентификации вакуумных выключателей, обоснован выбор метода идентификации по смарт-карте.

1. Введение

Для корректной эксплуатации реклоузера необходимо занести параметры и тип вакуумного выключателя (ВВ) в системные настройки блока управления [1]. Ручной ввод этих параметров проблематичен и сопряжен с риском ошибки в процессе ввода. Методы автоматической идентификации данных позволяют исключить человеческий фактор и упростить эксплуатацию и обслуживание реклоузеров. Для выбора оптимального метода автоматической идентификации следует рассмотреть особенности системы реклоузера, в которой должна функционировать система идентификации вакуумного выключателя, и выделить критерии, по которым будет выбран метод идентификации.

2. Основная часть

Известны следующие методы автоматической идентификации объектов [2]: идентификация по штрих-коду, по магнитной карте, по смарт-карте и по RFID-метке (радиочастотная идентификация).

Реклоузер состоит из коммутационного модуля, частью которого является вакуумный выключатель, и шкафа управления, в котором находится блок управления ВВ, соединенных с помощью соединительного устройства — кабеля umbilical [1]. Два провода кабеля, используемые для управления электромагнитным приводом ВВ, используются для этой цели лишь периодически, и большую часть времени свободны. Таким образом, идентификатор (объект, на основании наличия которого осуществляется идентификация) вакуумного выключателя и блок управления могут быть соединены через эти два провода. Для идентификации оказывается возможным применение как контактных, так и бесконтактных методов, поэтому данный критерий не может быть решающим при выборе метода идентификации.

Вид идентификатора определяется методом идентификации. Так, идентификатором ВВ может являться этикетка с штрих-кодом, магнитная карта, смарт-карта или RFID-метка. В каждом случае требуется перенести информацию, хранимую в идентификаторе, в электронно-цифровой носитель (память блока управления). Штрих-код представляет собой графическое изображение, кодирующее информацию чередованием темных и светлых полос различной ширины, а в магнитной карте информация хранится в магнитном поле магнитной полосы карты. Эти методы идентификации требуют наличия в системе дополнительных функциональных блоков (сканер штрих-кодов, кардридер) для перевода информации, хранимой в графической форме или в рисунке магнитного поля, в электронно-цифровую информацию. Только после такого преобразования возможна передача информации в блок управления. Кроме того, каждый реклоузер должен иметь собственный сканер или кардридер. Таким образом, использование штрих-кодов и магнитных карт менее предпочтительно, чем использование смарт-карт и

RFID-меток, в которых информация хранится исходно в электронно-цифровом виде.

Общими критериями для выбора метода идентификации являются максимальный объем идентификационной информации, возможность перезаписи данных и стоимость. Меньше всего информации может храниться на магнитной карте — 161 байт, двумерные штрих-коды позволяют хранить до 3 Кбайт, смарт-карты и RFID-метки — до 512 Кбайт и выше. Принципиально отсутствует возможность перезаписи данных лишь у штрих-кода. Идентификационная информация ВВ неизменна и имеет размер 80 байт, поэтому по этому критерию возможно использование любого метода идентификации. Однако из-за необходимости наличия специальных считывающих устройств в системе идентификации при использовании штрих-кодов или магнитных карт, стоимость данных методов идентификации может сравниться со стоимостью методов идентификации по смарт-карте и RFID-метке.

Кроме того, для возможности радиочастотной идентификации, метка должна быть установлена на наружной стороне корпуса коммутационного модуля, выполненного из металла, а не на собственно ВВ. Передача данных посредством радиосигналов более подвержена помехам в сравнении с передачей данных по экранированным проводам соединительного устройства.

3. Заключение

Смарт-карты, как и RFID-метки, позволяют хранить до 512 Кбайт информации и обладают возможностью перезаписи, информация на них хранится изначально в электронно-цифровом виде. Но использование смарт-карт для идентификации вакуумных выключателей предпочтительней, поскольку данные от смарт-карты будут передаваться по экранированным проводам соединительного устройства, и сигнал данных от смарт-карты будет более помехоустойчив, чем сигнал данных от RFID-метки.

4. Список литературы

- [1] Реклоузер REC15 — Руководство по эксплуатации (Rec15_A1_L5) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://vk.cc/axsvd2>.
- [2] Горев, А. Э. Информационные технологии в профессиональной деятельности (автомобильный транспорт) / А. Э. Горев. — М. : Юрайт, 2018. — 271 с.

SELECTION OF THE AUTOMATIC METHOD FOR VACUUM CIRCUIT BREAKERS IDENTIFICATION

Bayramukov A. A., Makarov V. K.

Scientific adviser: Makarov V. K.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The existing methods of automatic identification of vacuum circuit breakers were analyzed; the choice of the identification method by smart card was justified.

ОБНАРУЖЕНИЕ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ НА ФОНЕ СИГНАЛОПОДОБНЫХ ПОМЕХ

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

Аннотация — Выполнен синтез и анализ алгоритма обнаружения сверхширокополосных квазирадиосигналов на фоне гауссовского белого шума и сигналоподобной помехи в условиях априорной неопределённости. Проведена оценка снижения эффективности функционирования обнаружителя при воздействии помех и получены зависимости характеристик обнаружения от различных параметров мешающих сигналов.

1. Введение

Повышение эффективности передачи и обработки информации при неуклонном возрастании требований к скрытности и помехозащищённости радиоприёмных базисов осуществляется на использовании сверхширокополосных (СШП) сигналов [1, 2]. Среди множества СШП сигналов выделяют отдельный класс — СШП квазирадиосигналы (КРС), структура которых подобна узкополосным радиосигналам, но условие относительной узкополосности для них не выполняется [2].

Современные информационные системы различного назначения работают в условиях сложной помеховой обстановки, когда наряду с шумовыми, импульсными, узкополосными и другими помехами могут действовать и так называемые сигналоподобные помехи, представляющие собой детерминированный сигнал того же или иного типа [2]. В докладе приводится синтез и анализ алгоритма обнаружения СШП КРС на фоне гауссовского белого шума и сигналоподобной помехи в условиях различной априорной неопределённости.

2. Основная часть

В работе рассмотрен квазиправдоподобный (КП) алгоритм обнаружения СШП КРС, наблюдаемого на фоне гауссовского белого шума и СШП КРС с отличными от полезного сигнала параметрами (сигналоподобная помеха), при этом параметры полезного сигнала известны. Предполагалось, что мешающий сигнал присутствует в эфире только при наличии в нем полезного сигнала.

Для синтеза обнаружителя СШП КРС с известными параметрами и не учитывающего возможного наличия помех (параметры мешающего сигнала неизвестны) использовался метод максимального правдоподобия (МП) [3]. Располагая принятой реализацией, представляющей аддитивную смесь полезного сигнала, шума и сигналоподобной помехи, обнаружитель формирует логарифм функционала отношения правдоподобия (ЛФОР), сравнивает его с порогом, который выбирается в соответствии с заданным критерием оптимальности, и выносит решение о наличии или отсутствии полезного сигнала [3].

Для исследования эффективности КП алгоритма обнаружения путём нахождения совместной плотности вероятности случайной величины ЛФОР были получены вероятности ошибок 1-го и 2-го рода — вероятности ложной тревоги и пропуска сигнала. Если положить амплитуду мешающего сигнала равной нулю, то рассматриваемая задача сводится к задаче обнаружения СШП КРС на фоне белого гауссовского шума, и вероятности ошибок и совпадают с аналогичными выражениями, найденными в [3].

На рис. 1 показаны зависимости вероятности пропуска сигнала от отношения помеха-сигнал при отсутствии помех и при воздействии сигналоподобной помехи. Штрихпунктирная кривая соответствует вероятности пропуска сигнала при отсутствии помех, сплошная — при воздействии на обнаружитель сигналоподобной помехи.

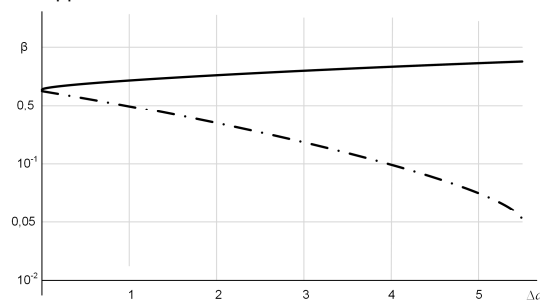


Рис. 1

3. Заключение

В работе установлено, что функционирование системы связи и передачи данных с СШП КРС может быть нарушено либо путём воздействия помех и невозможности приёма полезного сигнала, либо путём приёма помехи вместо полезного сигнала. При анализе влияния сигналоподобной помехи установлено, что она обладает большой степенью деструктивного воздействия. При этом изменение параметров помехи может приводить к снижению вероятности правильного приёма полезного сигнала на несколько порядков.

4. Список литературы

- [1] Иммореев, И. Я. Обнаружение сверхширокополосных сигналов, отраженных от сложных целей / И. Я. Иммореев, В. С. Черняк. — М. : Радиотехника, 2008. — № 4. — С. 3 — 10.
- [2] Радзиевский, В. Г. Обработка сверхширокополосных сигналов и помех / В. Г. Радзиевский, П. А. Трифонов. — М. : Радиотехника, 2009. — 288 с.
- [3] Тихонов, В. И. Оптимальный прием сигналов / В. И. Трифонов. — М. : Радио и связь, 1983. — 320 с.

DETECTION OF ULTRA-WIDEBAND SIGNALS AGAINST OF THE BACKGROUND OF SIGNAL-LIKE INTERFERENCE

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

Abstract — Synthesis and analysis of the algorithm for detecting ultra-wideband quasi-radio signals against the background of Gaussian white noise and signal-like interference in conditions of a priori uncertainty are performed. The evaluation of the decrease in the effectiveness of detectors under the influence of interference is carried out, and the dependences of detection characteristics on different parameters of interfering signals are obtained.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОСТРОЕНИЯ БЕЗОПАСНОГО МАРШРУТА ПЛАВАНИЯ

Мишина К. Ю., Гушан М. М., Шевченко Н. В., Ломоносов С. Е.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, с. н. с. Ломоносов С. Е.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: LomnosSGY@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены основные этапы изучения районов плавания, порядок учета особенностей навигации, определение готовности к эксплуатации судового навигационного оборудования. Разработан алгоритм построения безопасного маршрута плавания.

1. Введение

Безаварийное плавание судна и успешное решение всех поставленных задач во многом зависит от качества штурманского обеспечения к походу.

О важности предварительной подготовки к выходу в море говорится и в международных документах, содержание которых связано с организацией обеспечения безопасности мореплавания.

В резолюции Международной морской организации А.893 (21) [1] говорится, что планирование рейса так же, как и контроль за местоположением судна в море, является основой безопасности мореплавания и предотвращения происшествий.

Выполнение этих требований достигается прежде всего полнотой и качеством проведения подготовительных мероприятий.

2. Основная часть

Главная цель подготовки состоит в создании и выборе условий, обеспечивающих не только качественное выполнение задач плавания, но и максимальную вероятность его безопасности. Эта цель достигается проведением перед выходом в море комплекса организационных, технических и расчетных работ, направленных на изучение и прогнозирование условий плавания, на разработку оптимального (по критериям безопасности плавания и эффективности выполнения задач) маршрута движения и на расчет ожидаемой точности плавания на всех участках маршрута движения.

При выборе маршрута судна в первую очередь выполняется изучение района плавания судоводительским составом [2].

Изучение района плавания выполняется по подобранным и откорректированным картам, руководствам и пособиям с учетом рекомендаций служб безопасности мореплавания [3].

При изучении района плавания, уясняются:

- общая навигационно-гидрографическая характеристика района;

- удаленность от берега и навигационных опасностей, рельеф дна и глубина, наличие банок, отмелей, отличительных глубин и их близость к предполагаемому маршруту следования гидрометеорологические особенности: преобладающие ветры, пути прохождения циклонов, волновой режим, вероятность пониженной видимости, ледовый режим и границы распространения плавучих льдов и айсбергов, районы возможного обледенения, действующие течения;

- обеспеченность радионавигационными системами, приемоиндикаторами которых оборудовано судно, режимы их работы, точность, возможные

ограничения в использовании ("Огни и знаки" района мирового океана по району плавания);

- ограничения при проводке судна по рекомендациям прогностических центров (высота волны, скорость ветра, направление волнения и др.);

- система передачи прогнозов, штормовых и ледовых предупреждений, оперативной навигационной информации по районам плавания.

Учет этих данных, анализ текущих и прогнозируемых метеоусловий, характеристик и технического состояния средств навигации позволили авторам разработать алгоритм построения безопасного маршрута плавания.

Он включает в себя построение маршрута на основе географических данных и статистических метеоусловий на время осуществления плавания. Далее следует деление маршрута на участки с повышенной опасностью. Исходя из полученных данных рассчитываются вероятности возникновения аварийных ситуаций на отдельных участках или маршруте в целом. Производится оценка соответствия технических характеристик навигационного оборудования судна предстоящим условиям эксплуатации. На заключительном этапе принимается решение об изменении курса на более безопасный или отмене плавания до изменения условий на более благоприятные.

3. Заключение

Разработанный авторами алгоритм позволяет принять решение о возможности осуществления плавания по заданному маршруту в соответствии с заданными требованиями безопасности.

Предложенный в докладе алгоритм может быть положен в основу метода планирования режимов эксплуатации и способов навигационного обеспечения без экипажных судов.

4. Список литературы

- [1] Речной брокер [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://rbc-ltd.ru/Morskie_stranitsw/Rezolutsii_IMO/Rezolutsija_A.893\(21\).htm](https://rbc-ltd.ru/Morskie_stranitsw/Rezolutsii_IMO/Rezolutsija_A.893(21).htm).
- [2] Выбор маршрута судна [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://seaman-sea.ru/plavanie/697-vybor-marshruta-sudna.html>.
- [3] Абузьяров, З. К. Руководство по гидрометеорологическому обеспечению морской деятельности / Абузьяров З.К., Бресткин С.В. — М. : ФГБУ «Гидрометцентр России», 2009. — 135 с.

FORMULATION OF ALGORITHM FOR A SAFE NAVIGATION ROUTE BUILDING

Mishina K. Yu., Gushan M. M., Shevchenko N. V.
 Scientific adviser: Lomonosov S.E.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The main stages of studying the navigation areas, and the procedure of consideration of navigation peculiarities are observed as well as the determination of readiness for operation of ship navigation equipment. An algorithm for constructing a safe navigation route has been developed.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ НАВИГАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ СУДОВОЖДЕНИЯ

Мишина К. Ю., Гушан М. М., Макаров В. К., Ломоносов С. Е.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, с. н. с. Ломоносов С. Е.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: LomnosSGY@mail.ru

Аннотация — В процессе эксплуатации средств управления, связи и навигации возможны случаи возникновения отказов в их работе, что сказывается качестве навигационного обеспечения, и, как следствие на безопасности плавания и транспортировки грузов.

В связи с этим одной из трудно решаемых задач, требующих высокой квалификации специалистов, является задача недопущения случаев нарушения навигационного поля и скорейшего его восстановления.

1. Введение

Для численной оценки надежности навигационного оборудования и создания методики навигационного обеспечения в экстремальных условиях представляется необходимость создания электронной навигационной модели, которая может быть адаптирована под судно любого водоизмещения методом добавления (исключения) необходимых или лишних параметров.

2. Основная часть

Любая электронная система имеет свой допустимый предел погрешности. При определенных условиях система может сработать некорректно и привести к ошибке. Коэффициент надежности прибора рассчитывается на основании заявленной производителем погрешности прибора, количества дублирующих систем на судне, а также от вероятности событий, которые могут произойти.

Источниками исходных данных являются датчики. Существующие данные обрабатываются в блоке вычисления.

Вероятность выхода из строя заданной системы вычисляется по формуле:

$$P_{\text{sys}} = 1 - (1 - P_1) \cdot (1 - P_2) \cdot \dots \cdot (1 - P_n),$$

где P_{sys} — вероятность выхода из строя системы;

$P_1 \dots P_n$ — вероятность выхода из строя установленных приборов.

Разработанный алгоритм оценки навигационного оборудования на заданном маршруте представлен на рисунке.

Выбор маршрута определяется экстремальными гидрометеорологическими навигационными условиями [1]. В качестве расчетных данных используются данные текстового протокола NMEA или другие данные (введенные вручную).

В блоке сравнения сравниваются показания взаимозаменяемых величин и вычисляется степень расхождения приборов. На основании данных о гидрометеорологических условиях, а также погрешности приборов и их технических характеристик рассчитывается вероятность выхода из строя заданного устройства. Для группы устройств, являющимися основными навигационными приборами на заданном участке, вычисляется вероятность выхода из строя всей системы $P_{\text{общ}}$, которая не должна превышать значение допустимого значения [2]. При неудовлетворении заданным условиям заменяется устройство, которое является самым ненадежным из всей группы устройств и производится замена. Цикл

повторяется до тех пор, пока не будет выполнено одно из двух условий: устройств больше нет, следовательно, происходит замена/перенос/изменение маршрута или условие $P_{\text{общ}} \leq P_{\text{доп}}$ выполняется.

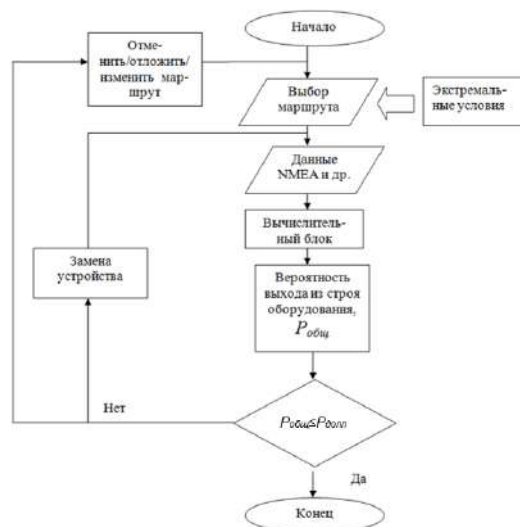


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, в докладе предложена методика, которая позволяет судоводителю выбирать из всей группы навигационных систем группу устройств приоритетной важности и в случае расхождения показаний дублирующих систем использовать системы из таблицы взаимозаменяемости приборов.

4. Список литературы

- [1] Терзиев, Ф. С. Гидрометеорология и гидрохимия морей / Ф. С. Терзиев, Б. М. Затучная, А. П. Алексеев. — Берингово море. — Вып. 2. — Т. 10. — 2001. — 235 с.
- [2] Абузаров, З. К. Руководство по гидрометеорологическому обеспечению морской деятельности / З. К. Абузаров, С. В. Бресткин. — 2009. — 135 с.

FORMULATION OF METHODS FOR THE NAVIGATION SUPPORT IN EXTREME NAVIGATION CONDITIONS

Mishina K. Yu., Gushan M. M., Makarov V. K.
 Scientific adviser: Lomonosov S. E.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — During the operation of control, communication and navigation facilities, there may be cases of failures in their operation, which affects the quality of navigation support, and as a consequence, on the safety of navigation and cargo transportation.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА СЕВЕРНОМ МОРСКОМ ПУТИ

Мишина К. Ю., Гушан М. М., Душко В. Р., Ломоносов С. Е.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, с. н. с. Ломоносов С. Е.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: LomnosSGY@mail.ru

Аннотация — В докладе представлены системы и приборы, имеющие непосредственное отношение к определению местоположения судна, курса судна и к безопасному положению судна относительно грунта и других объектов.

Разработана таблица взаимозаменяемости навигационных систем, которая определяет выбор навигационной системы в случае выхода из строя определенных устройств в связи с экстремальными условиями.

1. Введение

Гидрометеорологические навигационные условия в морях, которые лежат в районе 70° с.ш., обладают арктическим климатом и большую часть времени они находятся подо льдом. В осенне-зимний период данному региону характерны сильные ветры, шторм, выюги и, следовательно, плохая видимость, что делает прохождение маршрута Северного морского пути (СМП) зимой сложным, а то и невозможным предприятием [1]. Однако глобальное изменение климата в сторону потепления позволяет рассматривать его как круглогодичный. Это требует разработки методов оценки работоспособности навигационных приборов в экстремальных условиях эксплуатации.

2. Основная часть

При обычных условиях определение местоположения судна осуществляется с помощью ГНСС-приемоиндикаторов, в качестве курсоуказателя используется компас гироскопический, радар при необходимости, лаг абсолютный, эхолот, АИС [2].

Местоположение судна определяют следующие электронные системы (по приоритетности) [3]:

— ГНСС — ГЛОНАСС/GPS NavCom Gamma 100 — 2 шт;

— инерциальная навигационная система БИНС-500НС — 1 шт;

— аналоговый метод счисления судна является метод счисления, основывающийся на традиционных методах работы навигационных систем.

Курс судна определяется следующими системами (по приоритетности):

— гирокомпас Raytheon Standard 22 — 2 шт;

— магнитный компас — 2 шт;

— ГНСС — ГЛОНАСС/GPS NavCom Gamma 100 — 2 шт;

— ГДЛ Гидроакустический доплеровский лаг — Furuno DS-60 — 1 шт.

— счисление пути с помощью традиционных методов (пеленг по объектам, радиомаякам и др.)

Вероятность выхода из строя навигационных приборов составляет:

ГНСС — ГЛОНАСС/GPS NavCom Gamma 100 — 0,0009;

Радары — FURUNO FAR-21X7 — 0,00006;

Гирокомпас Raytheon Standard 22 — 0,001;

ЭКНИС — Furuno FEA-2107 — 0,003;

АИС — T-105A — 0,0008;

Эхолот — Furuno FE-800 — 0,009;

Вероятность выхода из строя систем рассчитывается исходя из формулы оценки надежности при-

бора (1) (страница 88), а вероятность выхода из строя всей системы рассчитывается согласно формуле (3) на странице 89 и составляет

$$P_{sys}=1-(1-0,0009)(1-0,00006)(1-0,001)(1-0,003)(1-0,0008)(1-0,009)\approx 0,015$$

Таким образом, $P_{sys}\approx 0,015\leq 0,1$, что удовлетворяет предъявленным условиям.

В качестве исходных данных учитываются также экстремальные навигационные условия [2]. Большая часть СМП лежит в зоне арктического климата, в связи с чем условия в Баренцевом, Карском, Восточно-Сибирском морях и в море Лаптевых являются схожими. Наиболее критическим регионом в летний период является Карское море, в котором ветер может достигать в отдельных случаях до 15 м/с, а северные холодные ветры могут стать причиной обледенения судна в заданном регионе. Рассчитанная вероятность возникновения экстремальных условий на заданном участке $P_{экс}$ составляет 0,311.

Общая вероятность выхода из строя навигационного оборудования рассчитывается по формуле

$$P_{общ}=1-(1-P_{экс})(1-P_{sys})$$

Полученная величина подлежит сравнению с пороговым уровнем, который определяется корпоративными требованиями, законами, общепринятыми нормами или решением капитана.

3. Заключение

Таким образом, в докладе предложена методика оценки надежности навигационных систем в экстремальных регионах на этапе подготовки к плаванию. Полученная в ходе расчетов вероятность выхода из строя навигационного оборудования позволяет судоводителю выбирать из всей группы навигационных систем группу устройств приоритетной важности и в случае недостатка надежности систем использовать системы из таблицы взаимозаменяемости приборов.

4. Список литературы

- [1] Терзиев, Ф. С. Гидрометеорология и гидрохимия морей / Ф. С. Терзиев, Б. М. Затучная, А. П. Алексеев // Берингово море. Вып. 2. проект «Море». — 2001. — Т. 10. — 235 с.
- [2] Абузаров, З. К. Руководство по гидрометеорологическому обеспечению морской деятельности / З. К. Абузаров, С. В. Бресткин. — 2009. — 135 с.
- [3] Ермолаев, Г. Г. Основы морского судовождения / Г. Г. Ермолаев, Е. С. Зотеев. — М.: Транспорт, 1988. — 258 с.

METHODS OF ESTIMATION OF RELIABILITY OF NAVIGATION SYSTEMS ON THE NORTHERN SEA ROUTE

Mishina K. Yu., Gushan M. M., Dushko V. R.
 Scientific adviser: Lomonosov S. E.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The report presents systems and devices that are directly related to determining the position of the vessel, the course of the relative to the ground and other objects.

МЕТОД РАСЧЕТА ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ НА УЧАСТКАХ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ

Мишина К. Ю., Гушан М. М., Деордица С. В., Ломоносов С. Е.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, с. н. с. Ломоносов С. Е.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: LomnosSGY@mail.ru

Аннотация — В докладе представлен метод определения вероятности возникновения экстремальных метеорологических и ионосферных условий на основных участках северного морского пути (СМП). Приведены результаты расчетов для наиболее благоприятного для судоходства периода (июль-август).

1. Введение

СМП — опасный регион для плавания судов. Наиболее благоприятным временем для прохождения заданного курса являются летние месяцы, поскольку большая часть СМП все время покрыта льдами и только летом льды начинают таять. Но и это не исключает ледовых нагрузок по курсу, возникновения ионосферных явлений, влияющих на качество функционирования навигационной аппаратуры и т.д.

Согласно общепринятым правилам важнейшим пунктом планирования плавания является построение маршрута с минимальным риском возникновения аварийных ситуаций (АС). Этот процесс базируется на знании гидрометеорологических условий, состоянии судна и его оборудования, подготовленности экипажа и т.д.

В докладе предложен метод оценки метеорологических и ионосферных условий плавания.

2. Основная часть

Аварийные ситуации на море возникают из-за многих факторов, таких как человеческий фактор, навигационные причины, технических неисправностей судна либо действий неопределенной силы. Статистика показывает, что на первом месте среди типов аварийных ситуаций находятся столкновения судов между собой (20,5%) либо с различного рода препятствиями (18%), часто аварии возникают из-за навигационных и метеорологических факторов, что в северных широтах приобретает еще более важное значение.

СМП представлен на рис. 1. Данный маршрут лежит в районе 70° с.ш. за исключением Берингова моря. Длина СМП составляет приблизительно 25600 км.



Рис. 1

Маршрут разбивается на экстремальные районы плавания, которые включают следующие регионы:

- Баренцево море;
- Карское море;
- море Лаптевых;
- Восточно-Сибирское море;
- Чукотское море;
- Берингово море.

Для каждого из этих регионов статистически определены вероятности появления экстремальных навигационных условий.

Приведен пример расчета для Баренцева моря. Навигационные условия плавания в Баренцевом море в летний период представлены в таблице 1 [1].

Таблица 1.

Условия	Фактическое значение	Вероятность, %
Видимость, м	≤0,5	13,4
Волнение, м	6	7
Ветер, м/с	15	7
Влажность, %	72,71	72
Обледенение, т/ч	1,5	2
Облачность, балл)	7	21,1

Так критические показатели: видимость, влажность, облачность могут быть компенсированы в процессе подготовки к плаванию (дополнительно использовать инерциальную навигационную систему и меры по герметизации). Плохая видимость компенсируется использованием РЛС. Поэтому этими факторами можно пренебречь. Обледенение и волнение, в свою очередь сопровождается механическими повреждениями судна и оборудования.

Вероятность возникновения экстремальной ситуации для исследуемого региона осуществляется на основе табличных данных. Для Баренцева моря она составляет

$$P_{\text{сум}} = 1 - (1 - 0,134)(1 - 0,07)(1 - 0,07)(1 - 0,02) = 0,26.$$

На последнем этапе осуществляется сравнение $P_{\text{сум}}$ с его допустимым значением $P_{\text{доп}}$ и принимается решение о возможности осуществления плавания.

3. Заключение

Таким образом, разработан метод определения вероятности возникновения экстремальных ситуаций на участке маршрута плавания.

Выявлена возможность прогнозирования безопасности плавания на всем маршруте СМП.

4. Список литературы

- [1] Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Баренцево море / Г. В. Гирдюк, Г. Г. Зыкова, С. Л. Дженюк, Ф. С. Терзиев. — Л.: Гидрометеоиздат, 1990. — Вып. 1. — Т. 1. — 280 с.

METHOD OF CALCULATING THE PROBABILITY OF OCCURRENCE OF EXTREME CONDITIONS IN NORTHERN SEA ROUTE SECTIONS

Mishina K.Y., Gushan M. M., Georgica S. V.
 Scientific adviser: Lomonosov S. E.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The report presents a method for determining the probability of occurrence of extreme meteorological and ionospheric conditions on the main sections of the Northern sea route. The results of calculations for the most favorable period for navigation (July-August) are presented.

РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ШВАРТОВНЫХ ОПЕРАЦИЙ

Харченко О. С., Боков Г. В.

Научный руководитель: Боков Г. В.

Филиал ФГБОУ ВО «ГМУ им. адм. Ф.Ф. Ушакова» в г. Севастополь

E-mail: funny.skyline@mail.ru

Аннотация — В статье анализируется система информационного обеспечения швартовных операций. Рассматриваются причины необходимости ее использования на причалах.

1. Введение

Целью применения систем информационного обеспечения швартовных операций является повышение эффективности и безопасности процесса швартовки крупнотоннажных судов, таких как танкеры, газовозы и химовозы к специализированным терминалам [1].

2. Основная часть

Получить всю необходимую информацию для обеспечения безопасной швартовки судоводители и береговые службы могут при использовании систем информационного обеспечения швартовки судов [1].

Одной из таких систем является причальная система информационного обеспечения швартовных операций (СИОШО), основными преимуществами которой являются следующие возможности:

- измерение расстояние от оконечностей судна до причала и скорость его движения оконечностей по отношению к причалу;

- высокая чувствительность и точность;

- простая и универсальная для пользователя форма представления параметров положения и движения судна (светофоры, большие причальные табло и др.)

Задача швартовки судна значительно упрощается, используя радиолокационный швартовочный сенсор ИПДС-76. Данная система предназначена для облегчения швартовки и докования судов и предотвращения навала судов на причальные сооружения. На причалах используются по два или более радаров, контролирующих скорость движения и расстояние между причалом и корпусом судна.

Радар ИПДС-76 по своей функциональности является сенсором, на выходе которого выдается сигнал в цифровом виде. Для визуализации данных необходимо, чтобы каждый радар был подключен к системе управления движением судна и буксиров и/или портовой АСУ. Что касается последнего, то данные от швартовочных радаров будут интегрированы в общую систему управления движением судов в акватории порта.

Миллиметро-волновой радар не имеет погодных ограничений в отличие от лазерных причальных СИОШО. Радар обеспечивает легкое проникновение луча сквозь туман, дым, пыль, смог, водяной пар. Кроме того, на работу устройства не оказывает влияние попадание прямых солнечных лучей, бликов и прочих помех.

Технические характеристики данного устройства представлены в таблице 1.

Таблица 1

Дальность измерений	От 0 до 500 м
Разрешение по расстоянию	0,01 м
Разрешение по скорости	0,1 км/ч
Частота измерений скорости и дальности	50 раз/сек
Рабочая частота радара *	76,5 +/- 0,15 ГГц
Тип антенны	Кассегрена, диаметр 600 мм
Усиление антенны с обтекателем	50 дБ
Ширина луча на уровне 3 дБ	0,42 град
Мощность излучения передатчика	10 мВт
Режим работы	FMCW
Диаметр "пятна засветки" на расстоянии 500 м	4,3 м
Выходной интерфейс	100/1000 Base-Tx
Потребляемая электрическая мощность **	25/35 Вт, 18—36 В пост. тока
Класс защиты окружающей среды	IP65

3. Заключение

Подводя итоги, можно с уверенностью сказать, что радиоэлектронная система информационного обеспечения швартовных операций является незаменимым техническим средством на причале. Благодаря им суда могут выполнять подход к причалу с большей безопасностью, нежели бы это выполнялось только при помощи мастерства управления судном судоводителем.

4. Список литературы

- [1] Оганов, А. М. Швартовые операции морских судов / А. М. Оганов, А. И. Цурбан. — М. : Транспорт, 2010. — 278 с.

RADIOELECTRONIC SYSTEMS FOR INFORMATION ENSURING OF MOORING OPERATIONS

Kharchenko O. S., Bokov G. V.

Scientific adviser: Bokov G. V.

Sevastopol Branch of FSFEI HE «AUMSU»

Abstract — In article, the information system for information provision of mooring operations is analyzed. The reasons for its use on the berths have been considered.

РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ХОДОВЫМ МОСТИКОМ

Сорокин Н. А., Боков Г. В.

Научный руководитель: Боков Г. В.

Филиал ФГБОУ ВО «ГМУ им. адм. Ф.Ф. Ушакова» в г. Севастополь

E-mail: nek.40@bk.ru

Аннотация — В работе анализируются интегрированные системы управления ходовым мостиком. Рассматриваются причины, по которым необходимо использовать их на судне.

1. Введение

Интегрированная система управления ходовым мостиком — это совокупность средств навигации, картографии и радиолокации, объединённый в единый комплекс, который предназначен для обеспечения автоматизированного управления судном вахтенным помощником и капитаном (рис. 1) [1].

2. Основная часть

Система управления ходовым мостиком должна включать в себя:

- навигационно-информационную систему;
- систему для предупреждения столкновений;
- систему оценки и оптимизации мореходности;
- систему планирования и оптимизации пути;
- станцию управления движением судна;
- централизованную систему мониторинга и сигнализации;
- интегрированную систему радиосвязи;
- регистратор данных рейса.



Рис. 1

Чтобы избежать поломки и поддерживать работоспособность ИСМ необходимо знать, что:

- к работе с ИСМ допускаются только те лица, которые получили необходимые сертификаты, подтверждающие их квалификацию;
- необходимо минимизировать отображаемую информацию на приборах, во избежание зависания техники;

— аварийная сигнализация обязана соответствовать требованиям резолюции ИМО А.830(19), а сама сирена должна быть уникальной, чтобы причина её активации была четко отображена и понятна [2];

— ИСМ, как и любое электрооборудование имеет требование к питанию. Система может подключаться, как к основному, так и к резервному источнику. [3]

Интегрированные системы управления ходовым мостиком, производимые различными фирмами, позволяют управлять судном одному человеку [4]. Система оснащена одной панелью управления, двумя рабочими местами и оборудованием, соответствующим требованиям к судам класса ОМВ. Суды данного класса обязаны иметь на борту такие при-

боры как: радиолокационные станции, средства автоматической радиолокационной прокладки, курсоуказатели, лаг, эхолот, приемники спутниковых навигационных систем, автопилот, АИС транспондер, навигационную информационную систему с электронными картами и другое судовое связанное и навигационное оборудование [5].

Из-за обширного количества навигационных приборов, установленных на борту, суда класса One Man Bridge Operation должны отвечать следующим обязательным требованиям:

— необходимо, чтобы конструктивная особенность мостика позволяла штурману безопасно управлять кораблем на открытом море и в портовых водах;

— крылья мостика должны быть оснащены специальными устройствами, обеспечивающими управление судном, а места швартовки, средствами связи и пультом подачи сигнальных звуков;

— сигнал тревоги должен программироваться на срабатывание в случае любой возможной чрезвычайной ситуации.

— мостик и его крылья должны иметь автономную связь со всеми отделениями судна.

3. Заключение

Подводя итоги, необходимо отметить, интегрированная система управления ходовым мостиком позволяет усовершенствовать решение комплексных задач обеспечения безопасности мореплавания, обеспечивает единую информационную систему, и что самое главное, привела к снижению аварийности судном.

4. Список литературы

- [1] Вагущенко, Л. Л. Интегрированные системы ходового мостика / Л. Л. Вагущенко. — Одесса : «Латстар», 2003. — 170 с.
- [2] Кодекс ИМО по аварийно-предупредительной сигнализации и индикаторам резолюция А.830 (19).
- [3] Резолюция MSC.252(83). Принятие пересмотренных эксплуатационных требований к интегрированным навигационным системам.
- [4] Вагущенко, Л. Л. Системы автоматического управления движением судна / Л. Л. Вагущенко, Н. Н. Цымбал; 2-е изд. перераб. и дополненное. — Одесса : Латстар, 2002. — 310 с.
- [5] Международная конвенция об охране человеческой жизни на море 1974 г. с изменениями и дополнениями (Конвенция СОЛАС-74). Международная морская организация. — СПб. : ЦНИИМФ, 1995. — 420 с.

INTEGRATED BRIDGE SYSTEMS

Sorokin N. A., Bokov G. V.

Scientific adviser: Bokov G. V.

Sevastopol Branch of FSFEI HE «AUMSU»

Abstract — In article the integrated bridge control systems are analyzed. The reasons for its use on the ship have been considered.

ИЗМЕРИТЕЛЬ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ В ТЕПЛИЦЕ

Свидлов А. Е., Мурзин Д. Г.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Мурзин Д. Г.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: simply.art@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена проблема измерения влажности почвы в теплицах. Рассмотрены основные процессы измерения и представлена разработка датчика влажности, на основе Arduino.

1. Введение

В аграрном секторе состояние почвы определяет возможность увеличения производства в направлении растениеводства. В решении проблемы высокого урожая сельского хозяйства один из ограничивающих факторов — снабжение почвы влагой. Особенностью такого параметра, как влажность является её нехватка или переизбыток, та и другая характеристики губительно сказываются на растениях. В докладе приводится разработка датчика влажности, на основе Arduino, обеспечивающая вывод данных в реальном времени.

2. Основная часть

От почвенной влаги зависит жизнеспособность растений, ведь основное количество воды они получают из почвы. Для определения влажности почвы существуют различные методы. Многочисленные методы измерения включают в себя контактные и дистанционные. Контактные методы заключаются в непосредственном взаимодействии с почвой, которые так же делятся на прямые и косвенные. Прямые методы включают в себя извлечение воды из образца почвы путем испарения, вымывания, химической реакции. Косвенные методы основаны на измерении некоторых характеристик почвы, которые напрямую зависят от содержания в ней воды. Дистанционные методы включают в себя бесконтактные методы и методы измерения с большого расстояния. Дистанционное измерение влажности почвы базируется на измерении электромагнитного излучения поверхности почвы.

Разрабатываемое устройство предназначено для получения и обработки данных, поступающих с датчика влажности, а также отображения значений на экране цифровой индикации. Данные с датчика влажности поступают напрямую на контроллер, без первичной обработки в виде импульсов, либо в виде аналогового сигнала. Далее сигнал приходит на микроконтроллер, который преобразует значения в числовой вид. Эти числовые значения передаются на блок цифровой индикации.

В настоящее время разработано много типов датчиков измерения влажности субстрата, которые работают как для мгновенных считываний показаний, так и могут быть оставлены в почве и подключены к компьютеру для постоянной передачи данных о текущем состоянии. Лучшим вариантом для решения проблемы долговременного измерения влажности является диэлектрические датчики влажности (рис. 1).

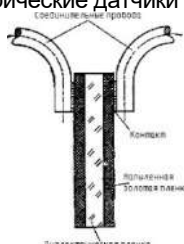


Рис. 1

Такие датчики измеряют диэлектрическую проницаемость почвы, показатели которой напрямую зависят от объемного содержания влаги. Диэлектрические датчики обладают широким спектром измерения, их стоимость сравнительно низка, а также они не подвержены коррозии, за счет покрытия поверхности датчика некоррозирующим материалом. В качестве блока индикации будет выступать 7-сегментный цифровой LED индикатор — индикатор, состоящий из светодиодов, установленных в форме цифры 8. Зажигая или выключая соответствующие LED-ы можно отображать цифры от 0 до 9. В качестве программно-аппаратного комплекса выбираем среду Arduino. Arduino представляет собой простое в использовании аппаратное программное обеспечение, по этому отлично подходит для проектов различной сложности и направленности. В виду своей дешевизны, простоты в использовании, возможности улучшения, была выбрана плата Arduino UNO (рис. 2).



Рис. 2

Программное обеспечение Arduino IDE позволяет без лишних трудностей писать рабочий код и загружать его в память микроконтроллера. Рабочая программа пишется на специализированном языке, похожем на синтаксис C++. Среда программирования позволяет перед загрузкой программы в плату обнаружить и исправить ошибки в коде. В след за устранением ошибок программа загружается в микроконтроллер. К программному коду возможно добавить различного рода библиотеки, которые позволяют расширить его функционал.

3. Заключение

Таким образом, разработана система, позволяющая в реальном времени отслеживать состояние влажности почвы. Система состоит из легкодоступных на рынке компонентов, легка в установке и эксплуатации. Имеет возможность совмещения с несколькими датчиками, при это так же может использоваться в качестве одной из составных частей системы «умная теплица».

4. Список литературы

- [1] Петин, В. А. Практическая энциклопедия Arduino / В. А. Петин, А. А. Биняковский. — ДМК-Пресс, 2017. — 187 с.
- [2] Гилев, В. Ю. Физика почв : учеб. пособие / В.Ю. Гилев. — Пермь, 2012. — 37 с.
- [3] Amperka.ru [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://wiki.amperka.ru/>.

METER OF SOIL MOISTURE IN THE GREENHOUSE

Svidlov A. E., Murzin D. G.

Scientific adviser: Murzin D. G.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The problem of the surrounding soil in greenhouses is considered. The main processes of development and development of the sensor based on Arduino are considered.

СВЕРХМАЛОМЕРНОЕ СУДНО-СПАСАТЕЛЬ С ДИСТАНЦИОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Иськив В. М., Амелин А. А., Маленко В. А.

Научный руководитель: Иськив В.М.

Севастопольский государственный университет, Россия

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

Аннотация — Рассмотрены результаты разработки структурной схемы бортовой и береговой подсистем системы дистанционного управления сверхмаломерного судна спасателя.

1. Введение

В связи со сложной обстановкой в мире связанной с практически полной остановкой международного туризма, в этом и последующих годах ожидается повышение спроса на отдых в России, в первую очередь в Крыму и на других курортах черноморского региона. При этом из-за роста числа отдыхающих, многократно возрастет опасность несчастных случаев на воде. В связи с этим предложенная тема проекта, направленная на спасение утопающих, является актуальной.

Одним из путей решения данной проблемы является ускорение доставки спасательных средств к утопающему. Это возможно, если спасательное средство будет самоходным и скоростным.

2. Основная часть

В настоящее время ряд зарубежных фирм предлагает маломерные спасательные средства с электрическими двигателями, но эти средства имеют только локальное или только дистанционное управление. Кроме того запас плавучести этих средств недостаточен.

В докладе рассматривается система управления сверхмаломерным судном-спасателем с локальным и дистанционным управлением.

Система управления структурно состоит из двух подсистем — береговой и бортовой [1].

Структурная схема бортовой подсистемы показана на рисунке 1.

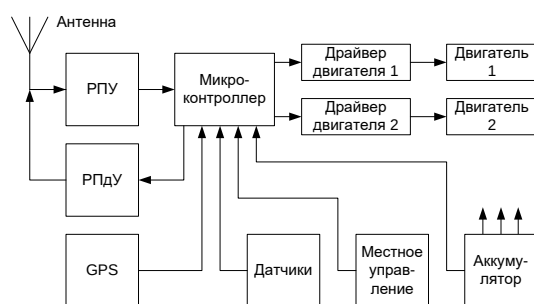


Рис. 1

Основой структурной схемы является управляющий микроконтроллер. Радиосигналы с береговой подсистемы через антенну поступают в радиоприемное устройство РПУ. На основе полученных команд микроконтроллер вырабатывает управляющие напряжения, которые через драйверы двигателей подаются на двигатели. Также команды управления могут поступать с блока местного управления. В случае потери управляющих сигналов микроконтроллер

на основе данных с блока GPS командует судну возврат в точку отправления.

Датчики контролируют температуру драйверов и двигателя и, в случае перегрева снижает токи управления. Кроме того специальный датчик контролирует наличие воды в блоках подсистемы и в случае попадания внутрь воды датчик подает сигнал микроконтроллеру, который через радиопередаточное устройство РПДУ выдает информацию на береговую подсистему. Также контролируется уровень заряда аккумулятора, и эта информация также передается на берег.

Структурная схема береговой подсистемы показана на рис. 2.

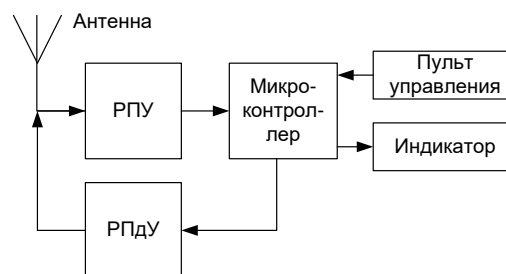


Рис. 2

Основой этой подсистемы также является микроконтроллер. С блока управления поступают команды, задающие скорости и направления вращения двигателей судна. На основе этих команд микроконтроллер выдает управляющие сигналы на радиопередаточное устройство, которое через антенну передает сигналы на бортовую подсистему. Различные информационные сигналы с бортовой подсистемы через антенну и радиоприемное устройство поступают на микроконтроллер и отображаются на индикаторе.

3. Заключение

Таким образом, разработана структурная схема системы управления судном-спасателем.

Установлено, что система состоит из двух подсистем — береговой и бортовой. Разработаны структурные схемы обеих подсистем

4. Список литературы

- [1] Днищенко, В. А. «Радиолучитель» 500 схем радиолучителя, дистанционное управление моделями / В.А. Днищенко.— СПб. : Наука и Техника, 2007. — 456 с.

REMOTE-CONTROLLED ULTRA-SMALL RESCUE VESSEL

Iskiv V. M., Amelin A. A., Malenko V. A.

Scientific adviser: Iskiv V. M.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of the development of the structural diagram of the onboard and coastal subsystems of the remote control system for an ultra-small rescue vessel are considered.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ДОСТУПА ДЛЯ ОФИСНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Хорошайло А. С., Михайлюк Ю. П.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: onedeath@list.ru

Аннотация — Произведено обоснование принципов построения комплекса систем безопасности. Разработаны структурная схема комплексной системы безопасности и функциональная схема ультразвукового обнаружителя движущихся объектов

1. Введение

Своевременно полученная информация позволяет сводить последствия любых чрезвычайных ситуаций к минимуму, а главное сохранять жизнь людей и их имущество. Эти задачи решаются с помощью систем контроля и управления доступом и комплексной системы безопасности. Главной функцией данной системы является своевременное извещение персонала о несанкционированном проникновении в охраняемый объект. Целью выполнения данной работы является проектирование системы контроля и управления доступом и комплекса безопасности для офисного помещения

2. Основная часть

Контроллеры СКУД объединяются между собой через локальную сеть и централизованно управляются одним главным компьютером. Очень удобно, функционально. Так организовывается система контроля доступа в офисе, на предприятии, иначе говоря, на любом большом объекте. Стоимость обслуживания сетевой СКУД выше, чем автономной, обязательно наличие специалиста с высокой квалификацией. Однако, затраты себя оправдывают, так как следить за десятком (или больше) автономных точек прохода очень тяжело. Подобная система позволяет оперативно управлять правами доступа из одного или нескольких мест.

Плюсы сетевых систем контроля и управления доступом:

- охранник может в реальном времени увидеть фотографию и данные того, кто приложил свой идентификатор (защита от кражи и передачи ключа);
- контроль трудовой дисциплины (кто, когда приходит, уходит, выходит); для таких целей лучше установить систему контроля доступа отечественного производителя, импортные под наши условия совершенно не подходят;
- легко объединяется со всеми установленными охранными системами (видеонаблюдения, сигнализации и прочее).

Положительные стороны автономной системы контроля доступа не нужна прокладка километров провода не требует компьютера для управления. Установить может любой, более или менее разбирающийся человек

Минусы:

- нельзя управлять дистанционно;
- не контролирует рабочее время.

Если важна устойчивость СКУД ко взлому, то требуется обратить внимание на следующие вещи (это касается и сетевой и автономной систем):

идентификатор (считыватель) и сам контроллер должны стоять в разных местах, а кабель, соединяющий их, надежно спрятан.

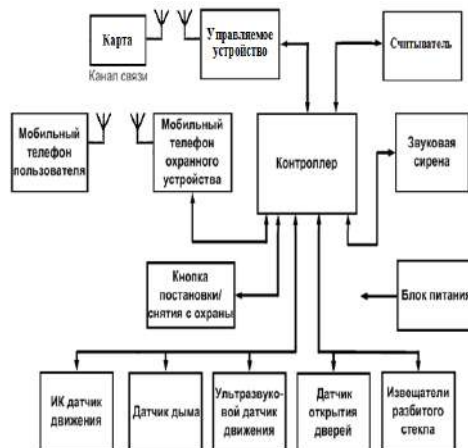


Рис. 1

С учетом требуемых параметров была спроектирована системы охранной сигнализации, в которой передача сигналов тревоги и оповещения осуществляется с помощью системы мобильной связи стандарта GSM. При этом устройство охранной сигнализации представляет собой приставку к мобильному телефону, структурная схема которой изображена на рисунке 2 отличительной особенностью разработанного устройства является его возможность сопряжения с системой мобильной связи.

Устройство охранной сигнализации связано с телефоном соединительным кабелем. При помощи этого кабеля контроллер может полнофункционально управлять телефоном, заставляя его исполнять те или иные команды такие, например, как позвонить абоненту, отправить SMS-сообщение и др.

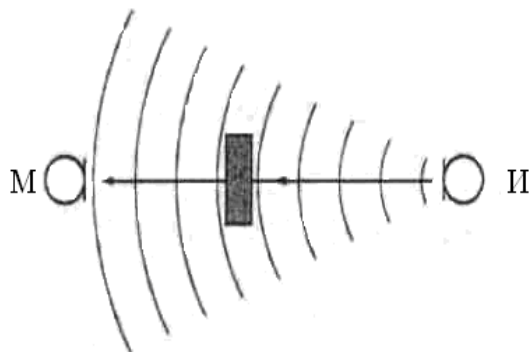
На первоначальном этапе разработки функциональная схема ультразвуковых датчиков системы обнаружения движущегося объекта строили так, как это показано на (рис. 2. А)

Излучатель (И) и микрофон-приемник (М) располагали на противоположных стенах помещения, под потолком (для снижения влияния внутренней обстановки). Излучатель И возбуждал в пространстве помещения стабильные по частоте и амплитуде ультразвуковые колебания. Микрофон приемник (М) преобразовывал принятый из пространства ультразвуковой сигнал в электрический.

Далее, в электронном устройстве этот сигнал усиливался, детектировался и анализировался по амплитуде. Для повышения устойчивости системы излучатель (И) и микрофон (М) располагают на одной стене (рис.2, б). Длина пути волны увеличивается в два раза, что потребует увеличения излучаемой мощности. Но при этом из-за того, что

волна проходит через поток воздуха дважды — туда и обратно, приращение скорости взаимно компенсируется, что и повышает устойчивость устройства к ложным срабатываниям в условиях относительно равномерных потоков воздуха, движущихся в любых направлениях.

а)



б)

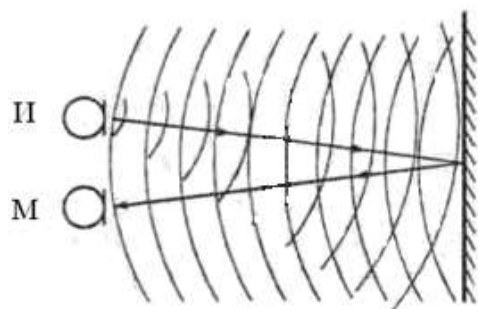


Рис. 2

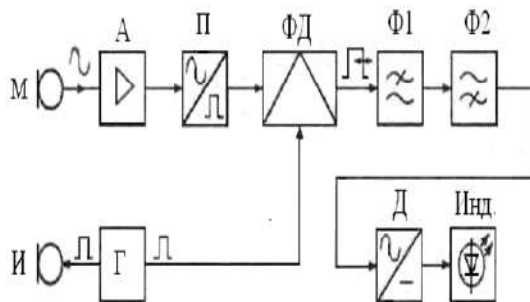


Рис. 3

Излучатель И ультразвуковой волны служит нагрузкой генератора Г, рабочую частоту которого выбирают как компромисс между помехоустойчивостью и затуханием ультразвуковых колебаний в воздухе. Чем больше частота, тем меньше мешающее влияние естественных и искусственных шумов, воспринимаемых датчиком, однако с увеличением частоты повышается затухание волны, и для нормальной работы датчика необходимо увеличивать мощность излучения (пропорционально квадрату частоты). Исследования показывают, что наиболее оптимальной является частота около 40 кГц. Мощность излучения выбирается из соображений приемлемой экономичности, требуемого

уровня принимаемого сигнала с учетом объема контролируемого пространства.

3. Заключение

Установлено, что для передачи сигналов тревоги целесообразно использовать канал мобильной системы связи системы GSM, что существенно расширяет функциональные возможности системы сигнализации и практически не ограничивает расстояние, на которое можно передать сигналы оповещения и тревоги.

Показано, что выбор структурной схемы разрабатываемого устройства необходимо выполнять в два этапа, на первом из которых анализируют свойства охраняемого объекта, а на втором выбирают принципы построения устройства с учетом предъявляемых к нему требований. Предложена структурная схема сопряжения устройства охранной сигнализации с системой мобильной связи. Разработана функциональная схема ультразвукового устройства обнаружения подвижных объектов и определен диапазон доплеровских частот обнаруживаемых этим устройством.

4. Список литературы

- [1] HI-TECH SECURITY — Комплексные системы безопасности [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.hitsec.ru/system>.
- [2] СЛАБОТОЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ — Средства и системы видеонаблюдения [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://vashtvmir.ru/kompleksnyie-sistemyi-bezopasnosti>.
- [3] ТЕХНОКОН — Виды охранной сигнализации [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://tehnokon-crimea.ru/oborudovanie/okhrannaya-signalizatsiya>.
- [4] Тарасов, Ю. Контрольно-пропускной режим на предприятии. Защита информации / Ю. Тарасов // Конфидент. — 2002. — № 1. — С. 55 — 61.
- [5] Ворона, В. А. Системы контроля и управления доступом / В. А. Ворона, В. А. Тихонов // Обеспечение безопасности объекта. — 2010. — С. 78 — 86.

ACCESS CONTROL SYSTEM FOR OFFICE SPACE

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

Abstract — The substantiation of the principles of building a complex of security systems has been made. A structural diagram of an integrated security system and a functional diagram of an ultrasonic detector of moving objects have been developed.

БЛОК ПРИЕМА-ПЕРЕДАЧИ RFID СЧИТЫВАТЕЛЯ

Лысенко А. В., Михайлюк Ю. П.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: lysenko-anton@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена проблема отслеживания объектов. Рассмотрены основные функции работы RFID считывателя и представлена разработка блока приема-передачи на основе бюджетных компонентов.

1. Введение

Сегодня полное отслеживание объектов по всей цепочке поставок является важной логистической проблемой. Многие организации описывают процессы складской инвентаризации как перемещение товаров из одной «черной дыры» в другую «черную дыру» [1]. Нетрудно представить ситуацию, в которой нужно определить местоположение одного контейнера из тысяч на обширном поле: все они абсолютно идентичны. В докладе приводится разработка RFID блока приема-передачи, на основе бюджетных компонентов, обеспечивающая работу не хуже дорогостоящих рыночных аналогов.

2. Основная часть

Системы технологии RFID имеют широкое применение в логистике, торговле, системах идентификации персонала. Во всех возможных вариантах RFID связывает определённый физический объект с цифровой информацией. В этом смысле данная технология похожа на штрих-код, но имеет значительные преимущества, главным из которых является ее универсальность. Данные RFID-метки перезаписываются и дополняются много раз, тогда как данные на штрих-коде неизменны. RFID-считывателю не требуется прямая видимость метки, чтобы считать ее данные. Взаимная ориентация метки и считывателя не играет роли. Метки читаются через упаковку, что делает возможным скрытое размещение. Для чтения данных метке достаточно попасть в зону регистрации, в том числе при перемещении на высокой скорости [2].

Разрабатываемое устройство предназначено для передачи и приема информации с метки по стандарту UHF EPC Gen 2.

Функции передатчика:

- генерирование высокочастотного несущего сигнала;
- синтезирование частоты стандарта UHF Gen 2;
- модуляция сигнала;
- усиление и передача сигнала на антенный коммутатор.

Функции приёмника:

- приём сигнала с антенного коммутатора;
- усиление принятого сигнала;
- преобразование сигнала;
- демодуляция полученных данных.

В результате данные о метке попадают на микроконтроллер и далее на управляющий компьютер, где преобразовываются и отображаются с помощью программного обеспечения.

Основная часть ридера состоит из четырех частей: микроконтроллер (МК), передатчик, приёмник и антенный коммутатор (АК) (рис. 1).

Так как потребуется высокостабильный сигнал с высокой температурной и временной устойчивостью и малым уровнем фазовых шумов, то разумным решением будет применить кварцевый генератор, что

обеспечит эти требования. Для выбранного стандарта системы RFID необходим сигнал с частотой 868 МГц, что будет относительно трудно реализовать на основе генератора такого типа в компактном виде. Поэтому используется блок синтезатора частоты, для перестройки частоты; в более широкий диапазон, который будет управляться микроконтроллером.



Рис. 1

Модуляция сигнала должна быть амплитудной. Модулированный сигнал проходит на усилитель мощности, который должен обеспечивать усиление, мощность до 1 Вт. Этим требованиям соответствует передатчик TDA 7110.

В блоке необходима антенна и антенный коммутатор под управлением микроконтроллера. После этого принятый сигнал может затухать, проходя по фидеру и поступать на последующие узлы достаточно ослабленным, поэтому на входе приемника установлен малошумящий усилитель. Далее потребуется преобразователь частоты, который будет работать в связке с синтезатором частоты под управлением микроконтроллера, чтобы перенести спектр принятого сигнала из одной области в другую. Далее потребуется усилитель промежуточной частоты, где будет осуществляться усиление выходного сигнала преобразователя частоты и обеспечение избирательности по соседнему каналу. После этого сигнал будет поступать на демодулятор. В качестве приемника предлагается использовать микросхему TDA 5200.

3. Заключение

Таким образом, разрабатываемый блок приема-передачи RFID считывателя позволит в полной мере выполнять требуемые функции. Он состоит из дешевых и легкодоступных микросхем, которые требуют всего несколько компонентов для построения законченного решения.

4. Список литературы

- [1] RTLS системы определения местоположения предметов в реальном времени [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://rfidcenter.ru/page/rfidtechnology>.
- [2] Rfid протокол. RFID-технология. Все о радиочастотной идентификации [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://asupro.com/gps-gsm/standards-rfid/rtls-location-system-objects-real-time.html>.

RECEIVE TRANSMIT UNIT OF RFID READER

Lysenko A. V., Mikhailyuk Yu. P.
Scientific adviser: Mikhailyuk Yu. P.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The problem of tracking objects is discussed. Basic functions of RFID reader operation are considered, and development of reception-transmission unit based on budget components is presented.

СИСТЕМА НАВИГАЦИИ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Садиллов П. О., Мурзин Д. Г.

Научный руководитель: канд. техн. наук Мурзин Д. Г.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: petya.sadilov40@gmail.com

Аннотация — Рассмотрена структурная схема системы навигации беспилотного летательного аппарата БПЛА. Изложены различные методы навигации, а также проблематика использования той или иной системы.

1. Введение

Одним из наиболее ярких примеров технологического прогресса является разработка беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), летательных аппаратов без экипажа на борту. Интенсивное развитие БПЛА вызвано рядом их важных достоинств:

- отсутствие риска людских потерь;
- возможность выполнения маневров с перегрузкой, превышающей физические возможности летчиков;
- большая продолжительность и дальность полета при отсутствии фактора усталости экипажа;
- относительно небольшие расходы на эксплуатацию БПЛА.

2. Основная часть

На сегодняшний день основу навигационных систем беспилотных летательных аппаратов составляют приемники глобальных систем спутниковой навигации (ГССН) в комплексе с блоком инерциальных датчиков пространственной ориентации. Такая навигационная система достаточно точно обеспечивает местоположение дрона и параметров его движения. При объединении со спутниковой навигацией возможно применение неточных недорогих инерциальных систем, снабженных акселерометрами и гироскопами. Однако такая инерциальная система неспособна к счислению пройденного пути ввиду высоких скоростей дрейфа гироскопических датчиков

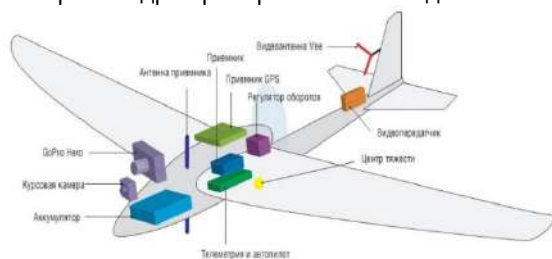


Рис. 1

Присутствие сигналов ГССН является необходимым. Отсутствие или подавление СНС приводит к невозможности определить координаты БЛА и как следствие выполнить полет по заданному маршруту. В случае использования на БПЛА инерциальной системы сверхнизкой точности, отсутствие корректирующих сигналов от ГССН может привести к аварии БЛА. Поэтому подавление ГССН является основным методом борьбы с БЛА. Применение прецизионных инерциальных навигационных систем (ИНС) также полностью не решает проблему по следующим причинам:

- большая стоимость (от 30—50 тыс. долларов);
- масса инерциальной системы (от 8 кг.) делает проблематичным их использование на БЛА малой и средней дальностей;

— малая точность автономного счисления координат.

Для оценки случайных процессов в системах навигации мобильных объектов достаточно часто и эффективно применяется фильтр Калмана, который удовлетворительно работает на больших мобильных объектах с разнообразным навигационным оборудованием.

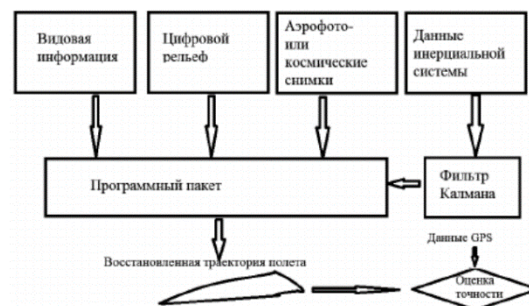


Рис. 2

Наилучший результат даёт комплексное использование всех методов в сочетании с «традиционными» системами навигации, например, с инерциальной навигационной системой.

3. Заключение

Таким образом, изложенная в статье информация показывает, что наилучший результат навигации дает использование не одного метода, а сразу нескольких, в сочетании с «традиционными» системами. К примеру, использование метода видеонавигации вместе с инерциальной навигационной системой.

4. Список литературы

- [1] Амелин, К. Алгоритм уточнения местонахождения легкого БПЛА на основе калмановской фильтрации измерений пеленгационного типа / К. Амелин, А. Миллер // Информационные процессы. — 2013. — № 4. — С. 338 — 352.
- [2] Купервассер, О. Ю. Система навигации беспилотных летательных аппаратов с помощью видео / О. Ю. Купервассер, А. А. Рубинштейн // Наука и образование сегодня. — 2012. — С. 6 — 8.
- [3] Петров, В. Ф. Модель системы автоматического управления беспилотным летательным аппаратом / В. Ф. Петров, А. А. Барунин, А. И. Терентьев // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. — 2014. — № 12-2. — С. 217 — 225.

UNMANNED AIRCRAFT NAVIGATION SYSTEM

Sadilov P. G., Murzin D. G.

Scientific adviser: Murzin D. G.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The structural diagram of the navigation system of an unmanned aerial vehicle UAV is considered. Various methods of navigation are stated, as well as the problems of using one or another system.

СРАВНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ФИЛЬТРАЦИИ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХСЯ В ПЕШЕХОДНЫХ СИСТЕМАХ НАВИГАЦИИ

Бровко Т. А., Петухов Н. И., Чугунов А. А., Куликов Р. С.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Куликов Р. С.
 Национальный исследовательский университет «МЭИ», Россия
 E-mail: brovkota@mpei.ru

Аннотация — Рассмотрено сравнение эффективности работы фильтра, скользящего среднего и расширенного фильтра Калмана для комплексной системы счисления пути пешехода, включающей в себя инерциальный измерительный блок (трехосевой акселерометр и трехосевой датчик угловых скоростей) и детектор шага.

1. Введение

Известно, что в пешеходных системах навигации основной частью является инерциальный измерительный блок, состоящий из акселерометров и датчиков угловых скоростей. Для этих датчиков особенно актуален вопрос точности измерений, так как существует множество факторов, оказывающих значительное влияние погрешность этих измерений: от положения устройства на человеке до особенностей походки [1]. В докладе приводится сравнительный анализ эффективности алгоритмов фильтрации, которые используются для компенсации ошибок, возникающих вследствие работы этих датчиков.

2. Основная часть

Для системы пешеходной навигации возможно применить фильтр скользящего среднего для сглаживания оценок, составляющих ускорения. Возможно два варианта применения: для оценки дрейфа акселерометров на участках, соответствующих фазе покоя потребителя и для оценки ускорений на участках, соответствующих двигательным фазам.

Фильтрация представляет собой накопление и усреднение на участке, соответствующем фазе покоя потребителя или на фазе движения

$$a_t^{\text{дрейф}} = \frac{1}{W} \sum_{i=0}^{W-1} a_{t+i},$$

где W — длина интервала фазы покоя.

Для оценки ускорений двигательных фаз выбран фильтр скользящего среднего с окном W , равным 12 а для оценки дрейфа на фазе покоя — с W , равным 8. На временных участках, где ускорения соответствуют фазе покоя потребителя возможно применить расширенный фильтр Калмана для оценки дрейфа акселерометров.

Вектор состояния описывается как

$$x_k = \frac{a_x^{\text{дрейфа}}}{a_z^{\text{дрейфа}}}.$$

Динамическая модель вектора состояния

$$x_k = F \cdot x_{k-1} + G \cdot a_k^{\text{изм}} + G_1 \cdot D_\xi,$$

где F — переходная матрица размерностью 2×2 ; G — матрица формирующих шумов размерностью 2×2 ; $a_k^{\text{изм}}$ — вектор измерений ускорения; D_ξ — матрица дисперсий шумов наблюдения, которые находятся априорно путем усреднения дрейфов в режиме статики.

Модель измерений с учетом нулевого ускорения на временных промежутках, соответствующих фазе покоя

$$a_k^{\text{изм}} = a_k^{\text{дрейф}} + a_k^n.$$

Далее определяется экстраполированная оценка вектора состояния и матрицы дисперсий ошибок фильтрации:

$$x_k = F \cdot x_{k-1} + G \cdot a_k^{\text{изм}} + G_1 \cdot D_\xi,$$

$$x_k = F \cdot x_{k-1} + G \cdot a_k^{\text{изм}}.$$

Нахождение оценки вектора состояния и матрицы дисперсии:

$$\hat{x}_k = \hat{x}_{k-1} + K_k(a_k^{\text{изм}} - H\hat{x}_k),$$

$$M_k = M_{k-1}(I - K_k H).$$

где H — матрица наблюдений размерностью 2×2 ;

K — коэффициент усиления фильтра.

Для оценки работы каждого фильтра было проведено 10 экспериментов на прямом участке пути длиной 26,91 м. В Таблице 1 приведены ошибки определения пути, соответствующие каждому типу фильтрационного алгоритма.

Таблица 1

Тип фильтра	Ошибка, %
Фильтр скользящего среднего для оценки ускорений	1,56
Расширенный фильтр Калмана для оценки дрейфа акселерометров	1,15

3. Заключение

При реализации фильтров скользящего среднего и расширенного фильтра Калмана для системы пешеходной навигации было показано, что целесообразно применять алгоритмы фильтрации как для оценки дрейфов в фазе покоя, так и оценки ускорений в двигательных фазах.

4. Список литературы

- [1] Маринушкин, П. С. Вопросы разработки инерциальных пешеходных навигационных систем на основе МЭМС-датчиков / П. С. Маринушкин, В. А. Бахтина, И. А. Подшивалов, О. В. Стукач // Наука и Образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. — № 6. — С. 157 — 173.

COMPARISON OF FILTERING ALGORITHMS USED IN PEDESTRIAN NAVIGATION SYSTEMS

Brovko T. A., Petuhov N. I., Chugunov A. A. Kulikov R. S.
 Scientific adviser: Kulikov R. S.
 National Research University "MPEI", Russia

Abstract — A comparison of the efficiency of the moving average filter and the extended Kalman filter for a complex pedestrian navigation system that includes an inertial measurement unit (a three-axis accelerometer and a three-axis angular velocity sensor) and a step detector is considered.

УСТРОЙСТВО ПОИСКА АКТИВНЫХ МЕТОК

Деримедведь М. С., Искви В. М.
Научный руководитель: Искви В. М.

Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: mihan.der@mail.ru

Аннотация — Приведены примеры применения активных RFID меток. Рассмотрены основные методы определения местоположения в декартовых и полярных системах координат. Разобраны методы определения пеленга и дальности: метод максимума, минимума, равносигнальный.

1. Введение

В настоящее время сферы применения систем с дальней радиочастотной идентификацией при помощи активных меток включают в себя системы мониторинга различных грузов на складах и площадках для хранения, системы безопасности, системы идентификации транспорта (автомобили, железнодорожный транспорт и другие) и т.д. Особенно актуальными являются системы с возможностью определения местоположения метки в декартовых или полярных системах координат.

2. Основная часть

Поиск активной метки предполагает под собой определение ее местоположения в декартовой или полярной системе координат.

В случае использования декартовой системы координат необходимы три опорные точки. Определяя положение метки по отношению к опорным точкам, определяются координаты устройства. Недостатками такого метода является малое пространство охвата и большое количество аппаратуры.

Более целесообразным является применение метода определения местоположения с использованием полярной системы координат. В данном случае требуется намного меньше оборудования, а именно одно устройство поиска меток. Система физически не привязана к одному месту, ее легко переносить и перенастраивать.

При применении полярного метода ставится задача определения пеленга и дальности до метки. Пеленг можно определить методами максимума, минимума, а так же равносигнальными и фазовыми методами.

Равносигнальный метод использует сравнение амплитуд сигналов принимаемых антенным устройством имеющим две одинаковые диаграммы направленности, направления максимумов которых расходятся под некоторым углом и частично перекрывают друг друга (рис. 1).

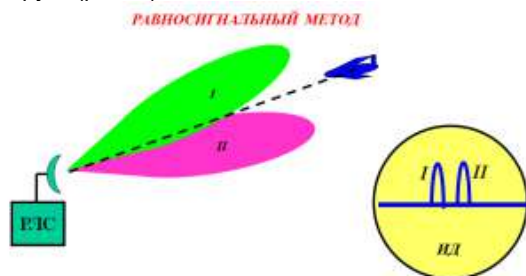


Рис. 1

При методе максимума направление максимального излучения антенны совпадает с геометрической осью диаграммы направленности и вследствие этого амплитуда принятого сигнала максимальна, когда

направление на цель совпадает с направлением антенны.

Метод минимума предполагает использование антенны с лепестковой диаграммой направленности. Угловые координаты определяются по направлению оси антенны соответствующей минимальной амплитуде принятого сигнала.

Поскольку метод максимума имеет низкую точность, а метод минимума имеет низкую дальность действия, для данной работы был выбран равносигнальный метод [1].

В качестве основы для построения активных меток была выбрана микросхема SX1280 фирмы Semtech. В этих метках реализован режим измерения дальности (Рис. 2). Присутствует возможность измерить уровень принимаемого сигнала и время задержки.

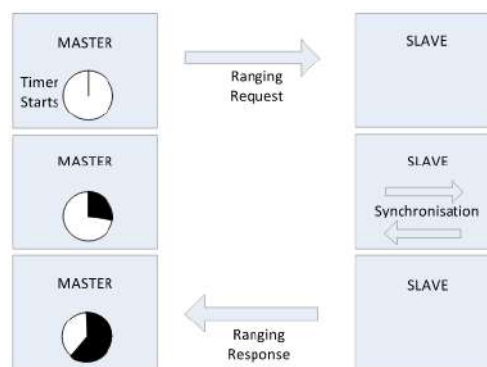


Рис. 2

3. Заключение

Были описаны сферы применения систем радиочастотной идентификации с использованием активных меток. Проведен анализ методов пеленгации и выбор оптимального метода. Выбрана микросхема для реализации конечного устройства.

4. Список литературы

- [1] Степаненко, О. Основы построения и эксплуатации РЭТ РТВ ПВО [Электронный ресурс] / О. Степаненко ; Электрон. текстовые дан. — КазНТУ им. К. И. Сатпаева, 2014. — Режим доступа: studfile.net/preview/6438811/; page:16.

ACTIVE TAG FINDER

Derimedved M. S., Iskv V. M.
Scientific adviser: Iskv V. M.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — Examples of using active RFID tags are presented. The main methods of determining the location in Cartesian and polar coordinate systems are considered. Methods for determining bearing and distance are discussed.

ПОЛНОЦВЕТНЫЙ ПРОЕКЦИОННЫЙ ЛАЗЕРНЫЙ КИНЕСКОП

Канаки Н. Г., Дидус В. Т.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Афонин И. Л.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: cygnusmr@mail.ru

Аннотация — Проекционный лазерный кинескоп может быть использован при построении проекционных кинескопов, проекционных телевизоров, которые создают изображение на зеркально отражающем или просвечивающем экране, удаленном на расстояние, определяемом поглощением среды, в котором распространяется лазерный параллельный когерентный пучок света — лазерный луч.

1. Введение

Известные проекционные кинескопы, каждый из которых представляет из себя электронно-оптический прибор, который состоит из электронно-лучевой трубки — кинескопа, который обладает повышенной яркостью свечения люминофора экрана и оптической системы — объектива, который собирает, фокусирует, направляет световой поток с излучающего экрана проекционного кинескопа на зеркально отражающе-поглощающий картинный экран, удаленный от кинескопа на определенное расстояние. При этом расстояние определяется величиной освещенности картинного экрана. В свою очередь величина освещенности обратно пропорциональна квадрату расстояния между излучающим элементом — экраном проекционного кинескопа и отражающе-поглощающим картинным экраном.

Также известны технические решения проекторов в виде квантоскопов, которые представляют собой кинескоп, экраном которого является матрица полупроводниковых лазеров, которые накачиваются электронным пучком.

2. Основная часть

Наиболее существенными недостатками выше упомянутых устройств являются:

- наличие рентгеновского излучения с излучающего экрана проекционного кинескопа, причем жесткость рентгеновского излучения растет с увеличением яркости излучающего экрана;

- ограниченность расстояния между излучающим экраном проекционного кинескопа и отражающе-поглощающим картинным экраном;

- недостаточная яркость изображений;

- необходимость наличия в кинескопе систем, которые создают, формируют и фокусируют иглоподобный электронный поток, а также систем отклонения потока в заданных направлениях, т. е. необходимость электронно-лучевой пушки и отклоняющих систем кадровой и строчной развертки, которые в свою очередь требуют нерациональных затрат энергии и являются очень чувствительными к внешним электромагнитным воздействиям и помехам.

Разработанный полноцветный проекционный лазерный кинескоп включает в себя излучатель света, модулятор яркости света, отражающе-поглощающий картинный экран (ОПКЭ). Упрощенная оптическая схема проекционного устройства показана на рис. 1. Излучатель света 1 включает в себя самосканирующую матрицу полупроводниковых лазеров. Причем они устанавливаются таким образом, что все информационные лучи, направленные на ВПКЭ 5 пересекаться в одной точке — в фокусе F. Там же устанавливается электрооптический модулятор 3.

Модулятор изменяет яркость каждого проходящего через него информационного луча в зависимости от поданного на модулятор электрического сигнала, соответствующего телевизионному сигналу яркости. При этом самосканирующие матрицы полупроводниковых лазеров устанавливаются в источник света по рядно в формате телевизионного кадра.

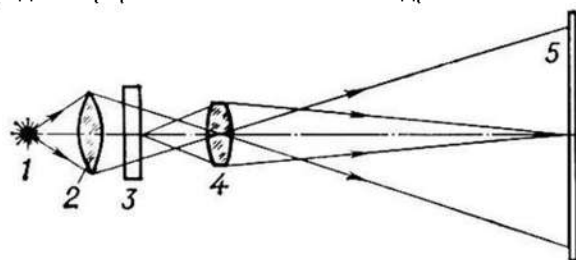


Рис. 1

Разработанный проекционный кинескоп отличается тем, что в излучателе света каждая разноцветная самосканирующая матрица полупроводниковых лазеров в каждой строке оборудована тремя отдельными электрооптическими модуляторами.

С целью упрощения конструкции, снижения себестоимости, повышения надежности, за счет уменьшения количества конструктивных элементов в каждой матрице лазеров двухлучевые лазеры установлены только в одной линейке, а в двух других установлены обычные однолучевые лазеры.

3. Заключение

Технический результат заключается в возможности передавать более полную информацию, например, полноцветные изображения на расстоянии, которые определяются оптической прозрачностью среды, сквозь которую проникают лазерные световые потоки. Технический результат также заключается в упрощении конструкции лазерной матрицы, улучшении технологии изготовления, снижении себестоимости и повышении надежности конструкции. При этом фотоэлектрические преобразователи установлены только в одной лазерной линейке, в той, которая состоит из двухлучевых лазеров.

4. Список литературы

- [1] Мокиенко, О. М. Лазерные кинескопы нового поколения / О. М. Мокиенко // Электроника. НГБ. — 2000. — № 6. — С. 54—56.
- [2] Патент на изобретение № UA 107668 C2 10.02.2015 Афонин И. Л., Канаки Н. Г., Канаки С. Н.

FULL COLOR PROJECTION LASER KINESCOPE

Kanaki N. G., Didus V. T.

Scientific adviser: Afonin I. L.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A projection laser kinescope can be used in the construction of projection kinescopes, projection televisions, which create an image on a specularly reflecting or translucent screen, which is remote at a distance. The distance is determined by the absorption of the medium in which a parallel coherent light beam (a laser beam) propagates.

АДАПТАЦИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ «ИССЛЕДОВАНИЕ ВХОДНЫХ ЦЕПЕЙ» ДЛЯ РАБОТЫ В ДИСТАНЦИОННОМ РЕЖИМЕ

Лукьянчиков А. В., Смекодуб В. А., Лызлов А. В.
 Научный руководитель: канд. техн. наук Лукьянчиков А. В.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: brain75@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен вариант адаптации лабораторной установки для дистанционного выполнения и предложена открытая архитектура лабораторного макета, позволяющая одновременно изучать элементную базу.

1. Введение

С целью улучшения процесса образования в условиях пандемии актуальной становится задача замены старого макета по дисциплине «Основы приема и обработки сигнала», на иной макет, который обеспечивает большую наглядность для студента в процессе обучения, а также позволит выполнять работу в дистанционном режиме с применением цифровых образовательных технологий посредством сети интернет. Такая методика проектирования макета позволяет обеспечить лучшее усвоение материала студентами, не изменяя методики преподавания и пособий по дисциплине

2. Основная часть

Неотъемлемой частью любого профессионального, современного приемника является входная цепь [1]. Правильный выбор типа входной цепи и грамотный расчет ее параметров в некоторых случаях позволяет увеличить дальность связи, а это увеличивает вероятность спасения человеческих жизней при техногенных катастрофах. Поэтому модификация макета исследования входной цепи в применении к технологии программно определяемого радио является актуальной задачей.

С целью повышения качества усвоения материала разрабатывается новый макет для дисциплины «Основы приема и обработки сигнала». Наглядность обеспечивается за счет применения открытой архитектуры построения макета. Открытая архитектура подразумевает, создание макета с топологией разведения монтажа элементов и соединительных дорожек на печатной плате таким образом, что студент может визуально наблюдать схему макета. Схема макета соответствует принципиальной электрической схеме, которая описана в методических указаниях по данному предмету. Таким образом, студент может без помощи преподавателя самостоятельно вычислить куда и как нужно производить подключение приборов которые принимают участие в выполнении данной работы. Так же такая архитектура построения макета позволяет студенту наглядно выполнять работу, одновременно изучая элементную базу, которая применяется в лабораторном макете.

Для обеспечения выполнения лабораторной работы в дистанционном режиме макет может быть подключен к лабораторной установке, схема которой изображена на рис. 1.

В лабораторной установке все коммутации и подачу зондирующих сигналов осуществляет микроконтроллер. Этим микроконтроллером управляет студент посредством веб-страницы [2] в электронной образовательной среде. Визуально за макетом студент может наблюдать через стрим веб-камеры, которые установлены рядом с макетом.

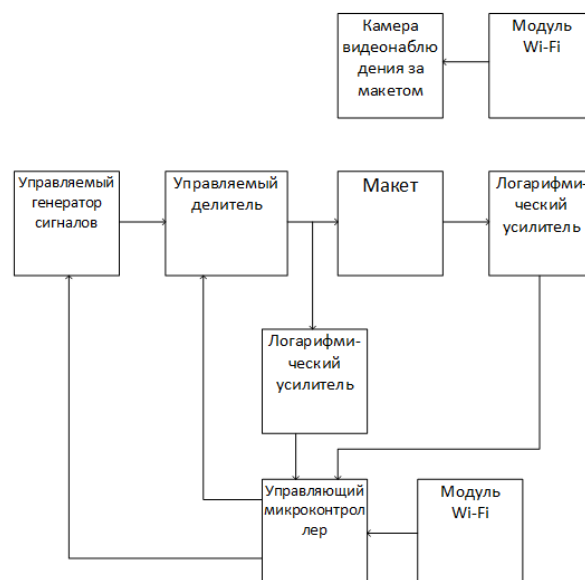


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, проведенная адаптация макета по дисциплине «Основы приема и обработки сигнала» позволила с одной стороны увеличить наглядность схемотехнических решений, а с другой — выполнять эту работу дистанционно на физической лабораторной установке.

4. Список литературы

- [1] Волуйко, Д. А. Разработка квадратурного гетеродина для SDR приемника на основе двух синтезаторов AD9850 / А. В. Лукьянчиков, Д. А. Волуйко // В сб. Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций «РТ-2017». Матер. 13-й междунар. молодежной науч.-техн. конф. — Севастополь: СевГУ, 2017. — С. 42.
- [2] Abakumov, A. The Web-applications development features for IOT using the MQTT protocol / Abakumov A., Lukyanchikov A. B. // Материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. — 2019. — С. 215—218.

ADAPTATION OF THE LABORATORY UNIT "INVESTIGATION OF INPUT CIRCUITS" FOR WORK IN REMOTE MODE

Lukyanchikov A. V., Smekodub V. A., Lyzlov A. V.
 Scientific adviser: Lukyanchikov A.V.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — A variant of adaptation of a laboratory installation for remote execution is considered and an open architecture of a laboratory model is proposed, which allows simultaneously studying the element base.

АППАРАТНАЯ ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ SDR ТЕХНОЛОГИИ

Лызлов А. В., Ткаченко М. О., Лукьянчиков А. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук Лукьянчиков А. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: Mishko_tkach@mail.ru

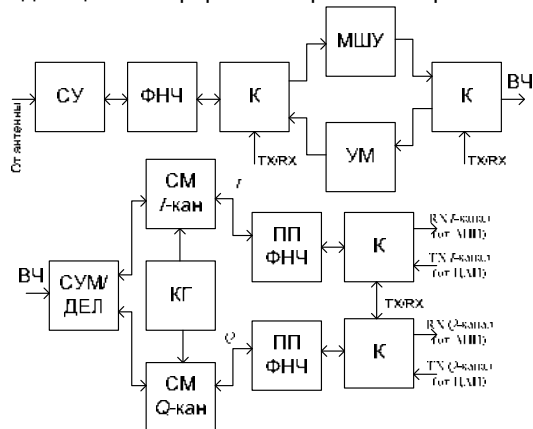
Аннотация — разработана универсальная аппаратная платформа для изучения технологии программно-определяемого радио.

1. Введение

Современные системы связи все чаще используют технологии программно-определяемого радио для разработки приемных устройств. Это позволяет создавать универсальную аппаратную платформу [1], в которой тактико-технические параметры определяются в основном программным обеспечением. В связи с этим изучение программно-определяемой технологии является обязательной частью учебного процесса любого технического ВУЗа. Для реализации этого требования необходимо решить задачу материального обеспечения лаборатории, этого можно достичь разработав унифицированную аппаратную приемно-передающую платформу которая может быть напрямую подключена к ПК. Решению такой задачи посвящена эта работа.

2. Основная часть

Структурная схема универсальной приемно-передающей платформы изображена на рис. 1.



СУ — согласующее устройство; ФНЧ — фильтр нижних частот; К — аналоговый коммутатор; МШУ — малошумящий усилитель; УМ — усилитель мощности; СУМ/ДЕЛ — аналоговый взаимный сумматор; КГ — квадратурный гетеродин; СМ — смеситель; ПП ФНЧ — полуполосный ФНЧ

Рис. 1

Рассмотрим работу платформы в режиме прием (верхние цепи коммутаторов). Сигнал от антенны поступает во входную цепь через согласующее устройство. Во входной цепи происходит фильтрация побочных каналов связи. Требование ко входной цепи это минимальное затухание в полосе пропускания для обеспечения малого уровня собственных шумов приемника и обеспечения высокой чувствительности. Далее сигнал попадает на МШУ, где усиливается до уровня превышающего уровень собственных шумов смесителя в несколько раз. Здесь же происходит расщепление сигнала на синфазный и квадратурный, делается это с помощью квадратурного гетеродина [2], который управляется от микроконтроллер. Значение частоты

квадратурного гетеродина определяет частоту принимаемого канала связи. Далее квадратурный сигнал переносится на нулевую частоту таким образом, чтобы середина частотного спектра модулирующего сигнала приходилась на нулевую частоту. Далее сигнал попадает на полуполосные фильтры, которые осуществляют канальную фильтрацию. Далее сигнал может быть оцифрован звуковой картой ПК и обработан (демодулирован) с использованием технологии SDR в персональном компьютере.

В режиме передачи (нижние цепи коммутаторов) аппаратная платформа работает следующим образом. Модулирующий сигнал на персональном компьютере преобразуется с использованием технологии программно-определяемого радио в квадратурный низкочастотный сигнал и через ЦАП звуковой карты ПК попадает на полуполосные фильтры. Далее сигнал попадает на квадратурный преобразователь частоты и линейно переносится на требуемую частоту, которая определяется частотой настройки квадратурного гетеродина. Далее квадратурные сигналы складываются и получается полный радиосигнал малой мощности. Далее этот сигнал попадает на усилитель мощности. Затем сигнал попадает во входную цепь где отсекаются побочные гармонические составляющие возникающие в процессе прохождения сигнала через тракт. Далее сигнал попадает в антенну через согласующее устройство, где и преобразуется в электромагнитную волну. Эффективность такого преобразования определяется параметрами излучения антенны.

3. Заключение

В результате разработки аппаратной приемно-передающей платформы появилась возможности практически изучать технологии SDR как при приеме сигналов, так и при их передаче.

4. Список литературы

- [1] Ткаченко, М. Одноплатный трансивер / М. Ткаченко, А. Лызлов // достижения и перспективы инноваций и технологий. — 2020. — №9. — С. 64 — 67.
- [2] Волуйко, Д. А. Разработка квадратурного гетеродина для SDR приемника на основе двух синтезаторов AD9850 / Лукьянчиков А. В., Волуйко Д. А. // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций «РТ-2017». — С. 42.

HARDWARE TRANSMISSION AND RECEIVING PLATFORM FOR STUDYING SDR TECHNOLOGY

Lyzlov A. V., Tkachenko M. O., Lukyanchikov A. V.
Scientific adviser: Lukyanchikov A. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A universal hardware platform for studying software-defined radio technology is developed.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТА УТЕЧКИ СПЕКТРА ПРИ КВАДРАТУРНОМ ПРИЕМЕ

Лукьянчиков А. В., Лызлов А. В., Ткаченко М. О.

Научный руководитель: канд. техн. наук, Лукьянчиков А. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: r6kan73@gmail.com

Аннотация — Рассмотрена проблема межканального перетекания спектра, возникающая в процессе квадратурной обработки.

1. Введение

Основой современных приемо-передающих устройств является технология прямого преобразования, с дальнейшим переносом частоты принимаемого сигнала на нулевую частоту и его оцифровкой. Ядром данной технологии является квадратурный демодулятор (модулятор), который позволяет принимать или передавать любые виды аналоговой или цифровой модуляции.

Недостатком такого метода является перетекание спектра из I-канала в Q-канал из-за несоответствия баланса фаз и амплитуд в каждом канале.

2. Основная часть

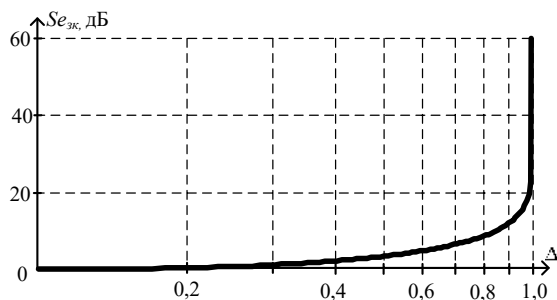


Рис. 1

График (см. рис. 1) построен при условии, что в системе отсутствует разбаланс фаз. Анализ графика показал, что квадратурный смеситель очень чувствителен к неодинаковости амплитуд квадратурных сигналов. Поэтому при проектировании устройств, с квадратурной обработкой сигнала, необходимо реализовывать возможность подстройки амплитуды одного из каналов в небольших пределах.

На рис. 2 изображена зависимость подавления зеркального канала от разности фаз между идеальным квадратурным сигналом и реальным.

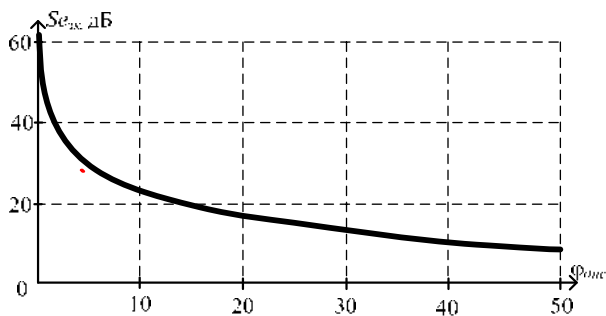


Рис. 2

С ростом разности фаз уменьшается избирательность по зеркальному каналу. Так, например, увеличение разности углов до 10 градусов приводит к снижению избирательности по зеркальному каналу до 20 дБ. Для компенсации фазовых соотношений необходимо применять управляемый фазовраща-

Принимаемый сигнал преобразуется в комплексный сигнал, который несет в себе полную информацию о фазе, частоте и амплитуде. Комплексный сигнал получают путем расщепления сигнала на два канала, которые разнесены по фазе на 90°, канал смещенный на 90° называют Q-каналом, канал без фазового сдвига называют I-каналом.

Оценить подавление зеркального канала можно по следующей формуле [1]

$$10 \cdot \log \left(\frac{|1 + \Delta^2 + 2 \cdot \Delta^2 \cdot \cos(\varphi_{\text{фаз}})|}{|1 + \Delta^2 - 2 \cdot \Delta^2 \cdot \cos(\varphi_{\text{фаз}})|} \right),$$

где Δ — разница амплитуд между каналами;

$\varphi_{\text{фаз}}$ — разница фаз между каналами.

График зависимости подавления зеркального канала от разности амплитуд изображен на рис. 1. тель, который достаточно дорог и может внести амплитудные искажения. Другим путем является учет разности фаз при цифровой обработке сигналов, но для этого необходимо проводить процедуру калибровки аппаратной части.

3. Заключение

Проблема эффекта утечки спектра присуща любой аппаратной платформе с квадратурной обработкой сигналов [2]. Нивелировать этот эффект достаточно трудно так-как использование аттенуаторов влияет на фазу сигнала, а использование фазовращателей влияет на фазу сигнала при этом процесс настройки будет крайне затруднительным и много итерационным. Поэтому можно использовать программную компенсацию этого эффекта, но для этого потребуется предварительная калибровка тракта.

4. Список литературы

- [1] Лайонс, Р. Цифровая обработка сигналов / Р. Лайонс. - М. : Бином-Пресс, 2011. — 656 с.
- [2] Волуйко, Д. А. Разработка квадратурного гетеродина для SDR приемника на основе двух синтезаторов AD9850 / Лукьянчиков А. В., Волуйко Д. А. //Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций «РТ-2017». — С. 42.

ANALYSIS OF EFFECT OF SPECTRUM LEAKAGE IN QUADRATURE SIGNAL PROCESSING

Lyzlov A. V., Tkachenko M. O., Lukyanchikov A. V.

Scientific adviser: Lukyanchikov A. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The problem of interchannel spectrum overflow, arising in the process of quadrature signal processing, is considered.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАТУХАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН НИЗКОЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА В ГОРНЫХ ПОРОДАХ

Фролова М. А., Янковский С. И., Сизых Д. А., Дурманов М. А.

Научный руководитель: Дурманов М. А.

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», Россия

E-mail: mari.frolova3@gmail.com

Аннотация — Рассмотрена экспериментальная установка для исследования затухания электромагнитных волн низкочастотного диапазона в горных породах.

1. Введение

Горнодобывающая промышленность — это одна из самых активно развивающихся отраслей РФ. По данным Росстата за 2019 год горная промышленность выросла на 4%. Это связано с тем, что общие ресурсы полезных ископаемых России на сегодняшний день оцениваются 75\$ трлн. В прошлом году в российских шахтах в 18-ти авариях, погиб 21 человек, что в два раза больше чем число погибших за 2018 год. В связи с этим, остро стоит проблема быстрого поиска пострадавших под/за завалами.

Для поиска пострадавших используют специальные поисковые устройства, которые должны обеспечивать максимальную дальность поиска и минимальную погрешность определения местоположения пострадавших в условиях сильного затухания электромагнитных волн. Поэтому наиболее целесообразно использовать устройства, работающие на частотах в пределах от 3 кГц до 300 кГц.

Задачей данной работы является разработка экспериментальной установки для исследования затухания электромагнитных волн в широком частотном диапазоне в различных горных породах.

2. Основная часть

Обобщенная структурная схема разрабатываемой установки показана на рис. 1. Установка представляет собой передаточную систему, состоящую из передатчика (ПРД) с магнитной антенной (МА1) и приемника (ПРМ) с магнитной антенной (МА2). Средой, находящейся между приемником и передатчиком, которая вносит затухание в излучаемое электромагнитное поле, могут быть металлические конструкции, горные породы, бетонные и железобетонные сооружения.

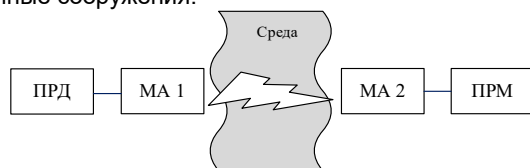


Рис. 1

Структурная схема передатчика, изображена на рис. 2, а. Передатчик состоит из внешнего задающего генератора (ВГ) и усилителя мощности (УМ). УМ необходимо включать в состав передатчика для решения проблемы получения значительной мощности выходного сигнала в широкой полосе частот. Используя один лишь генератор (например, низкочастотный синтезатор частот ГЗ-110) не получится решить вышеупомянутую проблему, так как данный генератор способен формировать лишь маломощные сигналы, максимальный уровень сигнала которых составляет 2 В при нагрузке в 600 Ом.

Структурная схема приемника показана на рис. 2, б. Приемник построен по классической супергетеродинной схеме и состоит из широкополосного усилителя (ШПУ), смесителя (СМ), перестраиваемого генератора (Г), усилителя промежуточной частоты (УПЧ) и детектора (Д). Благодаря такой реализации приемника, появляется возможность производить прием и усиление сигналов в узкой полосе частот на любой рабочей частоте измерительной системы.

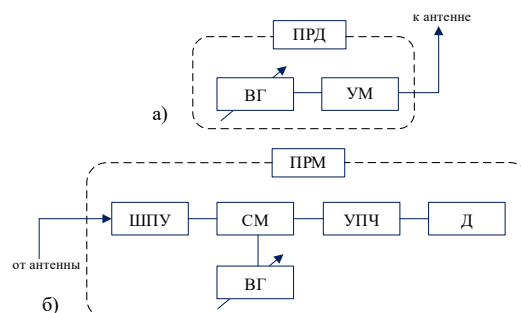


Рис. 2

3. Заключение

Разработанные структурные схемы передающего и приемного устройств позволяют создать установку для проведения экспериментальных исследований затухания электромагнитных колебаний в различных средах с целью выбора оптимальной частоты колебаний с точки зрения максимальной проникающей способности радиосигнала.

4. Список литературы

- [1] Широков, И. Б. Усилитель мощности экспериментальной установки для исследований распространения электромагнитных волн низкочастотного диапазона при решении задач поиска людей под завалами / И. Б. Широков, Ю. Б. Гимпелевич, М. А. Дурманов, Е. А. Редькина, И. В. Скорик // «Измерительная и вычислительная техника в технологических процессах»: Междунар. научно-техн. журнал. — Хмельницкий, 2011. — Вып. 2. — С. 83—88.
- [2] Оперативные данные по индексу промышленного производства [Электронный ресурс] / Федеральная служба государственной статистики. Режим доступа <https://rosstat.gov.ru/folder/70843/document/92868>.

EXPERIMENTAL EQUIPMENT FOR STUDY OF THE ATTENUATION OF LOW-FREQUENCY ELECTROMAGNETIC WAVES IN ROCKS

Frolova M. A., Yankovskiy S. I., Syzh D. A., Durmanov M. A.
Scientific adviser: Durmanov M. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — An experimental equipment for study of the attenuation of low-frequency electromagnetic waves in rocks is considered.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОЛИВА РАСТЕНИЙ

Миць Р. С.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: onemoment.ua@gmail.com

Аннотация — Разработаны структурная схема и принцип работы системы автоматического полива растений.

1. Введение

Орошение садовых культур является одним из основных факторов создания оптимальных условий благоприятного роста, развития и плодоношения. Почвенная влага является единственным природным источником воды для растений. Объём воды в разных типах почвы может значительно варьироваться, поэтому необходимо поддерживать определенный режим влажности, учитывая соотношение в почве воды и воздуха. Высыхание растений указывает на недостаток влаги, говорящий о том, что пропущен очередной срок полива. Данная проблема полностью исключается разработанной системой автоматического полива, которая автоматически в заданное время или по заданным параметрам осуществит необходимый растениям полив.

2. Основная часть

Структурная схема системы автоматического полива растений показана на рис. 1.

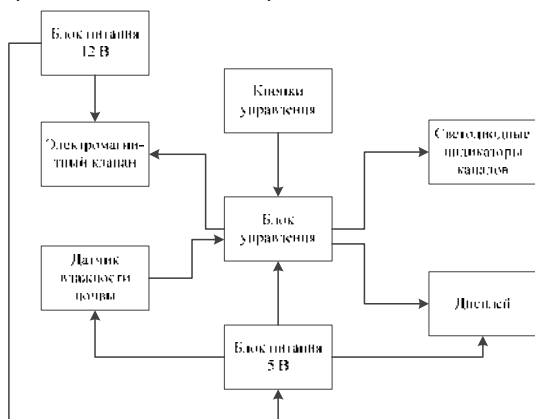


Рис. 1

Рассматриваемая система состоит из электромагнитного клапана, датчика влажности почвы, дисплея, светодиодов, кнопок управления, блока управления и блока питания на 12 В (для питания электромагнитных клапанов) и на 5 В (для питания микроконтроллера, дисплея и датчика).

Электромагнитный клапан предназначен для управления потоком воды, путем подачи напряжения на его выводы. В случае подачи напряжения питания происходит открытие клапана и происходит полив, при отключении питания клапан закрывает подачу, тем самым завершая полив.

Датчик влажности почвы передает на микроконтроллер информацию о состоянии почвы, и в зависимости от этих значений и установленного режима, микроконтроллер решает, необходим ли сейчас полив или нет.

Дисплей необходим для наглядного вывода информации в графическом виде. Он позволяет отслеживать в режиме реального времени все параметры и установки устройства, задавать необходимый ре-

жим или менять что-то в активном режиме. Включать и отключать клапаны, тем самым изменяя количество орошаемых растений.

Светодиоды используются для обозначения активных каналов (в главном меню) и настраиваемого канала в данный момент (при настройке ручного режима).

Кнопки управления являются интерфейсом ввода, с помощью которого осуществляется настройка параметров устройства пользователем.

Блок управления представляет собой микроконтроллер, содержащий программное обеспечение, реализующее алгоритм работы системы, который, в свою очередь, отвечает за обработку информации с датчика влажности почвы, кнопок и выполняет контроль всей системы.

Алгоритм работы программного обеспечения следующий. При первом запуске устройства происходит установка заводских настроек. На экране появляется дежурный экран с выбранным режимом (по умолчанию «null») а также датой и временем (по умолчанию сброшены в нули). Далее программа опрашивает кнопку «OK» и если она нажата, то происходит переход в режим выбора меню, в данном устройстве таких меню три:

- настройка автоматического режима работы системы;
- настройка даты и времени;
- выбор режима (авто, ручной запуск, выключен «null»);

Выбрав необходимое меню кнопкой «OK» программа открывает нам доступ к различным настройкам данного меню. После установки всех необходимых параметров программа доходит до последнего подменю с настройками и происходит ожидание либо нажатия на кнопку «Back», для возврата на один уровень выше, либо через 5 минут выведет на LCD дежурный экран, сохранив при этом все настройки в энергонезависимую память, для того чтоб при отключении основного питания не сбрасывались установки. Данный алгоритм может повторяться бесконечное количество раз. При выполнении любых изменений в настройках программы новые значения сохраняются автоматически.

3. Заключение

В работе разработана структурная схема и описан принцип работы системы автоматического полива растений. Реализовано программное обеспечение для микроконтроллерного блока управления. Данная система может быть использована как для домашнего использования, так и для небольшого огорода или сада, в котором использование восьми каналов для полива будет достаточным.

AUTOMATIC PLANTS WATERING SYSTEM

Mits R. S.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The block diagram and the operation principle of the automatic plants watering system are considered.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАДИОЛОКАЦИОННОГО СИГНАЛА, ОТРАЖЕННОГО ОТ ПОДВИЖНОГО ОБЪЕКТА

Краснов Л. М., Холманов В. В., Железняк А. А., Корнеев М. Р.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Краснов Л. М.

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

E-mail: leonid_19@list.ru

Аннотация — Представлены кинематическая и электродинамическая модели подвижной радиолокационной цели сложной формы. Приведен пример анализа сигнала, отраженного от вибрирующего объекта.

1. Введение

За последние годы интерес к получению информации о характеристиках радиолокационного рассеяния существенно возрос. С одной стороны, это обусловлено тем, что развитие радиолокационной техники на настоящем этапе сдерживается уже не элементной базой, а отсутствием достоверной информации об отраженных от объектов полях. С другой стороны, часто приходится искать пути управления характеристиками рассеяния объектов с целью увеличения или уменьшения их радиолокационной заметности. Поэтому разработка математических моделей отраженных радиолокационных сигналов и решения на их основе обратных задач рассеяния радиоволн актуальна.

2. Основная часть

Кинематическая модель подвижной цели сложной формы. Известно, что объект радиолокационного наблюдения характеризуется центром тяжести и несколькими локальными областями рассеяния (ЛОР) радиоволн.

Полагаем, что локальные области рассеяния (ЛОР) перемещаются относительно центра тяжести объекта.

Используя представление сложной цели в виде совокупности ЛОР, определим ее поле вторичного излучения. Обозначим центр масс объекта точкой О. Положение m-ой ЛОР можно определить радиус-вектором $\vec{r}_m$, $m = 1 \dots N$, где N — количество ЛОР

Электродинамическая модель радиолокационного сигнала, отраженного от подвижной цели сложной формы.

В векторной форме напряженность магнитного поля монохроматической волны может быть представлена в виде [1 с.567]

$$\vec{H} = \vec{H}_0 e^{-i[\omega t - (\vec{k} \cdot \vec{r})]} \quad (1)$$

Здесь $\vec{H}_0$ — постоянный комплексный вектор, ω — несущая частота, $\vec{r}$ — радиус-вектор, проведенный в рассматриваемую точку поля, $\vec{k}$ — волновой вектор:

$$\vec{k} = \frac{\omega}{v} \vec{n} = \frac{2\pi}{\lambda} \vec{n}, \quad (2)$$

$\vec{n}$ — единичный вектор, проведенный в направлении распространения волны, v — фазовая скорость волны, $\lambda = vT$ — длина волны, T — период колебаний.

В активной радиолокации векторы $\vec{k}$ и $\vec{r}$ имеют одинаковое направление, поэтому выражения (1) и (2) соответственно можно представить как

$$\vec{H} = \vec{H}_0 e^{-i[\omega t - (kr)]} \quad (3)$$

$$\text{и} \quad k = \frac{2\pi}{\lambda}, \quad (4)$$

где r — расстояние от РЛС до радиолокационной цели.

Можно показать [2, с.48], что математическая модель принятого сигнала имеет вид

$$\vec{H}_s = \vec{H}_0 \frac{\exp i(\omega t - 2kR_0)}{2\sqrt{\pi}R_0} \sum_{m=1}^N \exp[-i2k(\vec{r}_0 \cdot \vec{r}_m)] \rho_m(\vec{k}),$$

где ρ_m — ЭПР m-ой ЛОР.

Для примера рассмотрим модель сигнала отраженного от подвижной цели с одной ЛОР, $N=1$.

$$\vec{H}_s = \vec{H}_0 \frac{\rho_1(\vec{k})}{2\sqrt{\pi}R_0} \exp i[\omega t - 2kR_0 - 2k(\vec{r}_0 \cdot \vec{r}_1)],$$

где скалярное произведение можно переписать в виде

$$(\vec{r}_0 \cdot \vec{r}_1) = r_1 \cos(\alpha),$$

α — угол между линией зондирования и радиус-вектором ЛОР в системе координат, связанной объектом. Например, в простейшем случае, когда $\alpha = 0$, $R_0 = \text{const}$ и единственная ЛОР подвержена вибрации $r_1 = r_{1m} \sin(\Omega t)$, фаза $\varphi(t) = 2k(\vec{r}_0 \cdot \vec{r}_1)$ изменяется по закону $\varphi(t) = 2kr_{1m} \sin(\Omega t)$.

В общем случае математическая модель может быть использована для решения обратных задач рассеяния радиоволн подвижных объектов сложной формы.

3. Заключение

Разработанная математическая модель может быть использована для исследования характеристик сигналов, отраженных от подвижных объектов, а также для экспериментального решения обратных задач рассеяния радиоволн подвижных объектов сложной формы.

4. Список литературы

- [1] Яворский, Б. М. Справочник по физике. Для инженеров и студентов вузов. / Б. М. Яворский, А. А. Детлаф. — М.: Наука, 1968. — 939 с.
- [2] Краснов, Л. М. Математическая модель радиолокационного сигнала, рассеянного объектом сложной структуры / Л. М. Краснов // Вестн. СевГУ. Сер. Информатика, электроника, связь: Сб. науч. тр. — Севастополь, 2001. — Вып. 32. — С. 112—115.

MATHEMATICAL MODEL OF RADAR SIGNAL REFLECTED FROM MOBILE OBJECT

Krasnov L. M., Holmanov V. V., Zeleznyak A. A.
Korenev M. R.

Scientific adviser: Krasnov L. M.
Black Sea Higher Naval School Named After
P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — Kinematic and electrodynamic models of a complex radar moving target are presented. An example of analysis of a signal reflected from a vibrating object is given.

ИМИТАТОР ДЫХАНИЯ МЛАДЕНЦА

Овчаров П. П., Деримедведь М. С., Вертегел Е. В., Вертегел В. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Вертегел В. В.

Севастопольский государственный университет, ООО «ИЦ СевГУ», Россия

E-mail: mihan.der@mail.ru

Аннотация — Представлены результаты разработки имитатора дыхания младенца, который может быть использован для отладки медицинского оборудования радиолокационного типа.

1. Введение

С ростом количества и разнообразия систем мониторинга дыхания новорожденных и младенцев, использующихся как в медицинских, так и в бытовых целях, возникла необходимость в устройствах, имитирующих процессы дыхания и позволяющих производить безопасную отладку подобных систем без прямого участия детей.

2. Основная часть

Современные системы мониторинга дыхания условно можно разделить на 2 категории: контактные и бесконтактные.

Контактные системы строятся на основе датчиков, которые крепятся непосредственно на тело либо размещаются под поверхностью на которой находится ребенок.

Бесконтактные системы могут анализировать звуки дыхания ребенка либо отслеживать движения грудной клетки при помощи радиолокации или видеокамер и специальных тканевых накладок с определенными геометрическими рисунками [1].

Но вне зависимости от устройства, вышеперечисленные системы нуждаются в тестировании и отладке. Использование детей для этих целей не всегда возможно и оправдано, поэтому возникает необходимость в имитаторе, который позволяет проводить полный набор необходимых тестов в различных режимах работы и условиях эксплуатации.

Разработанный имитатор дыхания младенца представляет из себя антропоморфную пластиковую куклу, внутрь корпуса которой помещен механизм, состоящий из сервомотора и пластиковых элементов, преобразующих вращательное движение оси сервомотора в прямолинейное колебательное движение фрагмента грудной клетки и живота куклы под управлением контроллера (рис. 1).



Рис. 1

Для дистанционного беспроводного управления амплитудой и частотой колебаний грудной клетки используется BLUETOOTH модуль, который устанавливается на материнскую плату внутри корпуса куклы (рис. 2).



Рис. 2

Электрическое питание всех электронных блоков и сервомотора осуществляется от источника постоянного напряжения +12 В и током не более 1 А. Для этих целей может использоваться как стандартный AC/DC преобразователь, так и аккумулятор, что повышает портативность данного устройства и в совокупности с возможностью управления по BLUETOOTH каналу позволяет использовать его в различных ситуациях, где применение проводного питания не целесообразно.

Специальное программное обеспечение позволяет дистанционно управлять амплитудой и частотой колебаний грудной клетки. Амплитуда колебаний может изменяться в пределах от 1 до 5 мм, а частота — в диапазоне от 20 до 60 колебаний в секунду.

3. Заключение

Разработанный имитатор дыхания младенца позволяет проводить отладку оборудования для мониторинга дыхания радиолокационными методами. Исследования различных материалов показали, что наиболее близкой по отражающим свойствам в миллиметровом диапазоне частот является хлопковая ткань, смоченная соленой водой. Помещенная в герметичный полиэтиленовый пакет такая ткань, может использоваться в качестве накладки на грудную клетку имитатора. Задачей дальнейших исследований является анализ и разработка системы, имитирующей сердцебиение младенца.

4. Список литературы

- [1] Nanit Smart Baby Monitoring [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.nanit.com/uk/products/complete-monitoring-system?mount=wall-mount>.

INFANT BREATHING IMITATOR

Ovcharov P. P., Derimedved M. S., Vertegel E. V., Vertegel V.V.

Scientific adviser: Vertegel V. V.

Sevastopol State University, SevSU EC Ltd., Russia

Abstract — The results of the development of an infant breathing imitator that can be used to debug radar type medical equipment are presented.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ ПОЛЕТА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Подгорный А. С., Кудрявченко И. В.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: sipodgor@mail.ru

Аннотация — Приведён пример способа управления над беспилотным летательным аппаратом. Разработана электрическая структурная схема реализации способа управления БПЛА, а также одна из возможных схем компоновки беспилотного летательного аппарата.

1. Введение

Беспилотный летательный аппарат (БПЛА) — доля сложного комплекса, одна с основных задач которого — оперативное доставление полученных сведений вплоть до персонала пункта управления (ПУ).

Важнейшее задание, возлагаемое на БПЛА, — исполнение разведки труднодоступных районов, в которых приём информации обычными средствами затруднен или же подвергает опасности самочувствие и жизни людей. Вдобавок военного использования использование комплексов БПЛА открывает шанс оперативного и недорогого способа обследования труднодоступных участков местности, периодического наблюдения заданных районов, цифрового фотографирования ради использования в геодезических работах и в случаях чрезвычайных ситуаций.

2. Основная часть

При обеспечении безопасности полетов БПЛА надлежит обозначить, что концепция его управления должна основываться с учетом существующих методов с сохранением безопасности всех участников движения.

Существование навигационной информации, получаемой через спутниковые системы позиционирования, около существующих особенностях летно-технических характеристик БПЛА требует разработки методов управления беспилотными летательными аппаратами в воздушном пространстве с использованием полетной информации при автоматическом зависимом наблюдении, отчего представляет актуальную задачу.

В соединении системы входит наземная база управления (НБУ), оборудованная устройством визуализации, отдаленный летчик-оператор в НБУ и конструкция передачи данных среди БПЛА и НБУ. Методика позволяет пилоту-оператору проверять перелет БПЛА через трехмерное синтезируемое изображение. В период полета бортовой режим БПЛА периодически транслирует собственный идентификатор, местонахождение, высоту и азимут.

Согласно полученным с БПЛА данным в системе визуализации генерируется и отображается в экране монитора положение кругом текущего местоположения БПЛА.

Летчик-оператор, анализируя данный вид, воздействует на органы системы управления полетом, чьи сигналы транслируются назад в БПЛА. В движение тех фаз полета БПЛА, когда порядок визуализации никак не используется ради управления, он выполняет полет под управлением бортовой автономной системы.

Особо обеспечивается канал взаимоотношения с системой УВД и пилотами других летательных аппаратов, имеющих прямую связность с указанным пилотом-оператором.

Метод управления осуществляется следующим образом: БПЛА передает информацию о своем местоположении в внешний блок управления (9), какой представляет из себя постоянный или движущийся пункт управления, оборудованный автоматизированным рабочим местом оператора. Перенесение информации осуществляется сквозь спутниковый канал связи (8). С пункта управления беспилотным аппаратом сквозь спутниковый канал связи (8) данные передается в систему управления БПЛА. Таким образом, в пункте управления (9) позволено видеть за положением БПЛА при значительном удалении и за исключением зоны радиовидимости.

При посадке БПЛА в определенную точно заданную точку данные, полученная с блока передачи изображений в экран или дисплей БПЛА (5), представляющего из себя видеоканал, установленную прямо на борту БПЛА, направляется сквозь спутниковый канал связи в внешний блок управления (9), обрабатывается и используется ради выработки команд обеспечения безопасной посадки БПЛА.

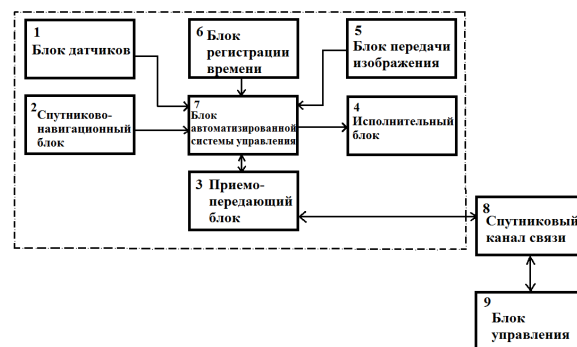


Рис. 1

3. Заключение

Для возможности контроля целесообразно использовать канал мобильной системы связи системы GSM, что существенно расширяет функциональные возможности системы сигнализации и увеличивает расстояние, на которое можно передать разнообразные сигналы.

4. Список литературы

- [1] Амелин, К. С. Адаптивное управление автономной группой беспилотных летательных аппаратов / К. С. Амелин, Е. И. Антал, В. И. Васильев, Г. О. Гранчина // Стохастическая оптимизация в информатике, 2009. — Т. 5 — № 1-1. — 157 с.

UNMANNED AERIAL VEHICLE CONTROL SYSTEM

Podgorniy A. S., Kudryavchenko I. V.
Scientific adviser: Kudryavchenko I. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — An example of a method for controlling an unmanned aerial vehicle is given. An electrical block diagram of the implementation of a method for controlling an unmanned aerial vehicle has been developed, as well as one of the possible layout schemes for an unmanned aerial vehicle.

МИНИМИЗАЦИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ОШИБОК ИЗМЕРЕНИЯ ВЫСОТЫ РАДИОВЫСОТОМЕРОМ МАЛЫХ ВЫСОТ

Корченков В. М., Греханов М. А., Дидус В. Т., Поляков А. Л.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, с. н. с. Поляков А. Л.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: lerokstar@mail.ru

Аннотация — При измерении высоты радиовысотомером малых высот возникают погрешности, которые обусловлены влиянием различных факторов. В статье рассматривается возможность минимизации динамических погрешностей в работе радиовысотомера над лесистой местностью на основе применения фацетной модели подстилающей поверхности.

1. Введение

При работе высотомера малых высот возникает несколько групп погрешностей.

Первую группу погрешностей образуют методические, связанные со случайным характером принятого сигнала, изменением рассеивающих свойств земной поверхности в процессе полета, влиянием крена и тангажа ЛА, шумами внешнего и внутреннего происхождения.

Вторая группа связана с динамическими ошибками. В радиовысотомерах они возникают из-за маневров ЛА: измерение высоты сильнопересеченного рельефа, использования РВ в системах управления самолета и других случаях.

Третью группу составляют инструментальные погрешности.

2. Основная часть

В связи с большим количеством факторов и условий, которые влияют на характеристики отражения зондирующего сигнала подстилающей поверхностью, абсолютно точных моделей описания таких поверхностей не существует в принципе. Можно говорить только об аппроксимации модели с какой-либо точностью. В большинстве своем существующие модели основываются на статистических методах.

Модель земной поверхности можно представить в виде суммы элементарных излучателей — фацетов. Такой метод представления довольно часто используется [1] Применительно к высотомерам малых высот размеры элементарных участков следует выбирать исходя из разрешающей способности по высоте, параметров зондирующего сигнала, точностью моделирования.

Для того, чтобы построить фацетную модель сначала построим в любой программе трехмерной визуализации. На рис. 1 показано, как примерно будет выглядеть поверхность с небольшим рельефом, которая построена в 3Ds MAX.



Рис. 1

Пересеченность рельефа (тем более, рельефа, покрытого лесом), а также величину самих фацетов можно регулировать, что дает нам возможность воспроизвести реальную поверхность с максимально возможной точностью.

На рис. 2 показан вариант представления фацетной поверхности.

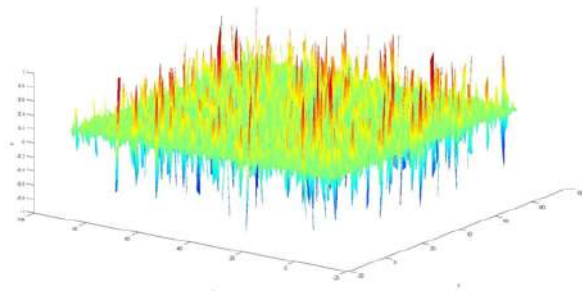


Рис. 2

3. Заключение

Фацетная модель наиболее удобна для решения задачи исследования работы радиовысотомера над лесной поверхностью, морской поверхностью и т. д.

В конечном итоге это позволяет повысить точность работы авиационного радиовысотомера на малых высотах.

4. Список литературы

- [1] Жуковский, А. П. Теоретические основы радиовысотометрии / А. П. Жуковский, Е. И. Оноприенко, В. И. Чижов. — М.: Сов. Радио, 1979. — 320 с.
- [2] Боков, А. С. Применение фацетной модели для имитации радиолокационного сигнала, отраженного от подстилающей поверхности / А. С. Боков, В. Г. Важенкин // Известия высших учебных заведений России. — № 7. — С. 55—61.
- [3] Баскаков, А. И. Методические погрешности высокоточного авиационного высотомера при работе над морской поверхностью на малых высотах / А. И. Баскаков, А. А. Комаров, М. С. Михайлов // Известия вузов. Радиофизика. Т. LX. — №6. — 2017.

MINIMIZATION OF DYNAMIC HEIGHT MEASUREMENT ERRORS OF A LOW-ALTITUDE RADIO ALTIMETER

Korchenov V. M., Grekhanov M. A., Didus V. T.,
 Polyakov A. L.
 Scientific supervisor: Polyakov A. L.
 Sevastopol state University, Russia

Abstract — When measuring the height of a low-altitude radio altimeter, errors occur due to the influence of various factors. In article, the possibility of minimizing dynamic errors in the operation of the radio altimeter over a wooded area, based on the use of a facet model of the underlying surface, is considered.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ ВНЕДРЕНИЯ АВТОНОМНЫХ СУДОВ

Белинский В. О., Чупик С. А., Боков Г. В.

Научный руководитель: Боков Г. В.

Государственный морской университет им. Адмирала Ф. Ф. Ушакова в г. Севастополь, Россия

Email: chupik_1999@mail.ru

Аннотация — Рассматривается мировой опыт создания автономных судов. В работе уделено внимание уровням автономии для реализации дистанционного режима управления беспилотными судами. Обсуждаются преимущества и недостатки применения автономных судов в практике мирового судоходства

1. Введение

В настоящей статье рассматривается проблема внедрения автономных судов в морском транспорте. Разработки в области автоматизации и автономных технологий являются основной областью для современных судоходных компаний и могут иметь серьезные последствия для будущей конкурентоспособности и глобальной организации судоходства.

2. Основная часть

Некоторые судоходные компании рассматривают автономные суда как следующий логический шаг в морском судоходстве, отмечая общую тенденцию автоматизации задач и сокращения членов экипажа на судах.

Для раскрытия термина «автономное судно необходимо найти аналитический подход, чтобы выявить и систематизировать всех охватывающих его понятий. «Автономное судно» в общепринятом понимании, использующее технологии, позволяющие либо исключить физическое присутствие человека на ходовом мосту, либо обеспечить полуавтоматическое управление судном с контролем на борту, либо обеспечить удаленное управление судном оператором.

Большинство проектов на автономных судах были спроектированы таким образом, чтобы была возможность переключения между различными уровнями автономии (ручное управление, дистанционное управление и полностью автономная работа). Поэтому, юридические барьеры будут динамически изменяться в зависимости от используемого уровня автономии, на котором судно работает в текущий момент времени.

Предполагается, что автономные суда будут работать с помощью ручного управления или дистанционного управления в районах портов и в районах с тяжелой навигационной обстановкой, а в открытом море переходить на уровень «А».

Обратим внимание на основные проблемы, которые необходимо учитывать при эксплуатации судов данного типа.

Международное регулирование рассматривается как одна из самых больших проблем, стоящих перед автономными судами.

Правило 5 Международных правил предотвращения столкновений судов в море требует присутствия наблюдателя во избежание столкновений. Если технически возможно заменить зрение и слух человека камерами, датчиками, радарами или другими техническими средствами (электронный контроль), первую часть пятого правила («надлежащее визуальное наблюдение») можно применять в электронном виде без участия человека. Вторая часть правила 5 предполагает проводить решения, кото-

рые должны «полностью оценить ситуацию и опасность столкновения». Поскольку современные технологии не позволяют судам напрямую общаться друг с другом, то выполнения этого правила для автономных судов в данный момент невозможно.

Кроме того, Международная конвенция по охране человеческой жизни в море 1974 года требует, чтобы суда могли оказывать помощь в поиске и спасательных операциях, такие как подбор уцелевших после кораблекрушения людей.

В данном случае вопрос о том, какие алгоритмы должны быть реализованы в системе управления беспилотным судном для решения указанных задач, остается открытым.

Согласно Конвенции Организации Объединённых Наций 1982 г., каждое государство в отношении судов, плавающих под его флагом, принимает меры по комплектованию и обучению экипажей судов.

Необходимо отметить, что, несмотря на отмеченные в статье лишь некоторые барьеры, морская отрасль заинтересована в судах данного типа ввиду следующих основных причин:

- автономные суда могут повысить эффективность и безопасность;

- автономные и полуавтономные системы могут помочь уменьшить зависимость от людей, которые могут совершать ошибки из-за усталости или неправильных решений;

- большинство аварий и гибель судов произошли по вине человеческого фактора. Автономные суда значительно снизили бы число аварий и происшествий судов.

3. Заключение

Таким образом, внедрение автономных судов требует корректировки международных морских документов, а также нормативно-правовых актов. Следует создать определенные требования и критерия для автономных судов для безопасного использования их в морском транспорте.

STUDY OF THE PROBLEMS OF INTEGRATION OF AUTONOMOUS SHIPS

Belinskii V. O., Chupik S. A., Bokov G. V.

Scientific adviser: Bokov G. V.

"State Maritime University" named after Admiral F. F. Ushakov in the city of Sevastopol, Russia

Abstract — The world experience in creation of autonomous ships is considered. In work, the levels of autonomy for the implementation of remote control mode for unmanned vessels are considered. The advantages and disadvantages of using autonomous vessels in the practice of world shipping are discussed.

СИСТЕМА СЕЛЕКЦИИ ДВИЖУЩИХСЯ ЦЕЛЕЙ ОБЗОРНОЙ РЛС

Греханов С. Ю., Дидус В. Т., Поляков А. Л.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, с.н.с. Поляков А. Л.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: Serzh.grekhanov@bk.ru

Аннотация — В докладе представлены результаты разработки цифровой системы селекции движущихся целей обзорной радиолокационной станции

с/ш = 5, при скорости 4 м/сек соотношение с/ш должно быть не менее 11.

1. Введение

Качество работы обзорных радиолокационных станций (РЛС), различимость реальных целей на экранах индикаторных устройств станций во многом зависит от эффективности работы системы селекции движущихся целей (СДЦ). В докладе предложен вариант реализации цифровой системы СДЦ и проанализированы полученные характеристики обнаружения РЛС.

2. Основная часть

При преобразовании сигнала в цифровую форму используется двойная дискретизация: по времени $\Delta t = \tau$ и по уровню с квантом $\Delta U = \sigma_{ш}$.

Динамический диапазон помехи по входу

$$d = \frac{U_{max}}{U_{min}} = \frac{U_{max}}{\sigma_{ш}}$$

Число двоичных разрядов кода $m = \log_2 d$. Следовательно, отношение динамического диапазона входных сигналов или помех к числу двоичных разрядов:

$$J = \frac{20 \lg d}{\log_2 d}$$

Таким образом, если известен ожидаемый динамический диапазон, то можно найти число разрядов преобразователя:

$$m = \frac{20 \lg d}{j}$$

Быстродействие преобразователя определяется требованиями затрат времени на преобразование меньшего, чем длительность временного кванта, т. е.

$$\Delta t \leq \frac{\tau}{m}$$

В связи с тем, что быстродействия АЦП не всегда достаточно для преобразования сигналов промежуточной частоты, переходят к построению цифровой СДЦ с двумя квадратурными каналами. Наличие двух каналов необходимо также для компенсации погрешностей, возникающих из-за вращения антенны и устранения влияния «слепых» фаз.

После усиления сигнала в УПЧ он поступает на два фазовых детектора, на вторые входы которых поступают сигналы с когерентного гетеродина сдвинутые по фазе на 90° .

На выходе АЦП получаем n – разрядный двоичный код, который в дальнейшем заносится в ОЗУ. Количество строк в матрице равно числу импульсов в пачке, а длина строк (количество столбцов) зависит от максимальной дальности действия РЛС и разрешающей способности. Период занесения чисел в ОЗУ не должен быть более длительности зондирующего импульса.

Для оценки возможностей практического применения предлагаемой системы селекции движущихся целей обзорной радиолокационной станции проведено моделирование на ПК. Блок-схема алгоритма работы системы обнаружения представлена на рис. 1

3. Заключение

Вероятность обнаружения движущейся цели при скорости 58м/сек составляет 0,97 при соотношении

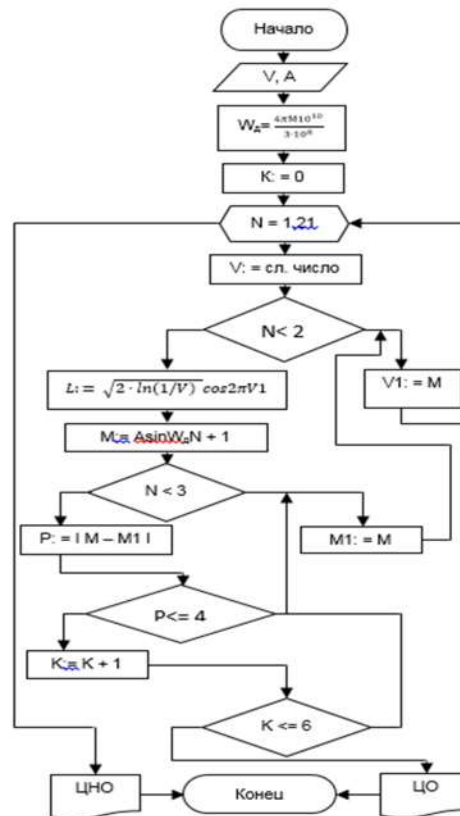


Рис. 1

4. Список литературы

- [1] Быстродействующий программируемый контроллер с АЦП и ЦАП СБИС 1879ВМ3 [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://ru.bmstu.wiki/%D0%A1%D0%91%D0%98%D0%A1_1879%D0%92%D0%9C3.
- [2] Миронов, С. Н. Цифровая обработка радиолокационных сигналов на основе процессора Л1879ВМ1 [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://www.elibrary.ru/ip_restricted.asp?rpage=https%3A%2F%2Fwww%2Eelibrary%2Eru%2Fitem%2Easp%3Fid%3D24333150.

SYSTEM FOR SELECTING MOVING TARGETS OF THE SURVEY RADAR

Grikhanov S. Y., Didus V. T., Polyakov A. L.
 Scientific adviser: Polyakov A. L.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of the development of a digital system for selecting moving targets of a survey radar station are presented.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИЕМА МЕТРОВЫХ, ДЕЦИМЕТРОВЫХ И САНТИМЕТРОВЫХ РАДИОСИГНАЛОВ

Баранов Н. А., Турсин С. А., Кравцов А. О.

Научный руководитель: Баранов А. Н.

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

E-mail: magistri.avms@yandex.ru

Аннотация — Рассматривается актуальная задача обеспечения постоянного скрытного радиолокационного контроля воздушного пространства над крупными городами многопозиционными РЛС с внешней подсветкой. Для решения указанной задачи целесообразно использовать в качестве подсветки целей имеющиеся в крупном городе и работающие круглосуточно мощные источники радиоизлучений. Наиболее подходящими для этого источниками являются передатчики радиовещательных и телевизионных сигналов.

1. Введение

Передатчики аналогового ТВ и радиовещания ввиду их широкого распространения в настоящее время создают в пределах населенных территорий сплошное радиолокационное поле на малых высотах.

Приемники станций обнаружения и наведения метровых, дециметровых и сантиметровых волн обеспечивают возможность приема отраженных сигналов от воздушных объектов (ВО), удаленных от места расположения станций соответственно до 150 и 190 км. Принятые сигналы усиливаются до величины необходимой для нормальной работы индикатора дальности [1]. Для оценки возможности использования таких РЛС для контроля целесообразно провести сравнительный анализ этих станций.

2. Основная часть

Для радиолокационного подсвета наиболее подходят источники, создающие сплошное радиолокационное поле на большой территории, а именно наземные передатчики со слабонаправленной антенной в азимутальной плоскости, а также авиационные и спутниковые системы.

Частотный диапазон определяется классом контролируемых целей. В общем случае частоты сигналов подсветки могут охватывать рэлеевские и резонансные области вторичного излучения целей. В рэлеевских областях проявляется дифракционное огибание целей волнами подсветки, и принимаемый сигнал существенно ослабляется. В резонансных же случаях отраженные сигналы возрастают.

РЛС метрового диапазона волн по принципам построения и составу аппаратуры более просты, более дешевы и надежны, чем РЛС и радиолокационные комплексы (РЛК) обнаружения, наведения и целеуказания. Метровый диапазон волн, используемый в РЛС дальнего обнаружения и предупреждения, обладает рядом достоинств [2]:

— при прочих равных условиях могут быть обеспечены повышенные дальность и потолок обнаружения ВО, поскольку в этом диапазоне больше эффективные площади рассеивания аэродинамических целей; (например, ЭПР малоразмерных целей в метровом диапазоне волн на 1–2 порядка больше, чем в сантиметровом);

— формирование ДНА происходит с участием земной поверхности. Явления интерференции электромагнитного поля в отдельных угломестных направлениях приводят к возрастанию мощности сигнала и соответственно увеличению дальности обнаружения ВО;

— меньше потери на поглощение и рассеяние электромагнитной энергии в атмосфере при её распространении;

— коэффициент шума приемников обычно несколько меньше, чем в сантиметровом и дециметровом диапазонах [2];

— более устойчива проводка обнаруженных ВО: вероятность обнаружения их в границах зоны видимости менее зависит от дальности, чем в сантиметровом диапазоне, что объясняется меньшей изрезанностью диаграммы вторичного излучения ВО сложной геометрической формы;

— практически не наблюдаются отражения от гидрометеорообразований, так как они представляют собой тела шарообразной формы. ЭПР таких тел, имеющих диаметр d , прямо пропорциональна отношению d^6/λ^4 , где λ — длина волны облучающих колебаний, поэтому ЭПР капель и их совокупности в метровом диапазоне ничтожно мала;

— РЛС метрового диапазона более помехоустойчивы к воздействию пассивных помех, чем РЛС сантиметрового диапазона. Так как меньше ширина

спектра флуктуаций помех $\Delta F = \frac{2\Delta V_p}{\lambda}$, где ΔV_p — разброс радиальных скоростей отражателей в импульсном объеме РЛС; больше интервал между соседними значениями «слепых» скоростей в диапазоне возможных скоростей целей $0-V_{\max}$, определяемый как $\Delta V_{\text{рел}} = \frac{\lambda}{2T_n}$, где T_n — период повторения РЛС; выше абсолютная стабильность частоты передающего устройства.

3. Заключение

Таким образом, из-за указанных преимуществ метровый диапазон волн целесообразно использовать в РЛС дежурного режима, для которых наиболее существенный недостаток метрового диапазона волн, связанный с практической невозможностью получения высоких точностей и разрешающих способностей по угловым координатам, имеет меньшее значение вследствие пониженных требований к этим характеристикам.

4. Список литературы

- [1] Виленский, Х. М. Приемные устройства РЛС : учеб. пособие. Ч. 2 / Х. М. Виленский, Н. А. Сизяков, В. Н. Манжос ; под ред. Д. К. Замкова. — Харьков : АРТА, 1958. — 467 с.
- [2] Военно-техническая подготовка. Устройство РЛС РТВ ВВС. Радиолокационная станция П-18Р : учеб. : в 2 ч. Ч. 1 / Е. Н. Гарин, Д. Д. Дмитриев, В. Н. Тяпкин [и др.] ; под ред. Е. Н. Гарина. — Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2012. — 268 с.

COMPARATIVE ANALYSIS OF METER, DECIMETER AND CENTIMETER RADIO SIGNALS RECEIVING

Baranov N. A., Baranov A. N., Tursin S. A., Kravcov A. O.

Scientific adviser Baranov A. N.

Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov, Sevastopol, Russia

Abstract — The actual task of ensuring permanent covert radar control of airspace over large cities with multi-position radars with external illumination is considered.

АППРОКСИМАЦИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ФИЗИЧЕСКИ РЕАЛИЗУЕМЫХ ФИЛЬТРОВ ФУНКЦИЯМИ С ОГРАНИЧЕННЫМ СПЕКТРОМ

Присяжнюк С. Н., Дегтярев А. Н.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: degtyaryov1966@yandex.ru

Аннотация — Показано, что для аппроксимации импульсных характеристик физически реализуемых фильтров можно использовать функции с ограниченным спектром.

1. Введение

Как известно, идеальный фильтр с прямоугольной АЧХ имеет импульсную характеристику, путем смещения которой на кратные интервалы времени получают функции отсчетов.

При практической реализации фильтров используют методику синтеза по заданным передаточным функциям [1]. Используя данную методику, разработчики стремятся создать фильтры с амплитудно-частотной характеристикой (АЧХ), которая имеет форму, близкую к прямоугольной.

Однако фильтры, получаемые с помощью методики [1], обладают импульсными характеристиками, которые будучи смещены на кратные интервалы времени не образуют ортогональные системы функций.

Представляется актуальным рассмотреть вопрос об аппроксимации сигналов и импульсных характеристик физически реализуемых фильтров функциями с ограниченными спектрами.

2. Основная часть

Для аппроксимации импульсных характеристик физически реализуемых фильтров $g(t)$ будем использовать линейную комбинацию функций вида

$$\varphi_{mk}(t) = \frac{\sin^m b_{mk} \pi t}{(b_{mk} \pi t)^k},$$

где b_{mk} — коэффициент, от которого зависит ширина спектральной плотности функций $\varphi_{mk}(t)$, $k \leq m$, t — нормированное время. Таким образом, импульсную характеристику будем представлять в виде

$$g(t) = \sum_m \sum_k a_{mk} \varphi_{mk}(t) = \sum_m \sum_k a_{mk} \frac{\sin^m b_{mk} \pi t}{(b_{mk} \pi t)^k}, \quad (1)$$

где a_{mk} — коэффициенты разложения импульсной характеристики $g(t)$ по функциям $\varphi_{mk}(t)$.

Для аппроксимации сигналов, передаваемых по каналам связи целесообразно использовать функции вида

$$\begin{aligned} g_n(t) &= \sum_m \sum_k a_{mk} \varphi_{mk}(t - n) = \\ &= \sum_m \sum_k a_{mk} \frac{\sin^m b_{mk} \pi (t - n)}{(b_{mk} \pi (t - n))^k}. \end{aligned}$$

В пользу такого выбора говорит следующее. Во-первых, если, $k \leq m$, то интегралы от произведения четырех любых функций $\varphi_{mk}(t)$ сходятся, следовательно, для линейно независимых функций $\varphi_{mk}(t)$ можно определить вес их ортогональности и соста-

вить из них ортогональный базис. Во-вторых, все функции $\varphi_{mk}(t)$ обладают ограниченной спектральной плотностью. В-третьих, спектральные плотности $F_{mk}(j\omega)$ функций $\varphi_{mk}(t)$ имеют вид полинома по степеням ω . На рис.1 показан результат аппроксимации функции $g_0(t) = 1(t)e^{-t} \sin(t)$ функцией

$$\begin{aligned} \tilde{g}(t) &= x_1 \frac{\sin^4 t}{t^2} + x_2 \frac{\sin^2 t}{t} + x_3 \frac{\sin^3 t}{t} + \\ &+ x_4 \frac{\sin^3 t}{t^2} + x_5 \frac{\sin^5 t}{t^3} + x_6 \frac{\sin^4 t}{t}, \end{aligned}$$

где $x_1 = -0,039$; $x_2 = 0,098$; $x_3 = 0,014$; $x_4 = 0,24$; $x_5 = 0,45$; $x_6 = -0,096$.

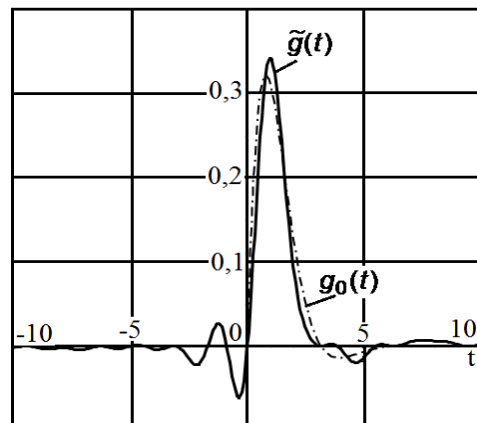


Рис. 1

3. Направление дальнейших исследований

С целью повышения скорости сходимости суммы (1) необходимо выработать требования к $\varphi_{mk}(t)$.

4. Список литературы

[1] Лэм Г. Аналоговые и цифровые фильтры / Г. Лэм. — М.: Мир, 1982. — 592 с.

APPROXIMATION OF PULSE CHARACTERISTICS OF PHYSICALLY REALIZABLE FILTERS BY FUNCTIONS WITH LIMITED SPECTRUM

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

Abstract — It is shown that, to approximate the impulse responses of physically realizable filters, one can use functions with a limited spectrum.

НОВЫЕ КЛАССЫ ГИЛЬБЕРТОВЫХ ПРОСТРАНСТВ С ВОСПРОИЗВОДИМЫМ ЯДРОМ

Кожемякин А. С., Дегтярев А. Н.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: degtyaryov1966@yandex.ru

Аннотация — В данной работе определяются вырожденные ядра гильбертовых пространств с воспроизводящим ядром. Собственные функции указанных пространств представляют собой целую степень функций отсчетов.

1. Введение

В теории связи и теории антенн широко используется интегральное преобразование вида

$$f(t) = \int_{-\infty}^{\infty} g(\tau) \frac{\sin \pi(t-\tau)}{\pi(t-\tau)} d\tau,$$

которое является гильбертовым преобразованием с воспроизводящим ядром $T(t, \tau) = \frac{\sin \pi(t-\tau)}{\pi(t-\tau)}$.

Для подобных преобразований справедливо

$$\varphi_n(t) = \lambda_n \int_{-\infty}^{\infty} \varphi_n(\tau) T(t, \tau) d\tau,$$

где $\varphi_n(t)$ — собственные функции, λ_n — собственные числа интегрального преобразования.

В теории интегральных преобразований доказано, что собственные функции, соответствующие одному собственному числу являются ортогональными. Вырожденное ядро такого преобразования представляется в виде

$$T(t, \tau) = \sum_{n=1}^{\infty} \lambda_n \varphi_n(t) \varphi_n(\tau). \quad (1)$$

В работе [1] рассмотрены системы ортогональных функций вида

$$\varphi_n(t) = \frac{\sin^k \pi(t-n)}{[\pi(t-n)]^k}, \quad k=1, 2, 3, \dots, \quad (2)$$

вес ортогональности которых $\rho(t)$ представляет собой четный полином от функции $\sin \pi t$.

Целесообразно определить вырожденные ядра интегральных преобразований, считая функции (2) собственными функциями этих ядер при различных значениях k .

2. Основная часть

Для функций ортогональных с весом (1) перепишется в виде

$$T(t, \tau) = \rho(\tau) \sum_{n=1}^{\infty} \lambda_n \varphi_n(t) \varphi_n(\tau). \quad (3)$$

Пусть $\varphi_n(t) = \frac{\sin^2 \pi(t-n)}{[\pi(t-n)]^2}$, $\lambda_m = 1$. Вес орто-

гональности этих функций имеет вид

$$\rho(t) = 3 - 4 \sin^2(\pi t).$$

На основании (3) имеем

$$T(t, \tau) = [3 - 4 \sin^2(\pi \tau)] \times$$

$$\begin{aligned} & \times \sum_{n=-\infty}^{\infty} \left(\frac{\sin \pi(t-n)}{\pi(t-n)} \frac{\sin \pi(\tau-n)}{\pi(\tau-n)} \right)^2 = \\ & = [3 - 4 \sin^2(\pi \tau)] \left(\frac{\sin^2 \pi t + \sin^2 \pi \tau}{\pi^2(t-\tau)^2} + \right. \\ & \quad \left. = \frac{2 \sin \pi t \sin \pi \tau \sin \pi(\tau-t)}{\pi^3(t-\tau)^3} \right). \end{aligned}$$

Пусть $\varphi_n(t) = \frac{\sin^3 \pi(t-n)}{[\pi(t-n)]^3}$, $\lambda_m = 1$. Вес ортогональности этих функций имеет вид

$$\rho(t) = \frac{20}{7} - \frac{24}{7} \sin^2(\pi t).$$

На основании (3) имеем

$$\begin{aligned} T(t, \tau) &= \left[\frac{20}{7\pi^6} - \frac{24}{7\pi^6} \sin^2(\pi \tau) \right] \left\{ \frac{\sin^3 \pi t}{(t-\tau)^5} \times \right. \\ & \times \left[\pi^3(t-\tau)^2 \cos \pi \tau - 3\pi^2(t-\tau) \sin \pi \tau + \right. \\ & + 6\pi \cos \pi \tau \sin^2 \pi \tau \left. \right] - \frac{\sin^3 \pi \tau}{(t-\tau)^5} \left[\pi^3(t-\tau)^2 \cos \pi t + \right. \\ & \left. + 3\pi^2(t-\tau) \sin \pi t + 6\pi \cos \pi t \sin^2 \pi t \right] \left. \right\}. \end{aligned}$$

Аналогично можно вычислить ядра преобразований для собственных функций, описываемых выражением (2) при любых значениях показателя k .

Проведенные расчеты показывают, что получаемые рассмотренным образом ядра являются непрерывными.

3. Заключение

Рассмотренные вырожденные ядра в отличие от ядра, определяющего пространство функций в базе функций отсчетов, не являются ядрами, задающими свертку. Однако, практическая реализация устройств, вычисляющих такие преобразования, достаточно проста.

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.

NEW CLASSES OF HILBERT SPACES WITH A REPRODUCTIVE CORE

Kozhemyakin A. S., Degtyaryov A. N.

Scientific adviser: Degtyaryov A. N.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — In this work, the degenerate kernels of Hilbert spaces with a reproducing kernel are determined. The eigenfunctions of the spaces are a whole degree of the sampling functions.

ДИСКРЕТИЗАЦИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ СИГНАЛА В ПРОСТРАНСТВЕ ФИЗИЧЕСКИ РЕАЛИЗУЕМЫХ ФУНКЦИЙ

Маленко В. А., Дегтярев А. Н.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: degtyaryov1966@yandex.ru

Аннотация — В данной работе предлагается описывать сигналы в физически реализуемом базисе. В качестве базисных функций используются корреляционные функции импульсных характеристик физически реализуемых фильтров. Показано, что в пространстве введенных функций существует теорема отсчетов. Определены условия, которые необходимо накладывать на функции базиса, для того, чтобы приближенно восстановить сигнал по его отсчетам. Для восстановления сигнала необходимо его отсчеты подавать на два каскадно соединенных фильтра, один из которых согласован с импульсной характеристикой второго. Интервал дискретизации связан с частотой среза фильтра, импульсные характеристики которого рассматриваются.

1. Введение

Теорема В.А. Котельникова позволяет представлять ограниченные по частоте сигналы в виде рядов по функциям отсчетов. Коэффициентами ряда являются отсчеты сигнала, которые берутся в моменты времени кратные интервалу дискретизации $\alpha = 1/(2f_m)$, где f_m — максимальная частота в спектре сигнала. Функции отсчетов обладают тем свойством, что когда одна из них достигает своего максимума, то другая равна нулю. Для восстановления непрерывного сигнала по его отсчетам достаточно дельта-импульсы, взвешенные отсчетами сигнала, подать на идеальный фильтр нижних частот (ФНЧ). Однако идеальные ФНЧ физически не реализуются, поэтому такие ФНЧ фильтрами Баттерворта. Импульсная характеристика фильтров Баттерворта не обладает указанным свойством функций отсчетов.

Целесообразно рассмотреть особенности дискретизации и восстановления сигналов в базисе физически реализуемых эквидистантных функций.

2. Основная часть

Пусть заданы эквидистантные функции $\varphi_n(t) = \varphi_0(t - n\alpha)$. Тогда некоторую функцию $f(t)$, спектральная плотность которой равна

$$F(j\omega) = F(\omega)e^{j\theta_f(\omega)},$$

можно разложить в ряд

$$f(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} y_n \varphi_n(t),$$

причем

$$\Phi_n(j\omega) = \Phi_0(\omega)e^{j\theta_\varphi(\omega)}e^{-j\omega n\alpha},$$

$$F(j\omega) = \Phi_0(\omega)e^{j\theta_\varphi(\omega)} \sum_{n=-\infty}^{\infty} y_n e^{-j\omega n\alpha},$$

Средний квадрат ошибки аппроксимации $f(t)$ рядом определяется как

$$I = \int_{-\infty}^{\infty} [f(t) - \sum_{n=-\infty}^{\infty} y_n \varphi_n(t)]^2 dt, \quad (1)$$

где

$$y_n = \frac{1}{\|\varphi_n\|^2} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \varphi_n(t) dt, \quad \|\varphi_n\|^2 = E_\varphi = \int_{-\infty}^{\infty} \varphi_n^2(t) dt.$$

На основании равенства Парсеваля из (1) имеем

$$I = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} [F^2(\omega) - F(\omega)e^{j\theta_f(\omega)}\Phi_0(\omega)e^{-j\theta_\varphi(\omega)} \times \\ \times \sum_{n=-\infty}^{\infty} y_n e^{j\omega n\alpha} - F(\omega)e^{-j\theta_f(\omega)}\Phi_0(\omega)e^{j\theta_\varphi(\omega)} \times \\ \times \sum_{n=-\infty}^{\infty} y_n e^{-j\omega n\alpha} +$$

$$+ \Phi_0^2(\omega) \sum_{n=-\infty}^{\infty} \sum_{k=-\infty}^{\infty} y_n y_k e^{j\omega k\alpha} e^{-j\omega n\alpha}] d\omega.$$

Если $F(\omega) = \Phi_0(\omega)$, и y_n дельта-коррелированы, то

$$I = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \Phi_0^2(\omega) [2 - e^{j\Delta\theta(\omega)} \sum_{n=-\infty}^{\infty} y_n e^{j\omega n\alpha} - \\ - e^{-j\Delta\theta(\omega)} \sum_{n=-\infty}^{\infty} y_n e^{-j\omega n\alpha}] d\omega.$$

Учитывая четность функции $\Phi_0^2(\omega)$ и нечетность функции $\Delta\theta(\omega)$, а также то, что интегрирование производится по бесконечным пределам, получаем

$$I = 2E_\varphi \left(1 - \frac{1}{E_\varphi} \sum_{n=-\infty}^{\infty} y_n \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \Phi_0^2(\omega) e^{j\Delta\theta(\omega)} e^{j\omega n\alpha} d\omega \right),$$

где E_φ — энергия базисных функций.

Этот результат можно получить, считая функции $\varphi_n(t)$ ортогональными, опустив требование дельта-коррелированности коэффициентов y_n .

Средний квадрат ошибки равен нулю, если

$$\frac{1}{E_\varphi} \sum_{n=-\infty}^{\infty} y_n \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \Phi_0^2(\omega) e^{j\Delta\theta(\omega)} e^{j\omega n\alpha} d\omega = 1,$$

что возможно, если

$$\frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \Phi_0^2(\omega) e^{j\Delta\theta(\omega)} e^{j\omega n\alpha} d\omega = E_\varphi y_n. \quad (2)$$

Рассмотрим значение коэффициента y_n .

$$y_n = \frac{1}{\|\varphi_n\|^2} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \varphi_n(t) dt = \frac{1}{E_\varphi} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \varphi_n(t) dt.$$

На основании равенства Парсеваля запишем

$$y_n = \frac{1}{E_\varphi} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \varphi_n(t) dt = \\ = \frac{1}{2\pi} \frac{1}{E_\varphi} \int_{-\infty}^{\infty} \Phi_0(\omega) e^{j\theta_f(\omega)} \Phi_0(\omega) e^{-j\theta_\varphi(\omega)} e^{j\omega n\alpha} d\omega =$$

$$= \frac{1}{E_{\varphi}} \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \Phi_0^2(\omega) e^{j\Delta\theta(\omega)} e^{j\omega n\alpha} d\omega. \quad (3)$$

Из сравнения выражений (3) и (2) становится очевидным, что равенство (2) является тождеством. Следовательно, средний квадрат ошибки аппроксимации сигнала рядом (1) равен нулю.

Выражение (3) можно переписать в виде

$$y_n = \frac{1}{E_{\varphi}} R_{f\varphi}(n\alpha),$$

где $R_{f\varphi}(n\alpha) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)\varphi_0(t-n\alpha)dt$ — значения корреляционной функции сигнала $f(t)$ и функции $\varphi_0(t)$, взятые в моменты времени $n\alpha$ ($n = 0, 1, 2, \dots$).

Сигнал, разложенный в ряд по эквидистантным ортогональным функциям, может быть записан в виде

$$f(t) = \frac{1}{E_{\varphi}} \sum_{n=-\infty}^{\infty} R_{f\varphi}(n\alpha) \varphi_0(t-n\alpha),$$

Итак m -й отсчет сигнала запишется как

$$\begin{aligned} & \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \delta(t-m\alpha) dt = \\ &= \frac{1}{E_{\varphi}} \int_{-\infty}^{\infty} \sum_{n=-\infty}^{\infty} R_{f\varphi}(n\alpha) \varphi_0(t-n\alpha) \delta(t-m\alpha) dt. \end{aligned}$$

Используя фильтрующее свойство дельта-функции, получаем

$$f(m\alpha) = \frac{1}{E_{\varphi}} \sum_{n=-\infty}^{\infty} R_{f\varphi}(n\alpha) \varphi_0[(m-n)\alpha].$$

Поскольку $R_{f\varphi}(n\alpha)$ являются отсчетами корреляционной функции сигнала $f(t)$ и функции $\varphi_0(t)$, то можно записать

$$\begin{aligned} R_{f\varphi}(n\alpha) &= \sum_{k=-\infty}^{\infty} f(k\alpha) \varphi_0[(k-n)\alpha]; \\ f(m\alpha) &= \\ &= \frac{1}{E_{\varphi}} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \sum_{k=-\infty}^{\infty} f(k\alpha) \varphi_0[(k-n)\alpha] \varphi_0[(m-n)\alpha]. \end{aligned}$$

Полученное выражение можно привести к виду

$$f(m\alpha) = \frac{1}{E_{\varphi}} \sum_{n=-\infty}^{\infty} f[(m-n)\alpha] R_{\varphi}(n\alpha), \quad (4)$$

где $R_{\varphi}(n\alpha)$ — значения корреляционной функции сигнала $\varphi_0(t)$ в моменты времени $n\alpha$.

Для того, чтобы равенство (4) было тождеством, необходимо, чтобы $R_{\varphi}(n\alpha) = 0$ для любых $n \neq 0$.

Равенство (4) дает основание представить сигнал в виде ряда

$$f(t) = \frac{1}{E_R} \sum_{k=-\infty}^{\infty} y_k R_{\varphi}(t-k\alpha),$$

где $E_R = \int_{-\infty}^{\infty} R_{\varphi}^2(t-n\alpha) dt$,

$$y_m = \frac{1}{E_R} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) R_{\varphi}(t-m\alpha) dt = \frac{1}{E_R} R_{fR}(m\alpha).$$

m -й отсчет сигнала $f(t)$ принимает вид

$$f(m\alpha) = \frac{1}{E_R} \int_{-\infty}^{\infty} \sum_{n=-\infty}^{\infty} R_{fR}(n\alpha) R_{\varphi}(t-n\alpha) \delta(t-m\alpha) dt.$$

Вычислим интеграл и получим

$$f(m\alpha) = \frac{1}{E_R} \sum_{n=-\infty}^{\infty} R_{fR}(n\alpha) R_{\varphi}[(m-n)\alpha].$$

Кроме того, можно записать

$$y_m = \frac{1}{E_R} \int_{-\infty}^{\infty} \sum_{n=-\infty}^{\infty} y_n R_{\varphi}(t-n\alpha) R_{\varphi}(t-m\alpha) dt. \quad (5)$$

Преобразуя (5) можно показать, что для того, чтобы $y_m = f(m\alpha)$, на значения корреляционной

функции $R_{2\varphi}(n\alpha) = \int_{-\infty}^{\infty} R_{\varphi}(t-n\alpha) R_{\varphi}(t) dt$ функции

$R_{\varphi}(t)$ необходимо накладывать условия: $R_{2\varphi}(0) \neq 0$ и $R_{2\varphi}(n\alpha) = 0$, если $n\alpha \neq 0$.

3. Заключение

Для того, чтобы приближенно восстановить сигнал по его отсчетам необходимо отсчеты подавать на два каскадно соединенных фильтра, один из которых имеет импульсную характеристику $g(t)$, а второй — согласован с этой импульсной характеристикой. Корреляционная функция импульсной характеристики должна иметь корреляционную функцию $R_{2\varphi}(t)$, такую, что $R_{2\varphi}(0) \neq 0$ и $R_{2\varphi}(n\alpha) = 0$, если $n\alpha \neq 0$.

Восстановление непрерывного сигнала из дискретного должно учитывать периодичность спектра дискретного сигнала. Период спектра связан с частотой среза фильтра, импульсные характеристики которого рассматриваются.

SAMPLING AND SIGNAL RECOVERY IN THE SPACE OF PHYSICALLY REALIZABLE FUNCTIONS

Malenko V. A., Degtyaryov A. N.
Scientific adviser: Degtyaryov A. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — It is proposed to describe signals in a physically realizable basis. Correlation functions of impulse responses of physically realizable filters are used as basis functions. It is shown that a sampling theorem in field of the introduced functions exists. The conditions that must be imposed on the basis functions are determined in order to approximately restore the signal from its samplings. To restore the signal, it is necessary to supply its samples to two cascade-connected filters, one of which is matched to the impulse response of the second. The sampling interval is related to the cutoff frequency of the filter whose impulse response is being considered.

ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩИЙ БЛОК СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

Бернштейн И. Б., Искви В. М.

Научный руководитель: Искви В. М.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: ilbern@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена проблема отслеживания местоположения объектов. Проанализированы основные функции работы RFID считывателя и представлена разработка приемно-передающего блока системы позиционирования на основе доступных и бюджетных компонентов.

1. Введение

На сегодняшний день системы позиционирования RTLS применяются во всевозможных отраслях производства, экономики и областях хозяйства [1]. В докладе приводится разработка приемно-передающего блока такой системы на основе активной RFID-идентификации, реализованного на бюджетных компонентах и обеспечивающего работу не хуже дорогостоящих рыночных аналогов.

2. Основная часть

Системы технологии RFID широко применяются в логистике, торговле, системах идентификации персонала. Данные RFID-метки перезаписываются и дополняются много раз. RFID-считывателю не требуется прямая видимость метки, чтобы считать ее данные.

Активные метки позволяют осуществлять считывание на расстоянии до 300 м. Для чтения данных метке достаточно попасть в зону регистрации, в том числе при перемещении на высокой скорости [2].

Разрабатываемое устройство предназначено для передачи и приема информации с метки, входящей в состав инфраструктуры системы, состоящей из трех анкер-считывателей, и передачи полученной информации на сервер, где будет происходить последующая обработка данных и отображение цели на плане местности.

Функции передатчика:

- генерирование высокочастотного несущего сигнала;
- синтезирование частоты 2,4—2,5 ГГц;
- модуляция сигнала;
- усиление и передача сигнала на антенный коммутатор.

Функции приёмника:

- приём сигнала с антенного коммутатора;
- усиление принятого сигнала;
- преобразование сигнала;
- демодуляция полученных данных.

В результате данные о метке попадают на микроконтроллер и далее по беспроводному интерфейсу связи на управляющий компьютер, где обрабатываются и отображаются с помощью программного обеспечения.

Основная часть ридера состоит из шести частей: источник питания, микроконтроллер (МК), интерфейс Wi-Fi, передатчик, приёмник и антенный коммутатор (АК).

Так как потребуется высокостабильный сигнал с высокой температурной и временной устойчивостью и малым уровнем фазовых шумов, то разумным решением будет применить кварцевый генератор, что обеспечит эти требования.

Для реализации системы необходим сигнал с частотой 2,4 ГГц, что будет относительно трудно

реализовать на основе генератора такого типа в компактном виде.

Поэтому используем блок синтезатора частоты для перестройки частоты в более широкий диапазон, который будет управляться микроконтроллером. Модуляция сигнала должна быть расширенным спектром.

Модулированный сигнал проходит на усилитель мощности, который должен обеспечивать мощность до 100 мВт.

В передатчике необходима антенна и антенный коммутатор под управлением микроконтроллера. Принятый сигнал может затухать, проходя по фидеру, поэтому очевидным решением будет установка малошумящего усилителя, непосредственно после передачи сигнала через фидер.

Далее потребуется преобразователь частоты, который будет работать в связке с синтезатором частоты под управлением микроконтроллера, чтобы перенести спектр принятого сигнала из одной области в другую.

Затем — усилитель промежуточной частоты, где будет усилен выходной сигнал преобразователя частоты и обеспечена избирательность по соседнему каналу. После этого сигнал будет поступать на демодулятор, где будет происходить его декодирование.

В качестве трансивера будет использована микросхема SX1280, которая обладает нужными характеристиками. Связь с серверной частью будет осуществлена на основе микросхемы ESP32-WROOM-32.

3. Заключение

Таким образом, разрабатываемый блок системы позиционирования позволит в полной мере выполнять требуемые функции. Он состоит из дешевых и доступных микросхем, которые требуют всего несколько компонентов для построения законченного решения.

4. Список литературы

- [1] RTLS системы отслеживания местоположения в реальном времени. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://idcard.com.ua/solutions/rtls>.
- [2] Rfid протокол. RFID-технология. Все о радиочастотной идентификации [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://asupro.com/gps-gsm/standards-rfid/rtls-location-system-objects-real-time.html>.

TRANSMISSION UNIT OF POSITIONING SYSTEM

Bernshteyn I. B., Iskv V. M.

Scientific adviser: Iskv V. M.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The problem of tracking the location of objects is considered. The main functions of the RFID reader are analyzed, and the development of the receiving-transmitting unit of the positioning system based on available and budgetary components is presented.

АНАЛИЗ ДАЛЬНОСТИ ДЕЙСТВИЯ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ СВЕРХМАЛОМЕРНЫМ СУДНОМ-СПАСАТЕЛЕМ

Иськив В. М., Амелин А. А., Маленко В. А.

Научный руководитель: Иськив В. М.

Севастопольский государственный университет, Россия

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

Аннотация — Рассмотрены результаты моделирования энергетики линии связи между береговой подсистемой и бортовой подсистемой системы дистанционного управления сверхмаломерным судном-спасателем. Приведены результаты моделирования для наихудшего случая.

1. Введение

В связи со сложной обстановкой в мире связанной с практически полной остановкой международного туризма, в этом и последующих годах ожидается повышение спроса на отдых в России, в первую очередь в Крыму и на других курортах черноморского региона. При этом из-за роста числа отдыхающих, многократно возрастет опасность несчастных случаев на воде. В связи с этим предложенная тема проекта, направленная на спасение утопающих, является актуальной.

Одним из путей решения данной проблемы является ускорение доставки спасательных средств к утопающему. Это возможно, если спасательное средство будет самоходным и скоростным.

2. Основная часть

В настоящее время ряд зарубежных фирм предлагает маломерные спасательные средства с электрическими двигателями, но эти средства имеют только локальное или только дистанционное управление. Кроме того запас плавучести этих средств недостаточен.

В докладе рассматривается сверхмаломерное судно-спасатель с запасом плавучести, достаточным для перемещения двух человек (спасаемого и спасателя) и оснащенное локальным и дистанционным управлением. Если для локального управления вопросов практически нет, то дистанционное управление является довольно проблематичным. Основная проблема — дальность действия. Для системы дистанционного управления выбран нелегализуемый диапазон частот 2,4 ГГц. Для оценки возможной дальности действия системы было проведено математическое моделирование системы связи с помощью специализированной программы *Air Link* фирмы *Ubiquiti* [1] а также программы *Radio Mobile* 11.6.6. В качестве места размещения системы был выбран пляж Спортивно-оздоровительного лагеря "Горизонт" Севастопольского государственного университета (рис.1).

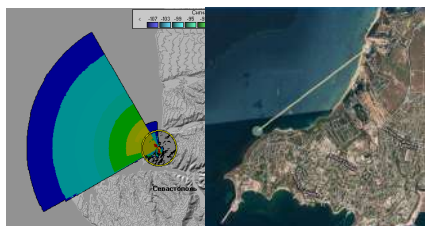


Рис. 1

При этом высота размещения береговой антенны принята 3 м. Высота размещения бортовой антенны принималась равной 0,1 м, 0,3 м, 0,5 м и 1 м. Коэф-

фициент усиления обеих антенн принимался равным 8 дБи. Мощность передатчика при моделировании принималась равной 3 мВт, 10 мВт и 1 Вт. Чувствительность приемника принималась равной -107 дБм (1 мкВ).

Несмотря на то, что антенны в горизонтальной плоскости имеют круговую диаграмму направленности, наличие высоких берегов в районе пляжа привело к секторному виду зоны обслуживания (рис.1 справа). На рис. 2 показаны результаты моделирования для наихудшего случая.



Рис. 2

При этом высота подъема бортовой антенны принята 0,1 м, а мощности передатчиков 3 мВт. Уровень принимаемого сигнала составил -87 дБм, что на 20 дБ выше порога чувствительности приемника. Расстояние между точками анализа принималось равным 1,5 км. При уменьшении выходной мощности до 2 мВт связь была невозможна. С учетом того, что выходная мощность стандартных *Wi-Fi* модулей составляет 10 мВт, система будет работоспособной при изменении уровня сигнала на 7 мВт.

3. Заключение

Таким образом, на основе анализа результатов моделирования, можно сделать вывод о том, что даже в наихудшем случае, дальность действия системы дистанционного управления превышает 1,5 км. Это позволяет применять данную систему не только в пределах небольших пляжей, но и для спасения людей, которые заплывли слишком далеко и находятся на пределе оптической видимости спасателем.

4. Список литературы

[1] Untitled simulation [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://link.ui.com/#>.

ANALYSIS OF THE ULTRA SMALL RESCUE VESSEL REMOTE CONTROL SYSTEM RANGE

Iskiv V. M., Amelin A. A., Malenko V. A.

Scientific adviser: Iskiv V. M.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of link budget modeling the remote control system an ultra-small rescue vessel communication line between the coastal subsystem and the onboard subsystem are considered. Worst-case simulation results are presented.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДОПЛЕРОВСКОГО РАДИОЛОКАЦИОННОГО КАНАЛА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ НАДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Миронов А. Ф., Краснов Л. М., Волкова М. Э., Бобкин А. В., Никулин А. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Миронов А. Ф.

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

E-mail: leonid_19@list.ru

Аннотация — Представлена математическая модель доплеровского сигнала, отраженного от судна в условиях качки. Показана возможность измерения периода качки судна, что представляет интерес в задачах распознавания класса судна

1. Введение

В последнее время доплеровским характеристикам радиолокационных объектов уделяется повышенный интерес, поскольку эти характеристики могут быть использованы в задачах распознавания классов объектов.

2. Основная часть

Электродинамическая модель вторичного радиолокационного излучения подвижного объекта.

В векторной форме напряженность монохроматической волны может быть представлена в виде [1]

$$\vec{H} = \vec{H}_0 e^{-i[\omega_0 t - (\vec{k}\vec{x})]}. \quad (1)$$

Здесь $\vec{H}_0$ — постоянный комплексный вектор, ω_0 — несущая частота, $\vec{k}$ — радиус-вектор, проведенный в точку наблюдения, $\vec{k}$ — волновой вектор

$$\vec{k} = \frac{\omega}{c} \vec{n} = \frac{2\pi}{\lambda} \vec{n} \quad (2)$$

$\vec{n}$ — единичный вектор, проведенный в направлении распространения волны, c — скорость света, $\lambda = cT$ — длина волны, T — период несущей частоты, $\vec{k}\vec{x}$ — скалярное произведение.

В активной радиолокации векторы $\vec{k}$ и $\vec{x}$ имеют одинаковое направление, поэтому можно выражения (1) и (2) соответственно можно использовать их модули k и x , соответственно

$$\vec{H} = \vec{H}_0 e^{-i[\omega t - (kx)]} \quad (3)$$

и

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \quad (4)$$

На выходе приемной антенны отраженный сигнал можно записать как

$$u(t) = U_0 \sin(\omega_0 t - 2kx). \quad (5)$$

Дифференцируя полную фазу в выражении (5), получаем сумму несущей частоты и доплеровского сдвига значение частоты отраженного сигнала

$$\omega(t) = \omega_0 - \omega_d(t) \quad (6)$$

где

$$\omega_d(t) = kV(t). \quad (7)$$

Здесь $V(t) = \frac{dx(t)}{dt}$ является радиальной скоростью объекта наблюдения.

Выражение (8) особенно удобно для дистанционного измерения параметров качки надводных объектов.

Математическая модель доплеровского сигнала, отраженного от судна в условиях регулярной качки.

Бортовую качку судна на регулярном волнении, можно представить в виде [1]

$$\ddot{\theta} + 2\nu_0 \dot{\theta} + n_0^2 \theta = n_0^2 \alpha_0 \sin \sigma t \quad (8)$$

где θ — угол крена судна; $2\nu_0$ — коэффициент демпфирования; n_0^2 — квадрат собственной частоты качки судна; α_0 — максимальный угол склона волны; σ — круговая частота морской волны.

В установившемся режиме процесс качки определяется собственной частотой качки объекта $\Omega = \frac{2\pi}{T}$, где T — период качки может быть представлен выражением

$$\theta = \theta_m \sin(\Omega t). \quad (9)$$

где θ_m — максимальный угол крена.

На рис. 1 представлена модель качающегося объекта с локальной областью рассеяния (ЛОР) радиоволн, расположенной на расстоянии r от вертикальной оси вращения, проходящей через точку O .

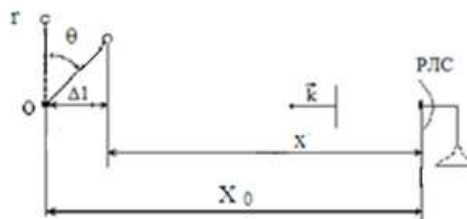


Рис. 1

ЛОР движется по окружности с радиусом r , следовательно, линейная скорость ЛОР определяется известным соотношением

$$V(t) = r\dot{\theta}. \quad (10)$$

Следовательно, переменную доплеровскую частоту отраженного сигнала можно представить как

$$\omega_d(t) = 2kr\theta_m \cos(\Omega t) \quad (11)$$

Путем анализа текущего доплеровского спектра определяют период качки объекта, который однозначно характеризует класс объекта наблюдения.

Заключение

Разработанная математическая модель может быть использована для дистанционного определения динамических параметров надводных судов.

4. Список литературы

- [1] Яворский, Б. М. Справочник по физике. Для инженеров и студентов вузов. / Б. М. Яворский, А. А. Детлаф. — М. : Наука, 1968. — 939 с.
- [2] Семенов-Тянь-Шанский, В. В. Качка корабля / В. В. Семенов-Тянь-Шанский, С. Н. Благовещенский, А. Н. Холодильник. — Л. : Судостроение, 1969. — 392 с.

MATHEMATICAL MODEL OF A DOPPLER RADAR CHANNEL FOR MEASURING PARAMETERS OF SURFACE OBJECTS

Mironov A. F., Krasnov L. M., Volkova M. E., Bobkin A.V., Nikulin A.V.

Scientific adviser: Mironov A. F.

Black Sea Higher Naval School named after P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — A mathematical model of the Doppler signal reflected from a ship in rolling conditions is presented. The possibility of measuring the ship's pitching period is shown, which is of interest in problems of ship class recognition.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ОБЪЕКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НИЗКИХ ЧАСТОТ

Кислицов А. С.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: fromkorm@mail.ru

Аннотация — В работе был представлен вариант решение проблемы высокоточного определения объекта в условиях городской среды, с использованием ультразвуковых частот.

На рис. 2 представлено графическое представление полученных данных от Д1, Д2, Д3, Д4. Используя тригонометрические формулы можно рассчитать координаты искомого объекта.

1. Введение

Актуальность данной работы связано с возросшим интересом людей к беспилотным летательным аппаратам. В данный момент большинству данных аппаратов необходим оператор, который будет следить и управлять. Для того-то что бы избавиться от человеческого фактора, и автоматизировать процесс, необходимо решить проблему с высокоточным определением положения тела на плоскости и в объёме в условиях мегаполиса, с зданиями и узкими пролётами между ними.

2. Основная часть

Для реализации поставленной задачи, был выбран частотный диапазон 40 кГц — 80 кГц, так как при распространении данный сигнал будет достаточно быстро затухать, и амплитуда отраженного сигнала не будет вносить искажений в принимаемый сигнал [1] [2].

Датчики располагаются на геостационарных точках, координаты которых и расстояния до других датчиков известны. Структуру системы можно представить следующим образом:

- управляющий контроллер на искомом объекте;
- генератор;
- передатчик;
- приемник;
- амплитудный детектор;
- устройство управления и обработки.

Искомый объект, далее ИО, излучает сигнал, как только первый датчик, далее Д1, примет сигнал, микроконтроллер уходит в прерывание, опрашивает модуль реального времени и отправляет свой номер и точное синхронизированное время на устройство управления и обработки данных, данные первого датчика являются нулевой точкой отсчёта для остальных датчиков. Как только сигнал примут еще два датчика, к примеру, Д2, Д3, система сможет рассчитать координаты объекта. На рис. 1 представлена диаграмма показывающая, разницу во времени между полученными сигналами.

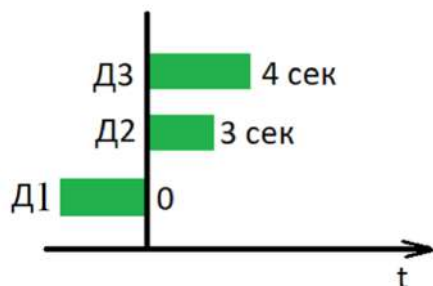


Рис. 1

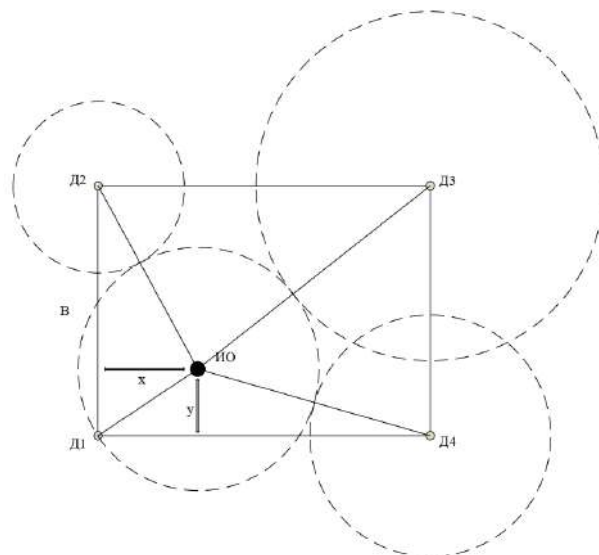


Рис. 2

3. Заключение

Предложенная система позиционирования может решить поставленную задачу, по детектированию беспилотных летательных аппаратов, но необходимо учесть, что математическая модель и реальные испытания ультразвуковых датчиков различаются.

Для решения этих проблем, необходимо разработать помехозащищенный метод передачи сигнала, использовать модуляцию.

4. Список литературы

- [1] Звуколокация : studfiles [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/358669/page:10>.
- [2] Поглощение звука : physic-explorer [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.physic-explorer.ru/pogloshchenie_zvuka-1086-1.html.

DEVELOPMENT OF THE OBJECT POSITIONING SYSTEM USING LOW FREQUENCIES

Kislitsov A. S.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — In report, a solution to the problem of high-precision definition of an object in an urban environment, using ultrasonic frequencies, is presented.

СИСТЕМА ИДЕНТИФИКАЦИИ «РОЯ» БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Ерещенко В. В., Кудрявченко И. В.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: ereshenko.vasil@gmail.com

Аннотация — Произведено обоснование принципов построения схемы активного RFID-идентификатора. Разработана структурная схема активного RFID-идентификатора для установки на беспилотный летательный аппарат.

1. Введение

Существует задача создать систему идентификации «роя» БПЛА, чтобы в зависимости от выполняемой задачи, примыкающий к «рою» аппарат мог беспрепятственно встать в строй. При этом нужно учитывать, чтобы цена и размеры создаваемого устройства были малы. Большой плюс «роя» в отличие от одного БПЛА, что во время боевых действий его практически невозможно уничтожить.

2. Основная часть

Рой будет состоять из N-го количества аппаратов, которые будут позиционно пронумерованы. Роем управляет БЛА-лидер, так же — ведущий, все остальные — ведомые. Они поддерживают с лидером постоянный визуальный контракт, благодаря использованию ИК-датчиков. Если ведущий выходит из строя по различным причинам, его место автоматически занимает аппарат под номером 1.

При этом количество интегрированных в систему беспилотников можно наращивать неограниченно. К примеру, создавая рой из набора небольших групп, где беспилотник-лидер является ведущим для 2—3 аппаратов ведомых, которые, в свою очередь, могут быть ведущими уже для своих фрагментов роя беспилотников.

Вопрос, который нас интересует заключается в том, как беспилотнику покинувшему рой, встать обратно, пройдя идентификацию и не причиняя случайного урона объектам роя.

Выбирая более доступный способ идентификации, будем использовать радиочастотные RFID-метки, с определенным кодом. Если код совпадает, то беспилотник может присоединиться к рою.

Для нахождения точного местоположения летательного аппарата система определяет место положение каждой метки путем нахождения расстояний от всех меток до, как минимум, трех активных RFID считывателей, установленных на определенных БПЛА, например, по краям «роя», с заданными пространственными координатами, относительно которых и осуществляется позиционирование по стандарту ISO 24730-5.



Рис. 1

Каждый считыватель включает в себя три компонента: приемно-передающий блок, микроконтроллер и антенну. Для увеличения срока работоспособности, с точки зрения энергопотребления, будет целесообразно добавить блок источника питания. А для обработки данных и размещения объекта на указанное ему место добавим блок интерфейса передачи данных, а также блок Wi-Fi с помощью которого данные и будут передаваться. Дополненная упрощенная схема активного RFID-идентификатора приведена на рис. 2



Рис. 2

3. Заключение

Разработана модель системы идентификации БПЛА в составе роя.

Для удобства передачи информации между БПЛА был выбран стандарт Wi-Fi. Так как в отличие от Bluetooth имеет больший радиус связи и неограниченное число подключившихся абонентов. Но есть и минус, Wi-Fi может быть подвержен взлому.

Для идентификации аппаратов решено было использовать радиочастотные метки, благодаря своей простоте, компактности и дешевизне. На данный момент RFID-метки собираются частично из зарубежных компонентов, однако отечественная база уже начинает выходить, на международный рынок и скоро мы сможем собирать идентификаторы, на своей, отечественной базе.

4. Список литературы

- [1] Амелин, К. С. Адаптивное управление автономной группой беспилотных летательных аппаратов / К. С. Амелин, Е. И. Антал, В. И. Васильев, Г. О. Гранчина // Стохастическая оптимизация в информатике, 2009. — Т. 5 — № 1-1. — 157 с.
- [2] Петров, В. Ф. Модель системы автоматического управления беспилотным летательным аппаратом. Известия Тульского государственного университета / В. Ф. Петров, А. А. Барунин, А. И. Терентьев // Технические науки, 2014. — Т. 5 — № 12-2. — 277 с.
- [3] Ефименко, М. С. Беспроводные сенсорные сети / М. С. Ефименко, С. И. Клымыч, Р. Б. Саткенов // Молодой ученый. — 2018. — №51. — С. 40—42.

SYSTEM OF IDENTIFICATION OF THE "SWAR" OF UNMANNED AIRCRAFT

Ereshenko V. V., Kudryavchenko I. V.

Scientific adviser: Kudryavchenko I. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The substantiation of the principles of constructing an active RFID-identifier scheme is made. A block diagram of an active RFID identifier for installation on an unmanned aerial vehicle has been developed.

БЛОК УПРАВЛЕНИЯ УНИЧТОЖИТЕЛЯ БУМАГИ

Иванченко Д. С., Смекодуб В. А., Щекатурин А. А.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Щекатурин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: Budkomes@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрены уничтожитель бумаги, в котором используется микроконтроллер в качестве устройства управления, позволяющий работать разработанному устройству в нескольких режимах. Разработана структурная схема устройства, позволяющего реализовать полный набор выполняемых функций.

1. Введение

Современные уничтожители бумаги почти не изменились за последнее десятилетие. Единственным блоком, который претерпел изменение, стал блок управления. С развитием микропроцессорной техники, приведшей к уменьшению стоимости электронных устройств, стало рентабельным использование микроконтроллеров с ограниченным набором функций и небольшим количеством выводов для управления машинами по уничтожению бумаги. Такой подход позволяет заменить блок управления, выполняемый в настоящее время на устройствах жесткой логики, содержащий более десятка микросхем, одним микроконтроллером.

С целью реализации всех функций, необходимых для функционирования машины по уничтожению бумаги, был применен 8-битный микроконтроллер AT89C2051 серии AVR компании Atmel,

2. Основная часть

Уничтожитель бумаги — электромеханическое устройство, использующее набор гребенок, которые, вращаясь, измельчают бумагу. Гребенки приводятся в действие шестерными передачами, которые, в свою очередь, приводятся в движение от двигателя переменного тока с реверсным режимом.

В состав уничтожителя бумаги входят: ножи и зубчатый ротор, привод, подающий механизм, блок управления, корпус, корзина для накопления отходов.

Структурная схема блока управления уничтожителя бумаги показана на рис. 1.

Управление двигателем осуществляется блоком А2. В этом блоке находится блок питания для всех устройств и блок управления электродвигателем. Управлением блоком электродвигателя А2 производится из блока А1, в состав которого входит микроконтроллер управления и другие элементы, которые принимают участие в управлении. Блок А1 выполняет функцию управления машиной уничтожения бумаги.

Устройство работает с двумя типами уничтожаемой бумаги, для каждого типа предусмотрено специальное отверстие для ввода бумаги. Информацию о наличии бумаги определяет блок, состоящий из излучающего и приемного светодиодов, работающих в инфракрасном диапазоне. Информация о наличии бумаги поступает с приемного светодиода на соответствующий вход микроконтроллера. Также на вход микроконтроллера поступает информация с блока кнопок управления, с помощью которых можно управлять функциями включения, реверса и т.д. В блоке кнопок управления присутствуют светодиоды, управляемые микроконтроллером. Эти светодиоды выполняют функцию визуального контроля режимов

работы устройства. Микроконтроллер анализирует полученные команды с блока кнопок управления и блока управления двигателем, вырабатывает команду для блока управления двигателем. Также с блока управления двигателем приходит информация о перегрузке двигателя. Все устройство управляется от микроконтроллера в соответствии с разработанной программой.

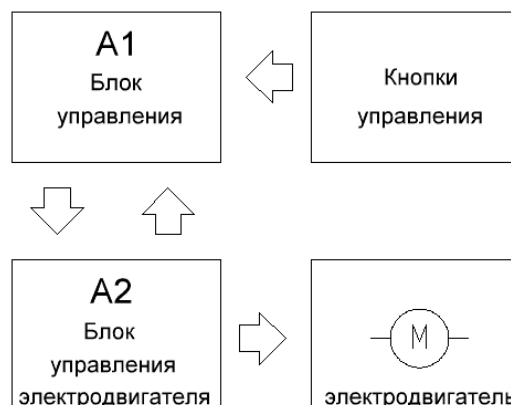


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, была выполнена разработка принципиальной схемы блока управления, а также составлена управляющая программа, которая управляет уничтожителем бумаги.

4. Список литературы

- [1] Титце, У. Полупроводниковая схемотехника / У. Титце, К. Шенк ; 12-е изд., пер. с немец. — М. : ДМК Пресс, 2008. — Т. 1. — 832 с.
- [2] Белов, А. В. Микроконтроллеры AVR. От азов программирования до создания практических устройств (+CD) / А. В. Белов. — М. : Наука и техника, 2016. — 544 с.

THE CONTROL UNIT OF A PAPER SHREDDER

Ivanchenko D. S. Smekodub V. A., Schekaturin A. A.
 Scientific adviser: Shekaturin A. A.
Sevastopole State University, Russia

Abstract — The paper shredder, designed with a microcontroller to control the several different work modes, is considered. A block diagram of device, which allows you to implement the full set of special functions, is designed.

ЦИФРОВОЙ КАНАЛ СИСТЕМЫ СЕЛЕКЦИИ НИЗКОСКОРОСТНЫХ ЦЕЛЕЙ

Греханов С. Ю.

Научный руководитель: канд. техн. наук, с.н.с., Поляков А. Л.

Севастопольский государственный университет, Российская Федерация

E-mail: Serzh.grekhanov@bk.ru

Аннотация — Одной из важных систем обзорных радиолокационных станций являются системы селекции движущихся целей (СДЦ). Предложен вариант реализации цифрового канала СДЦ для решения задачи селекции низкоскоростных движущихся целей.

1. Введение

Работа схемы цифрового канала заключается в следующем: с фазового детектора сигнал поступает на аналого-цифровой преобразователь. В АЦП происходит преобразование аналогового сигнала в цифровой n -разрядный код, который заносится в ОЗУ. После этого микропроцессорная система начинает обрабатывать полученную информацию. Такая последовательность обработки объясняется высокой скоростью. Учитывая, что время преобразования поступающих на АЦП сигналов меньше цикла канала ввода широко распространенных процессоров, целесообразно данные (коды измеренных значений) выдавать в канал микропроцессора после предварительной буферизации в оперативном запоминающем устройстве.

2. Основная часть

Ячейка цифрового вычислителя выполнена на основе последовательного соединения двух двухпроцессорных модулей. К каждому DSP подключен банк локальной памяти, а попарно DSP подключены к разделяемой памяти. Четыре байтовых коммуникационных порта процессоров служат для организации внешних связей с ячейкой. Остальные порты предназначены для межпроцессорного обмена внутри ячейки. Ячейка контроллера мультимплексного канала представляет собой одноплатное устройство, построенное на базе Л1879ВМ1 (рис.1).

Емкость ОЗУ выбираем таким образом, чтобы обеспечить хранение информации, полученной от каждого отраженного сигнала РЛС. Так как за основу взят режим обнаружения, то в направлении цели посылаются не более 20-30 импульсов. Для оптимального анализа выбираем 25 импульсов. Для работы устройства СДЦ во всем диапазоне дальностей необходимо сохранение в ОЗУ информации о всех отраженных сигналах. РЛС, работающая на длине волны 3см, обеспечивает обзор пространства на дальностях до 30км. Для определения емкости ОЗУ необходимо учесть разрешающую способность по дальности.

Всю систему цифровой обработки радиолокационной информации можно реализовать на базе СБИС 1879ВМ3 — быстродействующего программируемого контроллера со встроенными аналого-цифровыми (АЦП) и цифро-аналоговыми (ЦАП) преобразователями. Емкость ОЗУ должна быть достаточна для хранения 10000 восьмиразрядных значений (80000бит).



Рис. 1

3. Заключение

Предложенный вариант реализации СМДЦ позволяет обеспечить обработку и накопление радиолокационной информации с высоким быстродействием и качеством.

4. Список литературы

- [1] Цифровой процессор сигналов ЦПС Л1879ВМ1 [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://ru.bmstu.wiki/%D0%9B1879%D0%92%D0%9C1>
- [2] Миронов, С. Н. Цифровая обработка радиолокационных сигналов на основе процессора Л1879ВМ1[Электронный ресурс] — Режим доступа: https://www.elibrary.ru/ip_restricted.asp?rpage=https%3A%2F%2Fwww%2Eelibrary%2Eru%2Fitem%2Easp%3Fid%3D24333150

DIGITAL CHANNEL OF LOW-SPEED TARGET SELECTION SYSTEM

Grakhanov S. Yu.

Scientific supervisor: Polyakov A. L.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — One of the most important systems of surveillance radars is the system of selection of moving targets. A variant of implementing a digital channel of selection of moving targets system for solving the problem of selecting low-speed moving targets is proposed.

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

РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОЙ МОДЕЛИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ВЫЧИСЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ В ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Поляков А. А., Моисеев Д. В.

Научный руководитель: д-р техн. наук, доц. Моисеев Д. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: sansanich27@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрена разработка и принцип функционирования комбинированной модели автоматизированного вычисления показателя результативности в организационно-технических системах.

1. Введение

В современных управленческих процессах в организационных, организационно-технических системах (ОТС) направленных на проектирование и эксплуатацию специализированной техники на протяжении всего жизненного цикла, принятие взвешенного решения предполагает достижение заданной цели или последовательное приближение к некоторому наиболее предпочтительному варианту выбора оптимального решения из представленного множества.

2. Основная часть

При вычислении показателя результативности (ПР) в ОТС в современной науке применяются различные методы и методики, целью статьи является продемонстрировать содержание одного из таких подходов представленного в виде комбинированной модели (КМ). Рассматриваемая КМ является симбиозом аналитической и статистической модели. В качестве основного вычислительного механизма аналитической модели применяется аппарат общего логико-вероятностного метода (ОЛВМ), в основе применяемой статистической модели лежит аппарат итерационного логико-статистического метода (ИЛСМ).

Перед применением КМ необходимо провести декомпозицию рассматриваемой ОТС. Для наглядности используем принцип полной декомпозиции (ПД) исследуемой структуры системы, содержание ПД заключается в разделении структуры ОТС на функциональные элементы (ФЭ) и коммуникационные связи (КС), где каждый рассматриваемый элемент системы представлен индивидуальным показателем результативности, при этом КС также представлены показателями состояния перехода (СП) [1].

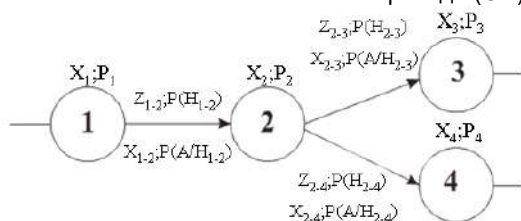


Рис. 1

где:

X_i — ФЭ;

X_i-j — КС между ФЭ X_i и X_j ;

Z_{i-j} — обозначает СП КС между ФЭ X_i и X_j ;

P_i — ПР элемента X_i ;

$P(A/H_{i-j})$ — ПР КС между ФЭ X_i и X_j ;

$P(H_{i-j})$ — показатель СП КС между ФЭ X_i и X_j .

В связи с тем, что показатели СП КС возможно учитывать с положениями полной группы несовместных событий (ПГНС), то содержание КМ заключается в поочередном применении к единичным логическим решениям ИЛСМ, при учете показателей СП по всей его длине. При учете СП КС в виде группы совместных событий (ГСС) применяется классический ИЛСМ.

Логический критерий функционирования: участок от Y_1 до $(Y_3 \vee Y_4)$.

Вычисление ПР системы:

$$P_s = \sum_{j=1}^m \left(\prod_{i=1}^n Z_{ij} \right) \cdot I_j.$$

где:

I — число положительных итераций;

Z — показатель состояний перехода.

Вычисление производится по правилам булевой алгебры.

3. Заключение

Таким образом, разработанная КМ направленная на автоматизированное вычисления ПР в ОТС охватывает все возможные СП КС представляемые в виде ПГНС и ГСС.

В связи с комбинированным применением аналитической и статистической модели в одной связке, полученные вычисления КМ будут более точными на два десятка после запятой, чем при применении только одной статистической модели [2].

4. Список литературы

- [1] Поляков, А. А. Комплекс методик декомпозиции структурно-сложных систем различного назначения / А. А. Поляков, Д. В. Моисеев // Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal) / Warsaw, Poland.: «Jerozolimskie», № 7(47), 2019 г. — С. 66 — 70.
- [2] Polyakov, A. Advantages of using the probabilistic form of information representation in information-control systems / A. Polyakov, N. Sapozhnikov, A. Bryukhovetskiy, D. Moiseev // 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon) Accession Number: 18361739.

DESIGN OF COMBINED MODEL OF AUTOMATED CALCULATION OF EFFICIENCY INDICATOR IN ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL SYSTEMS

Polyakov A. A. Moiseev D. V.

Scientific adviser: Moiseev D. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The design and principle of functioning of the combined model of automated calculation of the efficiency indicator in organizational and technical systems are considered.

РАЗРАБОТКА СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ВЫЧИСЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ В ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Поляков А. А., Моисеев Д. В.

Научный руководитель: д-р техн. наук, доц. Моисеев Д. В.
Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: sansanich27@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрена разработка и принцип функционирования статической модели автоматизированного вычисления показателя результативности в организационно-технических системах.

1. Введение

В статье рассматривается один из видов активного эксперимента (АЭ) содержание которого заключается в построении статистической модели. В АЭ, имеется возможность регулирования условий проведения опытов, в первую очередь анализируется влияние одного фактора при прочих постоянных, после этого переходят к исследованию следующих факторов. При планировании АЭ эффективно варьирование величины всех факторов по определенному плану, при этом удастся выявить взаимодействие факторов и существенно сократить объем проводимой работы.

2. Основная часть

Структуры организационных, организационно-технических систем (ОТС) для анализа и численной оценки подвергаются различным принципам декомпозиции, одним из способов декомпозиции структуры системы является полная декомпозиция её структуры.

Содержание полной декомпозиции заключается в разделении структуры ОТС на функциональные элементы (ФЭ) и коммуникационные связи (КС), где каждый рассматриваемый элемент системы представлен индивидуальным показателем результативности, при этом показателями КС представлены состояниями перехода в виде полной группы несовместных событий (ПГНС) и группы совместных событий (ГСС).

В статистической модели искомый показатель, а в рассматриваемом примере показатель результативности ОТС вычисляется на основании применения метода прямого обхода в глубину структуры системы [1].

Рассмотрим структуру ОТС, как указано ниже.

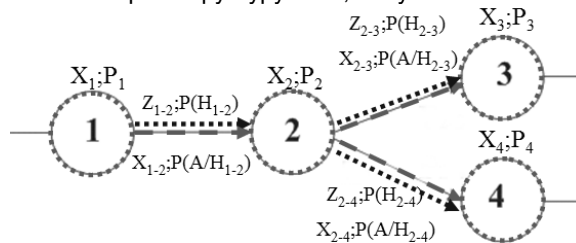


Рис. 1

где: X_i — ФЭ; X_{i-j} — КС между ФЭ X_i и X_j ; Z_{i-j} — обозначает СП КС между ФЭ X_i и X_j ; P_i — ПР элемента X_i ; $P(A/H_{i-j})$ — ПР КС между ФЭ X_i и X_j ; $P(H_{i-j})$ — показатель СП КС между ФЭ X_i и X_j .

Логический критерий функционирования: участок от Y_1 до (Y_3 и Y_4).

Логическая функция работоспособности системы:

$$Y_s = X_1 Z_{1-2} X_{1-2} X_2 (Z_{2-3} X_{2-3} X_3 + Z_{2-4} X_{2-4} X_4).$$

Содержание одной итерации (единичный обход структуры системы для ПГНС):

Таблица 1

Логическое решение	Показатель результативности ФЭ или КС	Случайная величина
X_1	0,9	0,5
X_{12}	1	0,7
X_2	0,8	0,4

Вычисление показателя результативности системы

$$P_s = \frac{m}{N}$$

где: m — число положительных исходов; N — число итераций.

3. Заключение

Статистическую модель, возможно применять не только для верификации аналитической модели, но и отдельно, как самостоятельную независимую модель, целью этого является воспроизведение поведения исследуемой системы на основе результатов анализа наиболее существенных взаимосвязей между элементами. Также статистическую модель можно рассматривать как множество правил, которые определяют, в какое состояние система перейдет в будущем из заданного текущего состояния [2].

4. Список литературы

- [1] Поляков, А. А. Вычисление показателя надежности функциональных элементов в технических, организационно-технических системах / А. А. Поляков, Д. В. Моисеев // Сб. МНФ «Наука и инновации - современные концепции» / М.: Инфинити, 2019 г. — С. 118—126.
- [2] Свид. 2018660565 Российская Федерация. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. Программа поддержки принятия решения при моделировании ОТС / А.А. Поляков, Д.В. Моисеев; заявитель и правообладатель ФГБВОУ ВО ЧВВМУ им. П.С. Нахимова Министерства обороны Российской Федерации (RU). № 2018617943; заявл. 27.07.18; опубл. 24.08.18.

DESIGN OF A STATISTICAL MODEL OF AUTOMATED CALCULATION OF EFFICIENCY INDICATOR IN ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL SYSTEMS

Polyakov A. A., Moiseev D. V.

Scientific adviser: Moiseev D. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The design and principle of functioning of the statistical model of automated calculation of the efficiency indicator in organizational and technical systems are considered.

РАЗРАБОТКА АНАЛИТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ВЫЧИСЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ В ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Поляков А. А., Моисеев Д. В.

Научный руководитель: д-р техн. наук, доц. Моисеев Д. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: sansanich27@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрена разработка и принцип функционирования аналитической модели автоматизированного вычисления показателя результативности в организационно-технических системах.

1. Введение

Характерной особенностью развития организационно-технических систем (ОТС) является широкое внедрение автоматизированных управленческих циклов различными производственными, технологическими, организационными системами. В связи с этим внедрение методик направленных на повышение точности вычисления показателя результативности (ПР) ОТС, обусловлено следующими причинами:

- возрастающие потребности практики в точном вычислении ПР ОТС;
- постоянно возрастающая структурная сложность и размерность ОТС;
- в нелинейном подходе применения принципов декомпозиции структур ОТС;
- необходимостью обеспечения научными методами моделирования и автоматизированного вычисления ПР ОТС не только на этапе их исследования и проектирования, но и в процессе практического применения (эксплуатации) [1].

2. Основная часть

Повышение точности вычисления ПР ОТС на различных этапах жизненного цикла основано на вариативном применении принципов полной или неполной декомпозиции структуры системы на функциональные элементы (ФЭ) и коммуникационные связи (КС), с учетом их индивидуальных ПР, при этом для КС учитывается показатель состояния перехода (СП) представленный группой совместных событий (ГСС) или полной группой несовместных событий (ПГНС).

В аналитической модели искомый показатель результативности ОТС вычисляется на основании вероятностной функции, которая строится по логической функции работоспособности системы на основании логического критерия функционирования системы. Рассмотрим графическое содержание функционирования аналитической модели при обходе структуры ОТС, как указано ниже.

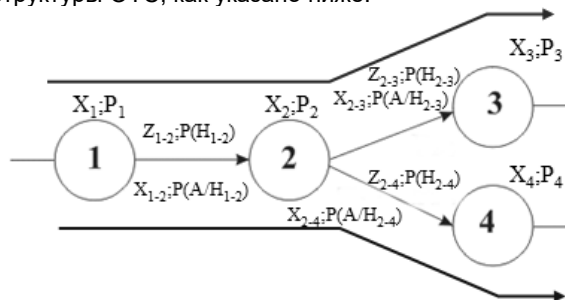


Рис. 1

где X_i — ФЭ, X_{i-j} — КС между ФЭ X_i и X_j , Z_{i-j} — обозначает СП КС между ФЭ X_i и X_j , P_i — ПР элемента

X_i , $P(A/H_{i-j})$ — ПР КС между ФЭ X_i и X_j , $P(H_{i-j})$ — показатель СП КС между ФЭ X_i и X_j .

Логический критерий функционирования: участок от Y_1 до $(Y_3 \vee Y_4)$.

Логическая функция работоспособности системы:

$$Y_s = X_1 Z_{1-2} X_{1-2} X_2 (Z_{2-3} X_{2-3} X_3 + Z_{2-4} X_{2-4} X_4).$$

Вероятностная функции для ПГНС:

$$P_s = P_1 P(H_{1-2}) P(A/H_{1-2}) P_2 (P(H_{2-3}) P(A/H_{2-3}) P_3 + P(H_{2-4}) P(A/H_{2-4}) P_4).$$

В ходе проведения исследования выявленная зависимость между точностью и достоверностью. При увеличении точности вычисления ПР ОТС уменьшается достоверность вычисления [2].

3. Заключение

Лицо, принимающее решения определяет каким из свойств он может пренебречь для улучшения одного свойства и ухудшения другого, при увеличении точности также увеличивается уровень декомпозиции и уменьшается достоверность, при увеличении достоверности уменьшается точность и поднимается уровень иерархии декомпозиции, при уменьшении уровня декомпозиции уменьшается точность. Критериям повышения точности полученного ПР ОТС является минимально и достаточное решение выбора уровня декомпозиции структуры ОТС при заданной достоверности, которое позволит решить поставленную задачу.

4. Список литературы

- [1] Polyakov, A. Modelling performing calculations over the data presented in a probabilistic form / A. Polyakov, N. Sapozhnikov, D. Moiseev // Int. Conf. on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment (ICMTME 2018), 2018. — Vol 224. — Article Number 02072.
- [2] Поляков, А. А. Комплекс методик декомпозиции структурно-сложных систем различного назначения / А. А. Поляков, Д. В. Моисеев // Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal). — Warsaw, Poland : Jerozolimskie, 2019. — No 7(47). — p. 66 — 70.

DEVELOPMENT OF ANALYTICAL MODEL OF AUTOMATED CALCULATION OF EFFICIENCY INDICATOR IN ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL SYSTEMS

Polyakov A. A., Moiseev D. V.

Scientific adviser: Moiseev D. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The design and principle of functioning of the analytical model of automated calculation of the efficiency indicator in organizational and technical systems are considered.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЕ УСТРОЙСТВО ВЫЧИСЛЕНИЯ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ВЕРОЯТНОСТИ ДЛЯ ГРУППЫ СОВМЕСТНЫХ СОБЫТИЙ

Поляков А. А., Моисеев Д. В.

Научный руководитель: д-р техн. наук, доц. Моисеев Д. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: sansanich27@yandex.ru

Аннотация — В работе рассматривается разработка и принцип функционирования программно-аппаратного устройства, предназначенного для вычисления аналитической вероятности для группы совместных событий.

1. Введение

Программно-аппаратное устройство (ПАУ) вычисления аналитической вероятности (ВAV) для группы совместных событий (ГСС) относится к области автоматики и измерительной техники и может быть использовано в арифметических устройствах, специализированных и универсальных электронно-вычислительных машинах [1].

Задачей, на решение которой направлена представленное ПАУ является сокращение аппаратного объёма оборудования ВAV для систем (задач) представляемых ГСС в виде схемы функциональной целостности со свойствами ориентированного взвешенного графа.

2. Основная часть

Сущность разработанного устройство вычисления аналитической вероятности для группы совместных событий поясняется рис. 1, входят:

1 — генератор случайных равномерно распределенных чисел; 2 — блок сложения; 3 — блок умножения; 4 — блок вычитания; 5 — дешифратор команд; 6 — дизъюнктор на два входа; 7 — счетчик результата; 8 — блок переписи результата; 9 — регистр результата.

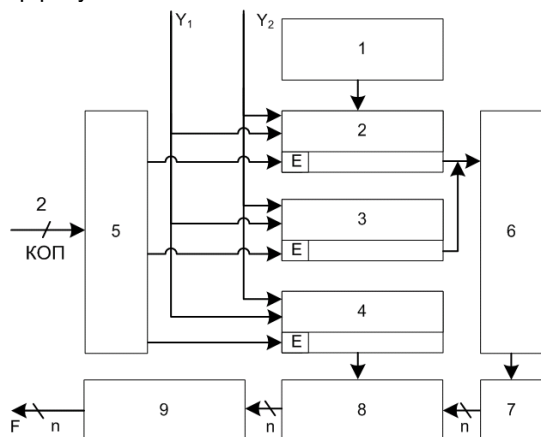


Рис. 1

Также на рисунке используются следующие обозначения:

КОП — код арифметической операции; Y_1 и Y_2 — входы на которые поразрядно подаётся вероятностное отображение операндов; F — результат на выходе вероятностного арифметического устройства; n — количество разрядов необходимых для представления результата в виде двоичного позиционного кода; E — разрешающие входы блоков.

Схема вероятностного устройства нахождения аналитической вероятности для группы совместных

событий в неориентированном графе работает следующим образом. Согласно кода операции (КОП), поступающего на вход дешифратора команд (5) в виде двухразрядного позиционного кода, на выходе дешифратора команд (5) формируется сигнал разрешения на выполнение одной из трёх операций (умножения, сложения, вычитания).

В случае прихода КОП на выполнение операции умножения, вычитания или сложения от дешифратора команд (5) на входы соответствующих блоков 2, 3, 4 подаются два вероятностно представленных операнда, в случае прихода КОП сложения, на входы блока сложения (2) подается значение с выхода генератора псевдослучайных равномерно распределенных чисел (1). За K тактов производится выполнения соответствующих операций, на каждом такте с выхода соответствующего блока промежуточный результат через дизъюнктор (6) подаётся на счетчик результата (7), после прохождения K тактов, результат переписывается из счетчика результата (7) в регистр результата (9) через блок переписи (8). Внешний генератор тактовых импульсов, выполняет задающую и синхронизирующую функции и на схеме не показан. Счетчик результата (7), блок переписи результата (8), регистр результата (9) соединены друг с другом последовательно с помощью n — разрядной шины. Входы дешифратора команд (5) вместе с входами операндов Y_1 , Y_2 являются входами устройства. Выход F регистра результата (9) является выходом всей схемы.

3. Заключение

Технический результат достигается за счет того, что ПАУ ВAV для ГСС выполняет арифметические операции сложения, вычитания и умножения над операндами, представленными в виде вероятностных отображений, что приводит к полному изменению аппаратной части устройства по сравнению с прототипами [1].

4. Список литературы

- [1] Пат. 188000 Российская Федерация, МПК G06F 7/57 (2006.01) G06F 17/18 (2006.01) Вероятностное устройство нахождения аналитической вероятности для полной группы несовместных событий в неориентированном графе / Д Моисеев Д. В., Поляков А. А., Перепадин А. А.; заявитель ЧВВМУ им П. С. Нахимова. — № 2018140350, заявл. 15.11.2018; опубл. 26.03.2019, бюл. № 19.

SOFTWARE AND HARDWARE DEVICE FOR CALCULATION OF ANALYTICAL PROBABILITY FOR GROUP OF JOINT EVENT

Polyakov A. A., Moiseev D. V.

Scientific adviser: Moiseev D. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the development and the principle of functioning of a hardware-software device designed to calculate the analytical probability for a group of joint events are considered.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ

Сычев К. В.

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

Воронежский институт высоких технологий, Россия

E-mail: komkovvvt@yandex.ru

Аннотация — Рассматривается задача позиционирования в беспроводных сенсорных сетях. Приведен пример применения подходов, связанных с позиционированием на автомобильной стоянке.

1. Введение

Беспроводные сенсорные сети (БСС) являются активно развивающимися системами автоматизации и управления, мониторинга и контроля для многих сфер деятельности. Целью данной работы являлось исследование возможностей использования методов позиционирования в беспроводных сетях.

2. Основная часть

В беспроводных сетях для позиционирования используются разные подходы [1]. Первый базируется на методе ближайшей точки доступа. Алгоритм этого метода представляет технологию, присвоения клиенту положение точки доступа с сигналом наибольшей мощности. Такой алгоритм действий используется для определения клиентом ближайшей точки доступа.

Второй подход связан с методом, основанным на измерении угла приема [2]. Местоположение рассчитывается пресечением двух лучей, появившихся от массива антенн и снабженных датчиками специального назначения.

Третий алгоритм базируется на использовании трилатерации. Используется измерение длин сторон в треугольниках, образованных на местности.

Метод Time of Arrival (ToA) основывается на времени распространения сигнала от передатчика к приемнику, поэтому необходима точная синхронизация часов между целевым устройством и опорными точками. Метод ToA основывается на оценке времени прихода сигнала от нескольких опорных точек.

В этом методе измеряется задержка распространения сигнала между объектом и опорным пунктом.

В работе рассматривалась задача оптимизации движения транспорта на платной парковке.

При организации въезда и выезда по карточкам/брелокам, на входе на стоянку установлен турникет с считывателем. На выходе установлен считыватель-контролер с блоком питания и электромагнитным замком.

Первый алгоритм (алгоритм 1) основан на том, что все метки генерируют ответы со случайным интервалом, за счет чего всегда наступит момент, когда считывателю отвечает только одна метка.

Второй алгоритм (алгоритм 2) основан на том принципе, что уже считанной метке посылается команда «выключение», которая выполняется меткой вплоть до пропадания питания (то есть до момента, пока метка не будет удалена из поля считывателя).

Было установлено, что алгоритм 2 работает быстрее, чем алгоритм 1, поскольку с течением времени в поле считывателя остается все меньше и меньше меток.

Также преимущество алгоритма 2 в том, что при определенном условии могут быть подсчитаны даже метки с одинаковым кодом.

На платных парковках до установки антенны и считывающего устройства, автомобили с установленными транспондерами не имели достаточного контроля по закреплению месту парковки и оплате реального времени стоянки.

После установки антенны и считывающего устройства оборудования, производился четкий контроль мест на парковочной площадке на основе указанных выше алгоритмов и оплаты по реальному времени стоянки автомобиля в течение дня. Анализ производился в течение 15 дней.

Результат исчисления разницы в часах, проведенных автомобилем на парковочном месте без контроля и с контролем антенны и считывающего устройства, был вычислен по следующему соотношению: 165 час-85 час=80 час, что соответствует 80 часам, проведенным автомобилем на парковочном месте бесплатно.

Без контроля оборудования, автомобили занимали парковочное место хаотично и без оплаты реально проведенного времени на стоянке. При контроле оборудования, автомобили начали парковаться на специально отведенных конкретно для них местах, и реальное время стоянки уменьшилось в связи с началом оплаты.

3. Заключение

Были проведены исследования по применению транспондеров на платной парковке. Алгоритм работы транспондера следующий: подъехала машина, транспондер «проснулся», установилось соединение с антенной, антенна считала информацию, отправив данные на сервер, и получила разрешающие данные с перечнем предоставляемых сервисов, поддерживаемые на данной точке для автомобиля.

4. Список литературы

- [1] Русанов, П. И. Анализ основных методов позиционирования в сетях Wi-Fi / П. И. Русанов, А. Г. Юрочкин // Вестник Воронежского института высоких технологий. — 2019. — № 1 (28). — С. 100 — 103.
- [2] Русанов, П. И. Моделирование беспроводных сенсорных сетей / П. И. Русанов, А. Г. Юрочкин // Вестник Воронежского института высоких технологий. — 2019. — № 4 (31). — С. 19 — 22.

STUDY OF METHOD OF POSITIONING IN WIRELESS NETWORKS

Sychev K. V.

Scientific adviser: Preobrazhenskiy A. P.

Voronezh Institute of High Technologies, Russia

Abstract — The problem of positioning in wireless sensor networks is considered. The example of application of techniques related to the positioning of the parking lot is presented.

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ «УМНЫМ ДОМОМ»

Мельникова Т. В., Преображенский А. П.
Научный руководитель: д-р. техн. наук, проф. Преображенский А. П.
Воронежский институт высоких технологий, Россия
E-mail: komkovvvt@yandex.ru

Аннотация — В работе рассматривается задача, связанная с построением алгоритма работы интеллектуальной системы управления «Умный дом».

1. Введение

Задача формирования концепции, технологии функционирования и информационно-алгоритмической среды управления умным домом является весьма актуальной. Целью работы является выработка предложений по алгоритму работы системы управления умным домом.

2. Основная часть

В системе управления умным домом необходимо опираться на соответствующие функциональные службы. Для них важно применять схему принятия решений в ходе работы. Ниже описана ее идея.

В системе первичные источники и датчики формируют данные. Контролируемый параметр оценивается с точки зрения отклонений от соответствующих режимов.

Режимы, при этом, являются оптимальными или регламентными относительно требований пользователей.

На базе соответствующих подходов определяют оптимальные варианты решений.

Ключевые компоненты: первичные данные, требуемое состояние, совокупность воздействий по управлению, которые возможны.

Данная концепция может использоваться в разных компонентах внутри дома. Например, в кондиционировании, канализации и др.

Чтобы задача управления была формализована, в системе мы будем опираться на базовые обозначения, представленные ниже.

В системе совокупность потенциальных решений рассматриваем как $D = \{d_1 \dots d_N\}$. При этом N — показывает общие возможные решения. Решение с номером n — d_n .

Все возможные решения в системе датчиков, определяются совокупностью параметров. Для параметров применим обозначение

$$S = \{s_i^j, i = \overline{1, M}; j = \overline{1, K}\}.$$

Датчик характеризуется, типом, местоположением и др.

Здесь в i -м датчике, j показывает номер параметра, подлежащего измерению, число датчиков — M . В i -м датчике измеряемые параметры характеризуются числом K . Функция по всем параметрам рассматривается в виде решения:

$$d_n = f \left\{ s_i^j, i = \overline{1, M}; j = \overline{1, K} \right\},$$

где D рассматривается в виде множества значений функции f .

Функцию f можно найти при помощи алгоритма поиска оптимальных решений, в котором можно оценить эффективность. Управляющие решения влияют на выбор этой функции. Еще необходимо учитывать исходные данные.

Критерий, в свою очередь, также влияет на процесс поиска. Он определяет оценку близости по состоянию рассматриваемых вариантов решения.

Следующие критерии влияют на то, как создаются целевые функции:

— к требуемым значениям параметры системы будут приближаться через заданные промежутки времени;

— ресурсы по воде, энергии др. должны быть минимизированы.

Целевую функцию строим следующим образом:

$$\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^{K_i} \omega_{ij} \left(s_{i \text{ont}}^j - \left(s_i^j \right) \right)^2 \rightarrow \min,$$

где $s_{\min} \leq s_i^j(t) \leq s_{\max}$ — условие относительно управляемых параметров.

В функции, связанной с параметрами, есть связь показателей s_i^j и моментов времени t

$$s_i^j(t+1) = g_i^j \left\{ s_i^j(t), d_i(t) \right\} \text{ по всем } i, j.$$

В указанном выражении $g_i^j(\cdot)$ — позволяет описывать службы или подсистемы. Заданные ограничения связаны с решениями d_n . Для всех датчиков, взаимосвязанных со службами или подсистемами коэффициенты ω_{ij} задают приоритет. То есть, чем больше ω_{ij} , тем этот датчик более значителен.

3. Заключение

Рассмотрены особенности алгоритма управления системой «умный дом».

4. Список литературы

- [1] Кравцова, Н. Е. Особенности формирования умного дома / Н. Е. Кравцова, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. — 2018. — № 3 (26). — С. 47 — 49.
- [2] Львович, И. Я. Интеллектуальные технологии в компьютерных сетях / И. Я. Львович, А. П. Преображенский, О. Н. Чопоров // В сб. Интеллектуальные информационные системы : труды Междунар. науч.-практич. конф. — 2019. — С. 19 — 21.

DESIGN OF INTELLIGENT CONTROL SYSTEM FOR "SMART HOUSE"

Melnikova T. V.

Scientific adviser: Preobrazhenskiy A. P.
Voronezh Institute of High Technologies, Russia

Abstract — In the paper, the task associated with the construction of the algorithm of intellectual control system "Smart house" is considered.

РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ДОМ»

Маренков Н. М., Преображенский А. П.

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

Воронежский институт высоких технологий, Россия

E-mail: komkovvvt@yandex.ru

Аннотация — В работе рассматривается задача, связанная с разработкой имитационной системы «Умный дом».

1. Введение

В системе «умный дом» обеспечивается безопасность, комфорт и ресурсосбережение для всех пользователей [1]. Использование имитационного моделирования повышает возможности управления указанной системой [2]. Целью работы является выработка предложений созданию имитационной системы для управления «умным домом».

2. Основная часть

Модель ситуации в «умном доме» описывается на основе:

- базы знаний;
- внутренних параметров;
- используемых технических приборов;
- факторами, которые влияют извне.

Рассматриваемое время, число жильцов и гостей позволяют задать модель, на базе которой принимаются решения

$$M_{пр}(вр, жилгос) = \{ж\}\{г\},$$

где $M_{пр}$ — матрица, позволяющая принимать решения; жил — жилец; гос — гости; вр — время. Необходимо задать матрицу смежности

$$M_c = (M_d, M_{вн}, M_{проф}),$$

где M_c — матрица смежности. Дом описывается на основе модели M_d . Внешние факторы определяются моделью $M_{вн}$. Профили определяются моделью $M_{проф}$.

При описании системы мы можем столкнуться с тем, что есть конфликт.

Бесконфликтная система соответствует случаю, когда в помещении при одинаковых требованиях находятся люди. Делается автоматический выбор профиля в системе. Конфликт в ситуации соответствует варианту людей, имеющих противоречащие требования. Риск в ситуациях:

- должны быть для температуры оптимальные режимы, это важно для некоторых групп людей;
- звук должен быть ограничен по громкости;
- сквозняки должны быть исключены;
- для некоторых групп людей следует отключать электроприборы, имеющие повышенную опасность.

Ухудшение самочувствия может быть связано с любыми отклонениями от норм.

Кроме того, у людей хронические заболевания могут обостряться.

«Поле знаний», осуществление ее формализации как структурированного дерева решений влияют на методику, связанную с созданием знаниевых структур.

Еще выявляется набор правил, связанных с логическими обобщениями. Интеллектуальное ядро в системе определяет то, какая логика функционирования в «Умном доме».

Поясним особенности дерева решений по «полю знаний» в экспертной системе. Пояснения связаны с тремя уровнями обобщений в мультимедийных системах, перечисленных ниже.

— Первый уровень связан с категоризацией входных данных. За счет них будет выбор по настройкам мультимедийных систем.

— Процесс обобщения по исходным данным, как совокупность гипотез анализируется на втором уровне.

— От мультимедийной системы управляющее воздействие будет выведено на третьем уровне.

По жильцам и гостям происходит задание соответствующих настроек.

В процесс моделирования входят ситуации, перечисленные ниже.

— Жильцы и те, кто в гостях будут случайно распределены внутри здания.

— Экспертная система будет отработана по каждому помещению. Тогда динамический профиль будет синтезирован.

— По жильцам и гостям в рамках профилей оценивается удовлетворенность.

Метод Монте-Карло лежит в основе работы имитатора. В результате можно получать псевдослучайные величины, которые равномерным образом распределены.

После того, как в ходе моделирования будут отработаны указанные два шага можно наблюдать синтезирование динамического профиля, которое происходит циклическим образом последовательно от помещения к помещению.

Затем должен быть произведен переход к указанному третьему шагу, в котором происходит усреднение результатов оценок. Будет интегрирование их и предыдущих оценок.

Процедура повторяется до тех пор, пока заданное число шагов эксперимента не будут проведено.

3. Заключение

В работе рассмотрены особенности имитационной системы для управления «Умным домом».

4. Список литературы

- [1] Кравцова, Н. Е. Особенности формирования умного дома / Н. Е. Кравцова, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. — 2018. — № 3 (26). — С. 47 — 49.
- [2] Львович, И. Я. Интеллектуальные технологии в компьютерных сетях / И. Я. Львович, А. П. Преображенский, О. Н. Чопоров // В сб. Интеллектуальные информационные системы : труды Междунар. науч.-практич. конф. — 2019. — С. 19 — 21.

DESIGN OF SIMULATION SYSTEM OF "SMART HOUSE"

Marenkov N. M., Preobrazhenskiy A. P.

Scientific adviser: Preobrazhenskiy A. P.

Voronezh Institute of High Technologies, Russia

Abstract — In the paper, the task associated with the development of the simulation system "Smart house" is considered.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ КАНАЛА IEEE 802.11 N/AC И ОПТИМИЗАЦИЯ ЧИСЛА КАДРОВ В БЛОКЕ

Угрюмова А. А., Преображенский А. П.

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

Воронежский институт высоких технологий, Россия

E-mail: komkovvvt@yandex.ru

Аннотация — В связи с широким использованием сетей IEEE 802.11 в корпоративном секторе, а также в публичных сетях, в работе рассматриваются возможности оптимизации числа кадров в блоке.

1. Введение

В связи с совершенствованием телекоммуникационных технологий происходит изменение и в соответствующих стандартах [1]. В настоящей работе проводятся исследования канала IEEE 802.11 N/AC и даются предложения по оптимизации числа кадров в блоке.

2. Основная часть

В работе разработана модель, в которой аппроксимируется параметр, характеризующий индекс схемы модуляции и кодирования (MCS) и отношением сигнал/шум по входу приемного устройства.

Аппроксимация производится непрерывной функцией, затем находится функциональная зависимость времени передачи полезной информации и отношением сигнал/шум. Эта зависимость аппроксимируется непрерывной, монотонной, неразрывной, дифференцируемой (гладкой) функцией, например, гауссоидой.

В работе проводились экспериментальные исследования по передаче данных в беспроводной локальной вычислительной сети в течение двух недель. Была собрана статистика, демонстрирующая зависимость числа кадров от среднего размера кадра, измеряемого в байтах.

Полученная зависимость была аппроксимирована Гамма распределением (1) с плотностью (2).

$$f(x) = \eta_1 f_1(x) + \eta_2 f_2(x), \quad (1)$$

$$f_{1,2}(x) = \begin{cases} \frac{a^k}{\Gamma(k)} x^{k-1} e^{-ax}, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases} \quad (2)$$

Таблица 1

Параметр	α_1	k_1	η_1	М, байт
	104,4	2,33	0,76	244
Параметр	α_2	k_2	η_2	М, байт
	29,7	26,1	0,24	775

На основании полученных результатов можно утверждать, что в локальной сети наблюдаются кадры, связанные с разными приложениями. Размеры варьируются 500 — 770 байт, что больше, чем средний размер, до 100 — 200 байт, анализируемые как средний размер. Первые из этих кадров рассматриваются в виде мультимедийного трафика. Вторые соотносятся веб-приложениями и др. [2].

Также рассматривалось время (без учета эффектов агрегирования кадров), в течение которого полезная информация будет передаваться. При этом, рассматривалась передача с LDPC кодированием.

Вся последовательность кадров рассматривается в виде одного элемента данных (PDU). Этим можно объяснить недостаток в механизме агрегирования кадров A-MSDU.

Тогда лишь одна CRC-проверка будет рассматриваться в таком процессе.

Для всех случаев мы опирались на механизм A-MPDU. В зависимости от того, какие характеристики сетей передачи данных, мы можем рассматривать в качестве опционального механизм A-MSDU.

Для того, чтобы оптимальное число кадров в блоке было выбрано, были построены зависимости (рис. 1) эффективности использования канала от числа кадров в блоке для фиксированных вероятностей битовой ошибки (Кривая 1 — $p=0,0005$, кривая 2 — $p=0,0007$, кривая 3 — $p=0,001$, кривая 4 — $p=0,0012$) для индекса MCS равного 2. Из графиков видно, что максимальная эффективность использования канала будет достигаться при определенном значении числа кадров в блоке.

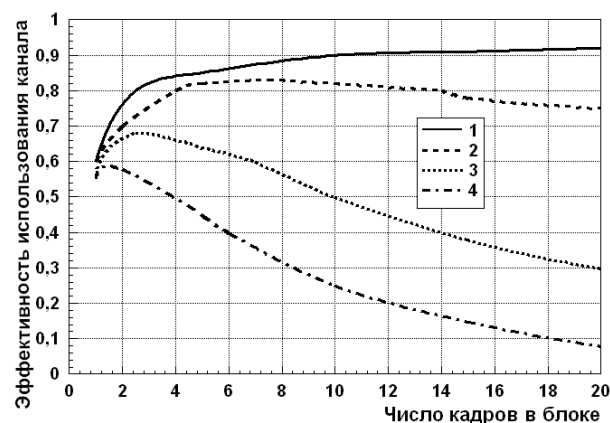


Рис. 1

3. Заключение

В работе показаны возможности улучшения характеристик в канале стандарта IEEE 802.11ac за счет выбора числа кадров в блоке.

4. Список литературы

- [1] Гайер, Дж. Беспроводные сети. Установка и устранение неполадок за 5 минут / Дж. Гайер, Э. Гайер, Дж.Р. Кинг. — М.: ИТ Пресс, 2015. — 176 с.
- [2] Мерритт, М. Безопасность беспроводных сетей / М. Мерритт. — М.: Книга по Требованию, 2015. — 282 с.

THE STUDY OF IEEE 802.11 N/AC CHANNEL MODEL AND OPTIMIZATION OF NUMBER OF FRAMES IN THE BLOCK

Ugryumova A. A., Preobrazhenskiy A. P.

Scientific adviser: Preobrazhenskiy A. P.

Voronezh Institute of High Technologies, Russia

Abstract — Due to the widespread use of IEEE 802.11 networks in the corporate sector, as well as in public networks, in the work, the possibility of optimizing the number of frames in a block is considered.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ТУМАННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЯХ

Геворгян М. Г., Преображенский А. П.

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

Воронежский институт высоких технологий, Россия

E-mail: komkovvvt@yandex.ru

Аннотация — В работе обсуждаются возможности моделирования технологии туманных вычислений. Представлены результаты моделирования для различного участия составляющих сети.

1. Введение

Технология туманных вычислений имеет свои особенности по сравнению с традиционной моделью вычислений полностью выполняемых в облачных дата центрах. Целью работы является моделирование работы технологии туманных вычислений для использования в мультисервисных сетях.

2. Основная часть

В туманных вычислениях пользовательские устройства используются в вычислительных целях [1]. При этом необходимо учитывать, согласны ли пользователи участвовать в процессе вычислений или нет.

Если пользователи получают преимущества, когда их устройство используется для обработки тумана, то пользователь, скорее всего, будет заинтересован в участии.

Проводилось имитационное моделирование на участке сети. Правильность предложенной модели стоимости оценивается численно и проверяется путем рассмотрения реалистичного сценария с различными участвующими инфраструктурами, такими как датчики и туманные устройства, сеть, датчик и туманные устройства.

Стоимость рассчитана для трех вариантов использования: не вклад и участие пользователей (Not contribution, Participation of Users – NPU), вклад и неучастие (Contribution, Not participation of Users – CNU), а также вклад и участие (Contribution, Participation of Users – CPU).

В NPU и CNU стоимость рассчитывается, чтобы показать сумму, которую пользователь должен заплатить за запрошенную услугу. В CPU стоимость рассчитывается, чтобы показать сумму, которую владелец туманных устройств получает за предложенные ресурсы.

Адаптируются параметры моделирования, для реалистичного сценария. Рассматривается только один сценарий, поскольку основной целью исследования является проверка правильности предложенной модели затрат.

Пользователь запрашивает обработку приложения, для которого требуются разные датчики и разные туманные устройства. Количество участвующих инфраструктур, таких как туманные устройства и датчики, варьируется в ходе экспериментов.

Сто датчиков генерируются случайным образом со случайным типом датчика со случайным размером сообщения 1 — 5 кбайт и частотой отправки сообщений в диапазоне 1 — 10 сообщений в секунду в среде моделирования.

Туманные устройства имели три возможных типа мощности, общее количество узлов тумана в системе варьируется от 75 до 100.

Туманные устройства обрабатывают сгенерированные данные от датчиков, чтобы обслуживать запрос приложения на основе максимальной производительности (количество действий, выполняемых в секунду). Кроме того, варьируется процент вклада инфраструктуры (0 – 100%) для обработки заявки.

На рис. 1 представлены затраты, рассчитанные в соответствии с рассматриваемым сценарием, когда пользователи используют в качестве ресурсов датчик и узлы тумана.

Пользователи должны платить больше, если они не имеют никакого вклада. Если у пользователя есть вклад, но нет запросов на приложение, ему не нужно ничего платить, вместо этого он получает вознаграждение за свой вклад. На рис.1, пользовательские стимулы возрастают в CNU в связи с увеличением доли туманных устройств и датчиков.

В случае CPU стоимость обслуживания пользователя снижается в связи с увеличением доли туманных устройств и датчиков. Однако, когда процентная доля вклада пользователя для устройств и датчиков тумана составляет 100%, и у пользователя есть некоторые запросы приложений, пользователь должен оплачивать только стоимость сети и другие эксплуатационные расходы.

Пользователи получают максимальную выгоду, когда они вносят 100% вклад в обработку заявки и не имеют никаких преимуществ. Тот же вывод можно сделать для других вкладов, таких как сеть, датчик.



Рис. 1

3. Заключение

Результаты работы могут быть полезны при разработке составляющих мультисервисных сетей, связанных с туманными вычислениями.

4. Список литературы

- [1] Peng, K. An energy- and cost-aware computation offloading method for workflow applications in mobile edge computing / K. Peng [et. al.]. — J Wireless Com Network, 2019. — 207 p.

THE USE OF FOG TECHNOLOGIES IN MULTISERVICE NETWORKS

Gevorgyan M. G. Preobrazhenskiy A. P.

Scientific adviser: Preobrazhenskiy A. P.

Voronezh Institute of High Technologies, Russia

Abstract — In the paper, the possibilities of modeling the technology of fog computing is discussed. The results of modeling are presented for different participation of network components.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ЧАСТЕЙ ПРИЁМО-ПЕРЕДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ СТАНДАРТА 5G NR

Казачков В. О., Кулыгин С. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Казачков В. О.

Московский авиационный институт, Россия

E-mail: serega97-never@mail.ru

Аннотация — Построена имитационная модель в среде MATLAB для исследования влияния нелинейных искажений усилителя мощности и краткосрочных нестабильностей опорного генератора на сигнал стандарта 5G NR. Предложены коэффициенты для моделирования нелинейных искажений по модели Салеха и Горбани. Представлены искажения типа AM-AM, AM-PM, зависимости BER от SNR.

1. Введение

5G NR (Fifth Generation New Radio) — это новый стандарт мобильной связи пятого поколения, разработанный консорциумом 3GPP (3rd Generation Partnership Project). Требования к скорости передачи данных в сетях 5G были обеспечены за счет ряда ключевых решений: новых диапазонов частот, большой гибкости физических параметров (полоса сигнала, разнос между поднесущими, длительность символа и т.д.), применения технологии Massive MIMO (Multiple Input Multiple Output). Обратной стороной является появление более высокого уровня специфических искажений сигналов в приеме-передающем оборудовании.

2. Основная часть

Как известно, в реальных инфокоммуникационных системах сигналы подвергаются воздействию целого ряда негативных факторов. Основными искажениями сигналов радиочастотной части можно назвать: тепловые, дробовые, фликкер шумы, фазовые шумы гетеродина, нелинейные искажения усилителей мощностей, включая интермодуляционные искажения, квадратурный разбаланс, джиттер, смещение несущей частоты и частоты дискретизации, шумы квантования, клипирование цифро-аналоговых и аналогово-цифровых преобразователей и т.д.

Учет специфики 5G NR в виде большого числа антенных блоков приводит к необходимости энергоэффективной работы передатчиков, имеющей фундаментальное значение в любой современной беспроводной системе связи. Таким образом, ожидается широкое применение высоконелинейных усилителей мощности, работающих вблизи точки насыщения. Такой режим работы приводит к высокому уровню нелинейных искажений. Другой проблемой современного разработчика является ограниченность ресурсов радиочастотного диапазона. Стандарт 5G NR для решения данной проблемы предлагает использование двух частотных диапазонов: до 6 ГГц и миллиметровый диапазон (т.н. mmWave) от 24 до 100 ГГц. Однако, повышение номинала несущей частоты неизбежно ведет к повышению требований к гетеродину. В работе проведено исследование данных искажений, как потенциально оказывающих наибольшее влияние на систему.

Инструментарием для исследования было выбрано имитационное моделирование в среде MATLAB. В модели сгенерирован нисходящий сигнал стандарта 5G NR второй «нумерологии» на основе OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) с полосой в 200 МГц в соответствии со спецификацией

3GPP. Разнос между поднесущими составляет 60 кГц, размерность быстрого преобразования Фурье (БПФ) 4096, количество фактически используемых поднесущих 3168, частота дискретизации сигнала 245,76 МГц, модуляция на поднесущих QPSK (Quadrature Phase Shift Keying), 16-QAM (Quadrature Amplitude Modulation), 64-QAM. Рассматриваемые искажения моделировались для случая несущей частоты в 28 ГГц.

Из-за отсутствия математических моделей процесса нелинейных искажений для стандарта 5G NR, для решения задачи были использованы спектральные данные с реального захваченного сигнала [1]. Предложены коэффициенты для моделирования нелинейных искажений с использованием широко-распространенных моделей Салеха и Горбани. Моделирование краткосрочной нестабильности гетеродина проводилось на базе профиля mmWave при значении несущей частоты 28 ГГц [2]. Для предложенных моделей Салеха и Горбани проанализированы искажения типа AM-AM (Amplitude- Amplitude) и AM-PM (Amplitude - Phase), для обоих типов искажений сняты зависимости BER (Bit Error Rate) от SNR (Signal-to-Noise Ratio) на фоне аддитивного белого Гауссовского шума.

3. Заключение

Разработанная MATLAB модель позволяет проанализировать влияние нелинейных искажений усилителя мощности и краткосрочных нестабильностей опорного генератора на сигнал стандарта 5G NR. Предложенные коэффициенты моделей Салеха и Горбани упрощают процесс моделирования, а сам инструментарий может быть использован в дальнейшем для оценки эффективности цифровых методов компенсации рассматриваемых искажений.

4. Список литературы

- [1] Brihuega, A. «Linearizing active antenna arrays: Method and measurements» / A. Brihuega [et. al.] // Proc. IEEE MTT-S Int. Microw. Conf. 5G Hardware Syst. (IMC-5G), Aug. 2019.
- [2] Zaidi, A. A. «Evaluation of waveform candidates for 5G mobile radio communications above 6 GHz» / A. A. Zaidi [et. al.]// in Proc.IEEE Globecom, Dec 2016.

STUDY OF TRANSCEIVER RF PARTS INFLUENCE ON 5G NR STANDARD SIGNAL

Kazachkov V. O., Kulygin S. V.
Scientific adviser: Kazachkov V. O.
Moscow Aviation Institute, Russia

Abstract — A simulation model in MATLAB environment is built to study the influence of power amplifier nonlinear distortions and short-term instabilities of the reference oscillator on the 5G NR signal. Coefficients for modeling nonlinear distortions according to the Saleh and Ghorbani model are proposed. Distortions such as AM-AM, AM-PM, and dependences BER versus SNR are presented.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ ПОИСКА КРАТЧАЙШЕГО ПУТИ В САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ СЕТЯХ MANET

Муратчаев С. С., Волков А. С.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Волков А. С.

Национальный исследовательский университет «МИЭТ», Россия

E-mail: said.muratchaev@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены методы оптимизации для поиска кратчайшего пути в сетях MANET с приоритизацией определенных параметров сети, таких как: пропускная способность, средняя задержка и заряд устройства.

1. Введение

В настоящее время помимо иерархических сетей получили широкое распространение беспроводные мобильные ad-hoc сети.

В ходе изучения свойств данного класса сетей было выявлено множество достоинств и недостатков, главный из которых — неэффективные методы маршрутизации.

Эта проблема является одним из наиболее существенных препятствий для полномасштабного использования ad-hoc сетей в крупных телекоммуникационных структурах, что серьезно замедляет развитие сетей этого класса. Помимо этого, использование современных ad-hoc сетей осложняется недостаточной пропускной способностью существующих решений, а также большим объемом служебного трафика, необходимого для поддержания функционирования сети.

2. Основная часть

Для решения данных недостатков предполагается внедрение методов многокритериальной оптимизации для поиска маршрута, что позволит обеспечить приоритетный параметр относительно которого будет построен маршрут. Данное решение поможет повысить такие параметры как: пропускная способность (в случае использования устройств с нормальным зарядом, ввиду чего отсутствует вероятность разрыва маршрута), время жизни сети (распределение нагрузки в сети относительно заряда мобильных устройств).

При построении маршрута между узлами классические алгоритмы как правило опираются на использование только одного критерия, например, дистанции между соседними узлами сети.

Однако маршрутизация в сетях MANET может быть рассмотрена, как задача с поиском лучшего решения при наличии двух и более критериев выбора.

В некоторых случаях удастся найти решение, максимально удовлетворяющее каждому параметру, но встречаются и более сложные задачи, в которых первоначально стоит выбор оценочного критерия эффективности, для определения приоритизации критериев выбора.

В данной работе предполагается использование многокритериальной оптимизации именно для такого рода задач.

В докладе приведена реализация математической модели многокритериальной оптимизации для задачи маршрутизации

$$f(y) = ((y_1, y_2, \dots, y_N)) \rightarrow \min, y \in D,$$

где $y = (y_1, y_2, \dots, y_N)$ — является вектором варьируемых параметров сети, N — размерность решаемой

задачи многокритериальной оптимизации, D — область поиска функции.

На рис. 1 Сравнение работы алгоритма Дейкстры и многокритериальной оптимизации по параметру — время жизни сети.

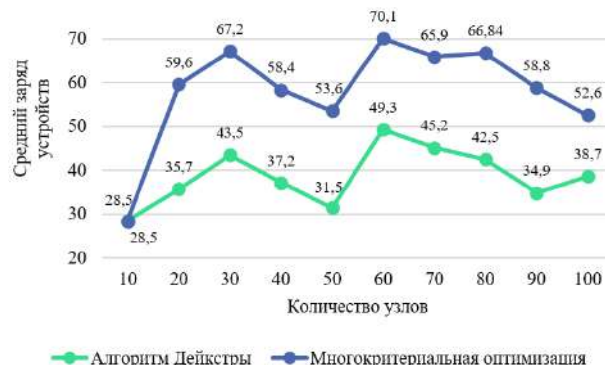


Рис. 1

3. Заключение

В ходе проведенного исследования было выявлено, что алгоритм многокритериальной оптимизации работает на 40% эффективнее, чем алгоритм Дейкстры при критерии эффективности «время жизни сети», позволяет получить выигрыш от 300 до 350 (мс) по задержке на пройденном маршруте и достигает выигрыша в 5 до 10% по скорости передачи данных.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 19-37-90095.

4. Список литературы

- [1] Listopad, N. I. Algorithms for Searching the Shortest Path and Its Modification / N. I. Listopad, I. A. Karuk, A. A. Hayder // Informatization of Education. — 2016. — No 1. — P. 48 — 63.
- [2] Korkmaz, M. Comparison of optimal path planning algorithms / M. Korkmaz, A. Durdu // 14th Int. Conf. on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), Slavske, 2018. — P. 255 — 258.

STUDY OF OPTIMIZATION METHODS FOR FINDING THE SHORTEST WAY IN MANET

Muratchaev S. S. Volkov A. S.

Scientific adviser: Volkov A. S.

National Research University of Electronic Technology (MIET), Russia

Abstract — Optimization methods for finding the shortest path in MANET networks with prioritization of certain network parameters, such as throughput, average delay and device charge are discussed.

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СБОРА, ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕДАЧИ МЕТЕОДАНЫХ НА ОСНОВЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Волкова Е. А., Муратчаев С. С., Севрюкова Е. А.

Научный руководитель: д-р техн. наук, доц. Севрюкова Е. А.

Национальный исследовательский университет «МИЭТ», Россия

E-mail: eavolkova2015@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена концептуальная модель интеллектуальной системы сбора и обработки экологических параметров с реализацией в облачном сервисе. Приведены результаты нагрузки на облачное хранилище при различных архитектурах сервера.

1. Введение

Экспоненциальный рост данных представляет собой значительную проблему в процессе извлечения репрезентативного набора данных, который может быть обработан с помощью алгоритмов машинного обучения. Предварительная обработка в реальном времени добавляет еще один уровень сложности [1], особенно когда данные являются текстовыми и неструктурированными. Решения для обработки больших наборов данных в облачных вычислениях и хранилищах быстро растут, особенно в концепции больших данных. В масштабе петабайт, облачная аналитика ограничена сетевыми способностями к транспортировке данных. Доступ и конфиденциальность также создают проблемы в облачном хранилище [2], поскольку администраторы серверов сохраняют права на просмотр как данных, так и их потоков.

2. Основная часть

Была разработана модель для прогнозирования производительности системы обмена сообщениями в Kafka для обработки трафика от IoT сенсоров.

Модель предоставляет пользователям простой и надежный способ изучения влияния параметров конфигурации на производительность системы Kafka, таким образом, при построении подобных систем появляется возможность предварительного расчета результирующих показателей системы. Настраивая размер пакета и количество разделов в модели, пользователи могут наблюдать изменения производительности источника данных, процент полезной нагрузки в трафике возрастает при возрастании количества сообщений.

Средняя абсолютная процентная ошибка близка к 2%, когда квота пропускной способности сети не превышает 25 Мб/с, и это может помочь пользователю выбрать соответствующие параметры конфигурации.

Модель также прогнозирует занятость диска с течением времени для изменения количества разделов, благодаря чему пользователи могут настраивать параметры хранения в Kafka, чтобы избежать использования дискового пространства на облачных серверах.

Также модель очередей M/PH/1 используется для оценки среднего времени прохождения пакета через кластер Kafka.

Таким образом, можно оценить задержку прохождения сообщений через сервис очередей, этот параметр является критичным при обработке данных в режиме реального времени.

На рис. 1 показана зависимость интервала отправки сообщения от размера пакета, отправленного источником данных в разработанной системе.

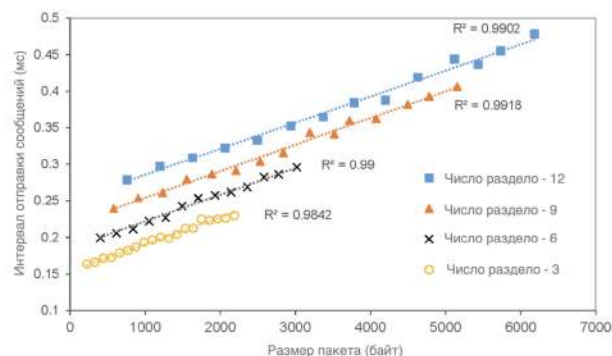


Рис. 1

3. Заключение

Представлены результаты моделирования системы на основе Kafka с параметрами по производительности. Выявлены концептуальные решения в области облачного хранилища для систем мониторинга окружающей среды.

Данная работа выполнена при финансовой поддержке Центра НТИ «Сенсорика» в НИУ МИЭТ НОЦ РЦСС в рамках проекта «Разработка автоматизированной системы мониторинга окружающей среды (АСМОС) для сбора, обработки, хранения и передачи метеорологической и экологической информации».

4. Список литературы

- [1] Buchholz, P. Input modeling with phase-type distributions and Markov models : theory and applications / P. Buchholz, J. Kriege, I. Felko. — SpringerBriefs in Mathematics, 2014. — 126 p.
- [2] Shang, Z. Hyperstar2: Easy distribution fitting of correlated data / Z. Shang, T. Meng, K. Wolter // Proc. of the 8th ACM/SPEC on Int. Conf. on Performance Engineering. ACM, 2017. — P. 139 — 142.

DESIGN OF AN INTELLIGENT SYSTEM OF COLLECTION, STORAGE AND TRANSMISSION OF METEODATA BASED ON MACHINE LEARNING

Volkova E. A., Muratchaev S. S., Sevryukova E. A.

Scientific adviser: Sevryukova E. A.

National Research University of Electronic Technology (MIET), Russia

Abstract — A conceptual model of an intelligent system for collecting and processing environmental parameters with implementation in a cloud service is considered. Cloud storage load results for different server architectures are presented.

НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УВД МОСКОВСКОГО УЗЛОВОГО ДИСПЕТЧЕРСКОГО РАЙОНА

Кулаков М. В., Чехов И. А.

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

Московский государственный технический университет гражданской авиации, Россия

Email: info@mstuca.aero

Аннотация — Произведен анализ существующей технологии взаимодействия органов обслуживания воздушного движения, осуществляющих управление воздушным движением в границах одного аэроузла. Представлены рекомендации, которые при их применении помогут улучшить взаимодействие органов обслуживания воздушного движения на рубежах приема-передачи управления.

1. Введение

Технология взаимодействия органов обслуживания воздушного движения (ОВД) определяет перечень обязательных технологических операций для персонала ОВД, предоставляющего районное диспетчерское обслуживание, диспетчерское обслуживание подхода, и аэродромное диспетчерское обслуживание при выполнении ими служебных обязанностей в период приема-передачи управления воздушным судном (ВС). Взаимодействие между органами ОВД должно обеспечивать оптимальные условия, удовлетворяющие потребности всех пользователей воздушного пространства.

2. Основная часть

Существующая организация взаимодействия органов ОВД зачастую приводит к задержкам в расписании аэропорта, образованию очередей ВС перед взлетно-посадочной полосой (ВПП) и на рулежных дорожках (РД). Процесс согласования между диспетчерами накладывает свой отпечаток на организацию потоков вылетающих и прилетающих ВС. При анализе организации потоков ВС в дело вступает самый важный в авиации фактор — безопасность полетов. Система УВД непосредственно влияет на безопасность воздушного движения.

В работе рассматривается взаимодействие органов ОВД в Московском узловом диспетчерском районе на примере аэропорта Остафьево. Аэропорт Остафьево находится между двумя крупными аэропортами — Внуково и Домодедово.

В течение 6 месяцев производились наблюдения за процессом согласования между органами ОВД Внуково и Остафьево в отношении вылетающих ВС с аэродрома Остафьево. Задержанные взлеты ВС записывались в специальные карточки регистрации задержек. На основе собранной статистики случаев задержек вылетов воздушных судов составлена таблица 1.

Таблица 1

№ п/п	№ рейса	т. зан. ИС	т. взл.	т. зад.	№ п/п	№ рейса	т. зан. ИС	т. взл.	т. зад.
1	ГЗР9611	08:12	08:27	15	141	ТРО160	11:30	11:35	5
2	ААВ29С	08:28	08:30	3	142	24050	10:02	10:07	5
3	ГЗР9623	10:05	10:07	2	143	LNХ18УF	17:00	17:05	5
4	GOXP	08:47	08:53	6	144	IGM339	14:24	14:28	4
5	GYFOX	14:02	14:15	13	145	DCS403	18:31	18:36	5

На основе выполненных расчетов и полученных данных из таблицы 1, было определено, что основная доля задержек взлетов вызвана недостатками приема-передачи управления между органами ОВД на установленных рубежах. Причина этого кроется в отсутствии безопасного интервала между первоначальной высотой набора для вылетающего ВС из аэропорта Остафьево и высотой, до которой диспет-

чер Внуково снижает прибывающие ВС на точку OSTIS.

С целью совершенствования структуры воздушного пространства предлагается изменение рубежа приема-передачи УВД между органами ОВД Остафьево и Внуково, что предполагает изменение технологии взаимодействия. Для оценки эффективности предлагаемых рубежей приема-передачи управления между органами ОВД был произведен тест-запуск на рабочем месте КСА УВД. Как мы видим на рисунке 1, профиль снижения прибывающих ВС на аэродром Внуково в предложенном варианте не нарушает опубликованных схем STAR и соответствует всем требованиям безопасности полетов в районе аэродрома.

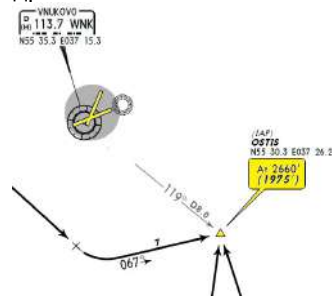


Рис. 1

3. Заключение

Результаты исследования на КСА УВД показывают, что после тестового применения предложенного рубежа приема-передачи управления между Внуково и Остафьево т.ср.в.о. и т.ср.в.о.пик, уменьшились на 4,7 мин. и 4,9 мин. соответственно, и стали равны нулю. Т.ср. уменьшилось с 4,5 мин. до 1,6 мин. Задержки по причине воздушной обстановки уменьшились с 81% до 10%. Были исследованы 280 взлетов до и 678 взлетов после применения нового рубежа приема-передачи управления.

4. Список литературы

- [1] Отчет о НИР. Разработка схем маневрирования для аэродромов Москва (Домодедово), Москва (Шереметьево), Москва (Внуково), Остафьево и Раменское / Филиал «НИИ Аэронавигации» ФГУП ГосНИИ ГА. — М., 2016.
- [2] Постановление правительства Москвы от 11.03.2010 №138 «Об утверждении федеральных правил Исползования воздушного пространства Российской Федерации». — 2010. — 25 с.

AREAS OF MOSCOW ATC SYSTEM IMPROVEMENT

Kulakov M. V., Chekhov I. A.

Scientific adviser: Chekhov I. A.

Moscow State Technical University of Civil
Aviation, Russia

Abstract — The analysis of the existing technology of ATC coordination in one aviation hub is carried out. Recommendations for improving the effectiveness of the coordination system between ATC units are presented.

СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ ВОСХОДЯЩЕГО КАНАЛА БАЗОВОЙ СТАНЦИИ СЕТИ WI-FI, РЕАЛИЗОВАННОЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ RADIO OVER FIBER

²Симонов И. А., ¹Савинов В. В., ¹Головин В. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Головин В. В.

¹Севастопольский государственный университет, Россия

²Испытательный центр «Омега», Россия

E-mail: ilyasimonov0@gmail.com

Аннотация — В докладе проведено сравнение характеристик структурных схем для организации восходящего канала базовой станции для сети Wi-Fi по технологии Radio over Fiber. Показано, что применение когерентного обнаружения позволяет повысить чувствительность приемника.

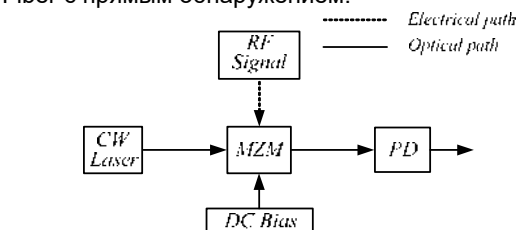
1. Введение

На сегодняшний день, с увеличением потока передаваемых данных, идет активное развитие и обновление существующих сетевых инфраструктур, которые предназначены для передачи информации при помощи беспроводных каналов связи.

Сегодня к беспроводным телекоммуникационным системам предъявляются повышенные требования (скорость передаваемой информации, качество, энергетические характеристики) к существующим сетевым решениям от конечных потребителей телекоммуникационных услуг.

2. Основная часть

Характерным примером [1] некогерентного обнаружения является метод прямого обнаружения. На рис. 1 показана схема обычной линии Radio over Fiber с прямым обнаружением.



CW Laser — лазер непрерывного действия; MZM — модулятор Маха-Цандера; DC Bias — контроллер смещения постоянного тока; PD — фотодетектор

Рис. 1

Преимуществом канала Radio over Fiber с прямым обнаружением является относительная простота структуры и простота в реализации. Недостатком канала является как низкая спектральная эффективность так и чувствительность приемника.

На рис. 2 [2] представлен пример дифференциально-когерентного обнаружения.

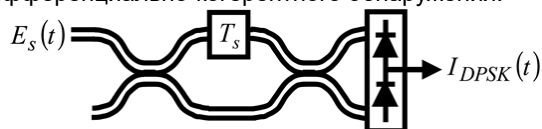


Рис. 2

Ключевым параметром для применения дифференциально-когерентного обнаружения является то, что двоичная дифференциально-фазовая манипуляция имеет на 2,8 дБ более высокую чувствительность, чем некогерентный приемник при BER 10⁻⁹.

На рис. 3 представлен пример гибрида некогерентного и дифференциально-когерентного обнаружений. Данный метод применяется для восстановления информации как по амплитуде, так и по дифференциальной фазе.

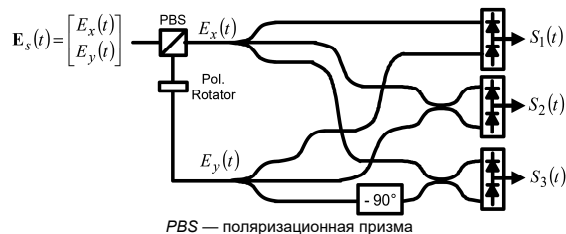
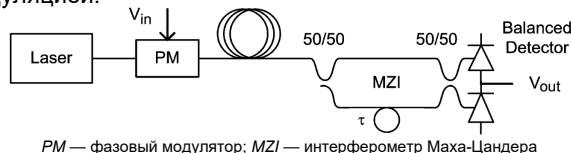


Рис. 3

Преимущества этого решения являются устойчивость к фазовому шуму и высокая чувствительность приемника.

На рис. 4 представлен пример когерентного обнаружения с интерферометрической фазовой демодуляцией.



PM — фазовый модулятор; MZI — интерферометр Маха-Цандера

Рис. 4

Преимущества этого решения является отложенное самотоковое обнаружение и простота управления поляризацией. Недостатками являются ограниченная полоса пропускания системы

3. Заключение

Проведён сравнительный анализ методов обнаружения в оптических системах связи. Изложены преимущества и недостатки каждого решения.

Дальнейшее моделирование восходящего канала базовой станции будет проводиться при помощи метода когерентного обнаружения с интерферометрической фазовой демодуляцией.

4. Список литературы

- [1] Chen, X. Coherent radio over fiber links for broadband wireless access networks: doctorate in philosophy degree in electrical and computer engineering / Xiang Chen. — M., 2017. — 160 p.
- [2] Ezra, I. Coherent detection in optical fiber systems / I. Ezra, Alan Pak Tao Lau, Daniel J. F. Barros, J. M. Kahn // Optics Express, Jan. 21, 2008. — Vol 16. — No. 2. — 753 p.

STRUCTURAL CIRCUIT OF UPLOAD CHANNEL OF BASE STATION OF THE WI-FI NETWORK IMPLEMENTED USING RADIO OVER FIBER TECHNOLOGY

Simonov I. A., Savinov V. V., Golovin V. V.

Scientific adviser: Golovin V. V.

Sevastopol State University, Russia

Test center «Omega», Russia

Abstract — In the paper, the comparison of the performances of structural schematics of Wi-Fi network base station up-link channel implemented with Radio Over Fiber technology is presented. It is shown that application of coherent detection permit to raise the receiver sensitivity.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОГЕРЕНТНОЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ В ВОСХОДЯЩЕМ КАНАЛЕ БАЗОВОЙ СТАНЦИИ СЕТИ WI-FI, РЕАЛИЗОВАННОЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ RADIO OVER FIBER

²Симонов И. А., ¹Савинов В. В., ¹Головин В. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Головин В.В.

¹Севастопольский государственный университет, Россия

²Испытательный центр «Омега», Россия

E-mail: ilyasimonov0@gmail.com

Аннотация — Представлены результаты разработки и исследования в САПР когерентной волоконно-оптической линии связи в восходящем канале базовой станции (БС) для беспроводной сети Wi-Fi, организованной с применением технологии Radio over Fiber.

1. Введение

На сегодняшний день активно развиваются беспроводные сети Wi-Fi в направлении увеличения их пропускной способности и безопасности передачи данных. Наряду с этим важным направлением развития этих сетей является вопрос построения разветвленных сетей с достаточно большими длинами участков передачи данных по закрытым каналам связи.

Часто для организации совместной работы базовых и центральных станций используют цифровые волоконно-оптические линии связи. Однако, на сегодняшний день активно ведутся исследования по применению для этих целей аналоговых волоконно-оптических сетей (Radio over Fiber), в которых оптические несущие моделируются радиосигналом. Это направление имеет большие перспективы для дальнейшего совершенствования беспроводных телекоммуникационных сетей.

2. Основная часть

Разработку восходящего канала БС [1] была начата с проектирования имитационной модели, на входе которой поступает слабый по уровню входной РЧ-сигнал от приемо-передающей антенны БС. На рис. 1 представлена электрическая схема формирования входного РЧ-сигнала малой мощности.

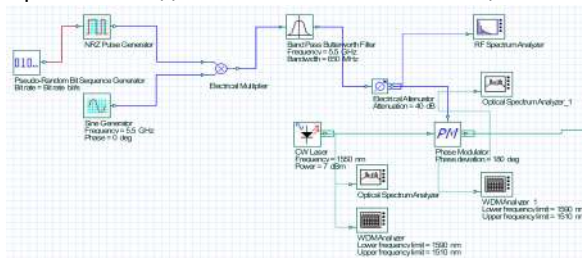


Рис. 1

Последующее звено на рис. 1 идёт электрооптический фазовый модулятор (ФМ) с девиацией фазы $m = 180^\circ$. На РЧ-порт подается модулирующий РЧ-сигнал, а на оптический порт — непрерывное излучение от лазерного диода (ЛД) с длиной волны $\lambda = 1550$ нм и фиксированным уровнем мощности $P = 7$ дБм. Далее оптический сигнал вводится в оптическое волокно типа SMF-28. После чего фазомодулированный оптический сигнал подается на квадратный ответвитель 3 дБ. В одном плече обеспечивается временная задержка на $t = 0,06$ нс, а в другом плече — смещение фазы на 90° . Далее осуществляется детектирование радиосигнала при помощи фазового демодулятора и последующее построение «Глаз-диаграммы».

На рис. 2 представлена электрическая схема восходящего канала базовой станции

На рис. 3,4 представлены «Глаз-диаграммы» в зависимости от уровня мощности моделирующего

РЧ-сигнала для одноканальной волоконно-оптической системы связи при скорости передачи данных 1,5 и 2,5 Гбит/с.

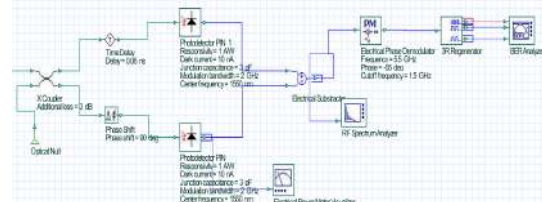


Рис. 2

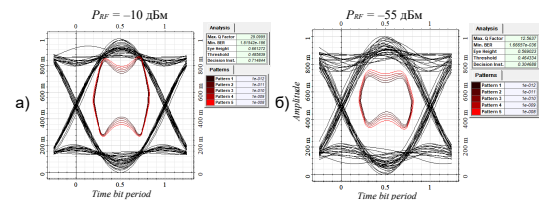


Рис. 3

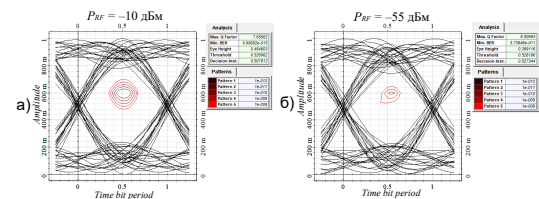


Рис. 4

3. Заключение

Проведённые исследования показали, что применение когерентной волоконно-оптической линии связи в восходящем канале телекоммуникационной системы, организованной по технологии Radio over Fiber, позволяет существенно расширить динамический диапазон восходящего канала и увеличить чувствительность приёмника.

4. Список литературы

- [1] Ezra, I. Coherent detection in optical fiber systems / I. Ezra, Alan Pak Tao Lau, Daniel J. F. Barros, J. M. Kahn // Optics Express, Jan. 21, 2008. — Vol 16. — No 2. — 753 p.

THE STUDY OF COHERENT FIBER-OPTICAL COMMUNICATION LINE IN THE UPLINK CHANNEL OF THE BASE STATION OF WI-FI NETWORK, IMPLEMENTED BY THE RADIO OVER FIBER TECHNOLOGY

Simonov I. A., Savinov V. V., Golovin V. V.

Scientific adviser: Golovin V. V.

Sevastopol State University, Russia

Test Center «Omega», Russia

Abstract — The results of design and study in the CAD of coherent fiber-optic communication link in the uplink channel of the base station model for a wireless Wi-Fi network, organized using Radio over Fiber technology, are presented.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ СИСТЕМ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО КОДИРОВАНИЯ

Заверткин К. Н., Лихобабин Е. А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Лихобабин Е. А.

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина, Россия

E-mail: zavertkin.k.n@tor.rsreu.ru

Аннотация — Реализована модель искусственной нейронной сети, модуль для ее обучения и программа для оценки работоспособности полученного декодера на языке программирования высокого уровня Python. Из полученных результатов можно сделать вывод, что эффективность декодирования разработанного декодера уступает субоптимальному алгоритму декодирования, но сопоставима с упрощенными его реализациями.

1. Введение

В настоящее время общепринятым подходом при построении систем связи является использование помехоустойчивого кодирования. Более того, часто разработка цифровых систем связи начинается именно с подсистемы помехоустойчивого кодирования.

Математические модели искусственных нейронных сетей для обработки сигналов используют явления, аналогичные происходящим в нейронах живых существ.

В связи с широкими возможностями данных математических моделей, становится интересным изучить возможность применения нейронных в сетях в качестве декодера помехоустойчивого кода.

2. Основная часть

Все коды с исправлением ошибок основаны на одном базовом принципе: к информации добавляется избыточность для исправления любых ошибок, которые могут возникнуть в процессе передачи или хранения информации. В базовой (и практической) форме избыточные символы добавляются к информационным символам для получения кодированной последовательности или кодового слова [1]. В целях иллюстрации кодового слова, полученное кодированием с помощью блочного кода, показано на рисунке 1.



Рис. 1

Представленное на рис. 1 кодирование называется систематическим. Систематическое кодирование означает, что информационные символы всегда появляются в первых (крайних левых) k позициях кодового слова. Остальные (самые правые) $n-k$ символов в кодовом слове являются функцией от информационных символов и обеспечивают избыточность, которая может использоваться для целей исправления ошибок и / или их обнаружения. Множество всех кодовых последовательностей называется кодом, исправляющим ошибки, и будет обозначаться буквой C .

В соответствии с тем, как избыточность добавляется к сообщениям, корректирующие коды можно разделить на два класса: блочные и сверточные. Оба типа схем кодирования нашли практическое применение.

В рамках данной работы было «обучено» несколько нейронных сетей с различными конфигурациями [2].

Для всех вариантов сетей размерность входа составляла 21 элемент, где 20 элементов — вектор

данных, подаваемых в сеть, (зашумленное кодовое слово), оставшийся 1 — нейрон смещения, равный единице. Размерность выходного слоя сети — 20 элементов, что соответствует размерности кодового слова.

Рассматриваемые конфигурации отличаются только размерностями скрытых слоев и их количеством. Были обучены и промоделированы следующие конфигурации:

- 1 скрытый слой: 400 узлов;
- 2 скрытых слоя: 50 узлов в каждом;
- 2 скрытых слоя: 100 узлов в первом, 50 узлов во втором;
- 2 скрытых слоя: 100 узлов в каждом;
- 2 скрытых слоя: 200 узлов в каждом;
- 3 скрытых слоя: 50 узлов в каждом;
- 3 скрытых слоя: 100 узлов в каждом;
- 3 скрытых слоя: 200 узлов в каждом;
- 4 скрытых слоя: 100 узлов в каждом;
- 5 скрытых слоев: 400 узлов в первом, 400 узлов во втором, 200 узлов в третьем, 100 в четвертом, 100 в пятом.

3. Заключение

В результате выполнения данной работы были получены следующие результаты:

— разработаны на языке программирования Python модель искусственной нейронной сети, модуль для обучения данной сети и программа для оценки работоспособности полученного декодера на основе нейронной сети;

— была разработана модель декодера на основе искусственной нейронной сети и проверена ее работоспособность на различных отношениях сигнал-шум при различных конфигурациях сети.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что нейронная сеть может быть использована для декодирования помехоустойчивого кода, однако, необходимо дальнейшее совершенствование модели и алгоритма обучения.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (FSSN-2020-0003)

4. Список литературы

- [1] Лихобабин, Е. А. Введение в декодирование LDPC кодов / Е. А. Лихобабин. — LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. — 100 p.
- [2] Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации / С. Осовский. — М.: Финансы и статистика, 2004. — 344 с.

STUDY AND DESIGN OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS FOR ERROR-CORRECTING CODING SYSTEMS

Zavertkin K. N., Likhobabin E. A.

Scientific adviser: Likhobabin E. A.

Ryazan State Radio Engineering University, Russia

Abstract — A model of an artificial neural network, a module for its training and a program for evaluating the performance of the resulting decoder in the Python high-level programming language are implemented. From the results obtained, we can conclude that the decoding efficiency of the developed decoder is inferior to the suboptimal decoding algorithm, but is comparable to its simplified implementations.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПРАВОВОГО АНАЛИЗА СИТУАЦИЙ

Азаров А. А., Евдокимов П. А., Колтунов А. С.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: azarov@ieee.org

Аннотация — В статье описан принцип действия системы определения правонарушения из вербального обращения пользователя. Программный продукт может иметь прикладное значение для людей, столкнувшихся с непониманием юридической ситуации.

1. Введение

Современная система судебной власти Российской Федерации функционирует по абсолютно иному принципу относительно англо-саксонской системы. Система прецедента имеет ряд упрощающих аспектов, однако она не учитывает уникальность каждого случая судебной практики, тем самым упрощая автоматизацию и вынесение приговора, но увеличивая вероятность ошибки. В системе судебной власти Российской Федерации используется система романо-германского права, что подразумевает, с точки зрения судебного процесса, четко организованную систему подчинения законодательству. Однако, в данной системе также имеется ряд недостатков, связанных с противоречием некоторых законов, что зачастую вызывает проблемы в процессе толкования норм права.

2. Основная часть

Автоматизация юридической области, на сегодняшний день является актуальной проблемой, решение которой требует детального углубления и широких познаний, как в области юриспруденции, так и в программировании и автоматизации систем. Современные системы ограничиваются исключительно задачами использования базы данных и выводом того или иного дела, интересующего человека, дающего запрос. В данной работе предлагается разработка системы, формирования нормативной базы на основании, описанной пользователем ситуации. Данная система позволит повысить уровень юридической грамотности среди населения, а также исключит бесполезные обращения к юристам в тех случаях, в которых это не актуально.

На этапе описания идеи, было решено использовать Уголовный Кодекс Российской Федерации (далее УК РФ), в качестве примера функционирования системы и разработки прототипа, ввиду тяжести правонарушений, а соответственно и меньших разногласий в его трактовании. В перспективе планируется также реализация всей базы законов, с учётом уникальности подхода к каждому из них. Реализацию каждого этапа (кодекса) и подэтапа (главы) решено было разбить на следующие задачи.

1. Разработка алгоритма определения правонарушения.
2. Определение параметров дискретизации законов внутри института.
3. Определение определяющих слов-классификаторов конкретного закона.
4. Определение вопросов, разделяющих статью, пункт и подпункт конкретной статьи.
5. Выделение конкретного закона.

В рамках разработки рабочего образца системы, решено было использовать ряд статей 16 главы 7 раздела УК РФ. В качестве результата, планировалось получить таблицу, которую в дальнейшем мож-

но будет использовать в качестве базы данных для выделения правонарушений и присвоения им конкретного идентификатора статей. Результат решения первой задачи представлен на рис.1

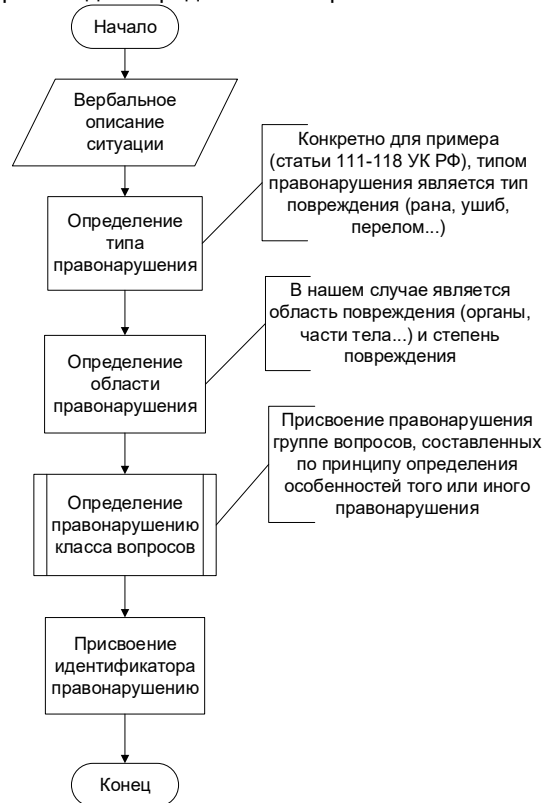


Рис. 1

3. Заключение

В статье описана система правового анализа ситуации. Система может быть использована в бытовых ситуациях, в которых возникла сложность определения нормативной базы, что в последствии может привести к ложному обращению в различные органы исполнительной власти. В перспективе, для реализации и использования программного обеспечения на практике, программному обеспечению необходимо будет пройти процесс тестирования и нормировки для подтверждения актуальности и правильности вынесенных решений.

4. Список литературы

- [1] Уголовный кодекс РФ от 13 июня 1996 г. № 63-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации — 17 июня 1996 г.

DESIGN OF SITUATIONS LEGAL ANALYSIS SYSTEM

Azarov A. A., Evdokimov P. A., Koltunov A. S.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the article, the principle of operation of the system for determining the offense from the user's verbal appeal is described. The software product can be of practical value for people who are faced with a lack of understanding of the legal situation.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ LoRa В СОВРЕМЕННЫХ РАДИОСТАНЦИЯХ

Иськив В. М., Игнатенко М. А., Ватрич А. Д.

Научный руководитель: Иськив В. М.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: vatrach_a@mail.ru

Аннотация — Предложена методика построения средств передачи голосовой информации на дальние расстояния при помощи модуляции LoRa.

1. Введение

В наземных системах связи необходимы устройства для передачи голосовых сообщений с широким диапазоном рабочих частот, высокой скоростью передачи, и наименьшими потерями при передаче сигнала. Одним из способов реализации таких устройств являются приёмопередатчики, работающие по технологии LoRa. Преимуществом технологии LoRa является применение метода расширения частот в качестве метода модуляции. В докладе приводятся методики частотного расширения.

2. Основная часть

При использовании технологии частотного расширения, расстояние между передатчиком и приёмником составляет от 2 до 15 км, в зависимости от окружающей среды и населенного пункта. Благодаря высокой чувствительности -137 дБмВт, можно достичь высокой проникаемости зданий. Радиосигналы проникают глубоко внутрь зданий и подвалов. Скорость передачи данных в LoRa составляет от 0,3 до 50 кбит/с.

Рассматриваемый в докладе метод синтеза устройства с использованием технологии LoRa, разработаны на основе передачи импульсов щелбета, показанных на рис. 1, которые отправляются в виде символов, частота которых постоянно увеличивается или уменьшается с течением времени. Затем передача данных осуществляется последовательностью этих импульсов. Данная технология практически не подвержена помехам, так как приём сигнала возможен даже, когда частота передаваемого сообщения ниже частоты действующих шумов.

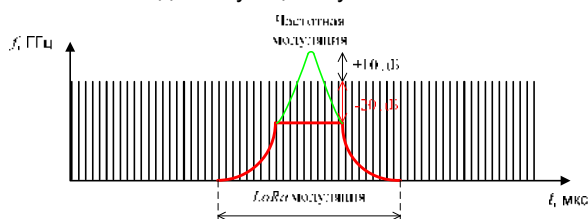


Рис. 1

В синтезируемом устройстве мы применили приёмопередатчики ATmega SX1281 компании Atmel работающие по технологии LoRa. Данные приёмопередатчики обеспечивают качественный приём и передачу голосовых сообщений с наименьшим поступлением в канал внешних шумов. Такая технология подразумевает преобразование кодированного аналогового сигнала в цифровой сигнал, при помощи системы фазовой автоматической подстройки частоты (ФАПЧ). На рис. 2 изображена структурная схема устройства приёмопередатчика.

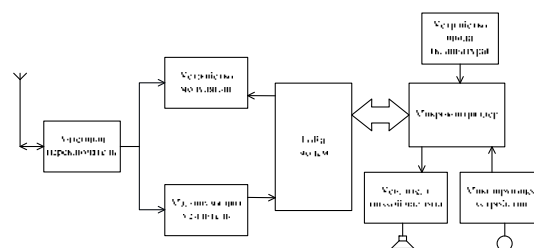


Рис. 2

Наше устройство может работать на частотах 433 МГц и 868 МГц, а также успешно принимать и передавать полезный сигнал на 20 дБ ниже уровня шума. Системы FSK, обеспечивающие частотную модуляцию, работают правильно только в том случае, если сигнал помех как минимум на 10 дБ слабее полезного сигнала, а в нашем случае система может принимать полезный сигнал, если сигнал помехи на 20 дБ сильнее полезного сигнала.

Также, для нашего устройства была написана программа, которая позволяет сканировать радиочастотный спектр сигнала, для поиска свободного канала связи, и преобразовывать исходящее голосовое сообщение из аналогового сигнала в цифровой сигнал. Когда устройство находит свободный канал, оно получает соответствующее сообщение от принимающего модуля, и посылает закодированное звуковое сообщение в виде пакетов данных. Принимающее устройство преобразовывает при помощи заложенной в него программы полученное сообщение обратно, из цифрового сигнала в аналоговый сигнал.

3. Заключение

Таким образом, рассмотрен метод синтеза устройства передачи и приёма голосовых сообщений при помощи модуляции LoRa на программируемой логической интегральной микросхеме.

Выявлена возможность минимизации проникновения в канал связи внешних шумов.

4. Список литературы

- [1] ATmega640/1280/1281/2560/2561. Atmel Corporation. All rights reserved, 2012. — 447 p.
- [2] SX1280/SX1281, Long Range, Low Power, 2.4 GHz Transceiver with Ranging Capability [Datasheet]. — 2015 Semtech Corporation. — 137 p.

APPLICATION OF LoRa TECHNOLOGY IN MODERN RADIO STATIONS

Iskiv V. M., Vatrach A. D., Ignatenko M. A.

Scientific adviser: Iskiv V. M.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A technique of design of devices for voice information transmitting over long distances using LoRa modulation.

УГРОЗЫ БЕЗОПАСНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИЕЙ В БЕСПРОВОДНЫХ СИСТЕМАХ WI-FI

Куринный Ф. А., Паслён В. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Паслён В. В.
Донецкий Национальный Технический Университет, ДНР

Аннотация — При беспроводной сетевой связи, данные передаются из одной точки в другую посредством радиоволн, что делает беспроводные сети уязвимыми для атак. Чтобы устранить эти угрозы, понимание сути упомянутых атак дает нам хорошую возможность защитить беспроводную сеть. В этой статье будет описан обзор выбранной беспроводной технологии, рассмотрены ее недостатки, проблемы безопасности и вытекающие угрозы.

1. Введение

Беспроводные системы и сети вошли и закрепились в нашей повседневной жизни. Они применяются в различных организациях для удобства сотрудников, а также могут использоваться в системах специального назначения, для связи центра мониторинга и передвижных единиц. Но в отличие от проводных сетей, где мы можем с высокой долей вероятности контролировать и ограничивать доступ несанкционированным пользователям, с беспроводными — возникает ряд затруднений.

Удобство развертывания таких систем и сетей на открытой местности или в условиях города, а также удобство для санкционированных пользователей — оборачивается рядом угроз безопасности информации.

С учетом уровня сигнала, а также чувствительности приемника и передатчика — размываются границы периметра сети, и несанкционированный пользователь беспрепятственно получает доступ [1].

Нарушение политики безопасности, несанкционированное оборудование, подключаемое сотрудниками к сетям, а также несанкционированное создание дополнительных локальных сетей — угрозы, связанные с халатностью конечного пользователя. Конечные пользователи не являются экспертами по безопасности и могут не знать о рисках, связанных с беспроводными системами и сетями.

2. Основная часть

Беспроводная технология использует воздушное пространство, как среду для связи между санкционированными пользователями. Это, в свою очередь, делает беспроводные сети подверженным угрозам со стороны злоумышленников.

В беспроводной безопасности существует два типа атак:

- активные атаки;
- пассивные атаки.

Рассмотрим различные виды атак.

Основная угроза беспроводной сети — это активное «прослушивание» трафика, в момент, когда данные в форме сигналов передаются с клиентской рабочей станции на точку доступа.

При активном прослушивании злоумышленник вводит свои данные в сетевые сигналы чтобы взломать секретный ключ. Цель этой атаки — определить содержание сообщения. Атакующий может частично получить доступ к части открытого текста.

Атака типа «перехват сеанса» косвенно напоминает атаку «Человек посередине», когда злоумышленник захватывает сеанс клиента-жертвы [2].

Жертва просто предполагает, что сеанс истек по каким-либо причинам, в то время как его сеанс был передан злоумышленнику, и может использовать его по своему желанию.

При перехвате сеанса злоумышленник сначала получает MAC-адрес жертвы, а затем отправляет сообщение о диссоциации MAC-адреса жертвы.

Злоумышленники, используя MAC-адрес жертвы, получают контроль над сеансом. Получив контроль, злоумышленник использует указанный сеанс для любых целей. Атака перехвата сеанса может продолжаться в течение продолжительного времени [1].

Атака «перейгровка» или «повтор» также немного похожа на атаку «Человек в середине». Атака «повтор» — не является атакой в реальном времени, она захватывает всю информацию (данные и сеанс) сети, а затем в автономном режиме использует ее для использования информации жертвы [2].

Цель атаки — получить доступ к сети с авторизацией цели без секретного ключа [1]. Более того, злоумышленник может использовать ресурсы сети, используя авторизацию и разрешение целевого клиента. Эта атака часто используется для нарушения безопасности беспроводной сети.

3. Заключение

В этой статье кратко обсуждаются уязвимости Wireless Equivalent Privacy (WEP), угрозы и атаки беспроводной безопасности, инструменты взлома, которые бесплатны и доступны в Интернете, для атаки беспроводной сети. Осознавая эти методы атак, а также меры противодействия, можно получить представление о рисках и способы их снижения.

4. Список литературы

- [1] Беделл, П. Сети. Беспроводные технологии. / П. Беделл. — М.: ИТ Пресс, 2008. — 448 с.
- [2] Пролетарский, А. В. Беспроводные сети Wi-Fi. / А. В. Пролетарский, И. В. Баскаков, Д. Н. Чирков. — М.: БИ-НОМ, 2007. — 178 с.

THREATS TO SECURITY OF INFORMATION MANAGEMENT IN WIRELESS WI-FI SYSTEMS

Kurinniy F.O., Paslen V. V.

Scientific adviser: Paslen V. V.

Donetsk National Technical University

Abstract — In wireless networking, data is transmitted from one point to another via radio waves, making wireless networks vulnerable to attacks. To eliminate these threats, understanding the nature of these attacks gives us a good opportunity to protect the wireless network. In the paper, the review of chosen wireless technology is presented; its disadvantages, security problems and respective threats are considered.

АНАЛИЗ ПРОЕКТИРОВАНИЯ WI-FI СЕТЕЙ

Агафонов А. С., Скляр В. Л.

Научный руководитель: Скляр В. Л.

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

E-mail: Seshyamfeed@gmail.com

Аннотация — Проектирование Wi-Fi сети необходимо для обеспечения стабильного покрытия в помещении, а также для устранения возможных помех в радиоэфире.

1. Введение

Wi-Fi-устройства подвержены воздействию помех, которые создаются другими устройствами, работающими в том же частотном диапазоне, так как устройства могут интерферировать с полезным сигналом беспроводной локальной сети и могут стать препятствием для получения требуемых характеристик производительности, либо сделать ее характеристики нестабильными. Ослабление радиоволн происходит также при прохождении через препятствия (стены и перекрытия). Для уменьшения воздействия этих факторов необходимо правильно разместить Wi-Fi-устройства и рассчитать мощность сигнала Wi-Fi.

2. Основная часть

Данный проект показан в виде формулы

$$L = 20 \log f + N \log d + Pf(n) - 28,$$

где d — расстояние в метрах, f — частота в мегагерцах, N — коэффициент потери мощности сигнала с расстоянием, n — количество препятствий; (n) — параметр потери мощности сигнала при прохождении через препятствия.

Характерные параметры, основанные на результатах различных измерений, приведены в справочных данных, в данном случае значения берем для офисных помещений, а именно для

$N=30$ для частоты 2.4 ГГц и параметр потери мощности $Pf(n)=14$.

Расчеты приведенные для неперекрывающихся каналов 1 (2412 МГц), 6 (2437 МГц), 11 (2462 МГц) для радиуса покрытия 8 метров.

$$L_{ch1} = 20 * \log(2412) + 30 * \log(8) + 14 - 28 = 80.74 \text{ дБ}$$

$$L_{ch6} = 20 * \log(2437) + 30 * \log(8) + 14 - 28 = 80.83 \text{ дБ}$$

$$L_{ch11} = 20 * \log(2462) + 30 * \log(8) + 14 - 28 = 80.92 \text{ дБ}$$

Расчет работоспособности тракта передачи для выбранной внутренней точки доступа TL-WR841ND $20 - (-68) = 88 \text{ дБ}$

Существует два способа определения количества точек доступа при проектировании сети беспроводной передачи данных для помещений. Первый способ рассматривает покрытие помещения зонами в форме квадрата (рис. 1), а второй способ в форме шестигранника (рис. 2).

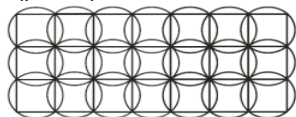


Рис.1

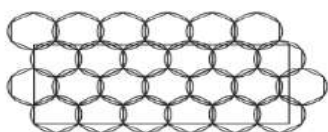


Рис.2

Расчет производится по формуле

$$S = \left(\frac{a}{(r-t) * \sqrt{t}} \right) * \left(\frac{b}{(r-t) * \sqrt{t}} \right),$$

где: a — длина помещения, b — ширина помещения, r — радиус покрытия одной точки доступа, t — необходимое пересечение зон.

Для данного помещения производим расчет количества точек

$$S = \left(\frac{25}{(8-2) * \sqrt{2}} \right) * \left(\frac{10}{(8-2) * \sqrt{2}} \right) = 3.47$$

Данное значение округляем в большую сторону, следовательно, для покрытия помещения необходимо 4 точки доступа.

При подключении оборудования, а именно внутренних точек доступа, будем использовать топологию типа «звезда», для их соединения используется кабель UDP, так называемый «витая пара».

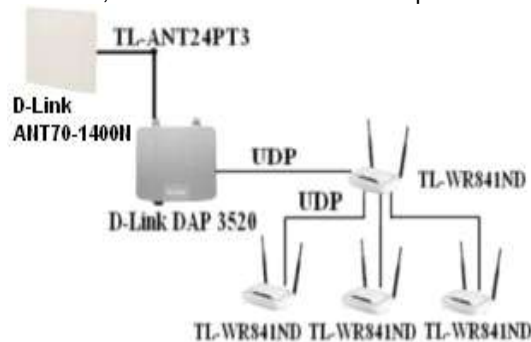


Рис. 3

3. Заключение

Оптимальная расстановка и корректный расчет мощности оборудования при проектировании Wi-Fi-сетей обеспечивает стабильное покрытие и уменьшает потери радиосигнала.

4. Список литературы

- [1] Технологии современных беспроводных сетей Wi-Fi: учебное пособие / Е. В. Смирнова [и др.]; под общ. ред. А. В. Пролетарского. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. — 446 с.
- [2] Григорьев, В. А. Сети и системы радиодоступа / В. А. Григорьев, О. И. Лагутенко, Ю. А. Распев. — М.: Экотрендз, 2005. — 384 с.

ANALYSIS OF DESIGNING WIFI NETWORKS

Agafonov A. S., Sklyaruk V. L.

Scientific adviser: Sklyaruk V. L.

Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov, Sevastopol, Russia

Abstract — Designing of Wi-Fi networks needs to ensure the stability of coverage in the space, as well as to eliminate potential noises in radio channel.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОММУНИКАЦИИ ПАЦИЕНТА С МЕДИЦИНСКИМ ПЕРСОНАЛОМ НА БАЗЕ ГОЛОСОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Соколенко В. Е., Дурманов М. А.

Научный руководитель: Дурманов М. А.

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», Россия

E-mail: brovydobson@gmail.com

Аннотация — Рассмотрен принцип работы устройства для коммуникации пациента с медицинским персоналом и разработан портативный блок индикации, взаимодействующий с голосовым помощником.

1. Введение

Актуальность проблемы вызова врача посредством голоса заключается в неспособности людей с ограниченными физическими возможностями по каким-либо причинам обратиться за помощью, например, после операции. На данный момент имеется только вариант активации вызова с помощью кнопки, что не даёт полноценной возможности пользоваться данной функцией людям с определёнными ограничениями.

Целью работы является разработка устройства, позволяющего посредством голосового помощника взаимодействовать пациентам, находящимся в больнице, с медицинским персоналом [1]. Данное устройство должно содержать в себе минимум элементов с целью исключения сбоя системы в случае выхода из строя одного из них. Проанализировав существующие кнопочные системы вызова, был сделан вывод, что пункты индикации вызова, используемые медицинским персоналом, не имеют необходимой портативности, вследствие чего было решено поместить блок индикации и вызова в компактный корпус, удобный для транспортировки, например, в кармане халата врача.

2. Основная часть

Алгоритм работы данного устройства показан на рис. 1 и заключается в следующем: пациент просит вызвать врача, при этом Яндекс включает триггер сервера *alexstar.ru* на своём сервере, после чего сервер *alexstar.ru* считывает изменение положения триггера и отправляет *GET*-запрос на сервер *Blynk*, далее исполняющее устройство считывает изменение положения виртуальной кнопки на сервере *Blynk* и выполняет внутренний код.

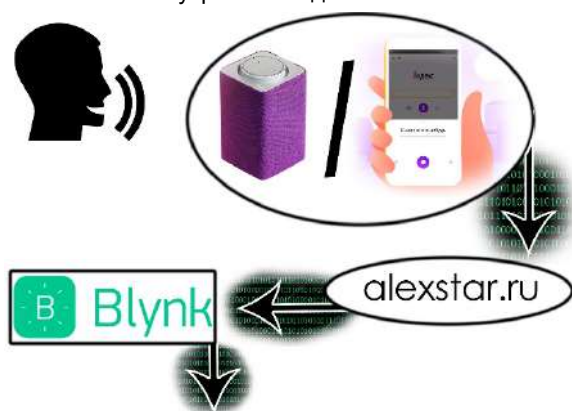


Рис. 1

Для обеспечения требуемой компактности устройства, была доработана плата управления и подобраны элементы схемы таким образом, чтобы они поместились в корпус. Аккумулятор в перспекти-

ве может быть помещен в данный корпус и интегрирован на печатную плату вместе с другими элементами схемы за счет небольшого увеличения корпуса.

Так как для работы голосового помощника требуется подключение к сети Интернет, следовательно, необходимо устройство, обеспечивающее беспроводное Интернет-соединение с помощью технологии Wi-Fi. Для этой цели была использована плата с ESP8266 NodeMCU, которая имеет встроенный микропроцессор, программатор, стабилизатор.

Корпус устройства изготовлен с помощью 3D-принтера из PLA пластика, который является достаточно прочным и экологическим (рис. 2). Надписи на лицевой стороне корпуса выполнены краской для пластика. Корпус выполнен из толстых стенок для обеспечения достаточной прочности.



Рис. 2

Локальная отладка работы системы заключалась в прописывании необходимых команд в определённом списке, находящемся на сервере «Яндекс». При использовании «Яндекс.Станции» в качестве устройства взаимодействия со стороны пациента также необходима её настройка для работы с местной Wi-Fi сетью.

3. Заключение

Данное устройство легко интегрируется в систему голосового взаимодействия при наличии подключения к сети Интернет. За счёт относительно небольшой стоимости данное устройство выигрывает у своих аналогов и может быть доступно практически любому медицинскому учреждению.

4. Список литературы

- [1] Телемедицина [Электронный ресурс] / EverCare. — Режим доступа: <https://evercare.ru/37-kompanii-sozdayushchikh-golosovye-prilozheniya>.

DEVICE FOR PATIENT COMMUNICATION WITH MEDICAL PERSONNEL BASED ON VOICE TECHNOLOGIES

Sokolenko V. E., Durmanov M. A.

Scientific adviser: Durmanov M. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The principle of operation of the device for patient communication with medical personnel is considered and a portable display unit that interacts with a voice assistant is developed.

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СВЯЗИ В РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЕ СБОРА ДАННЫХ

Кожемякин А. С., Лукьянчиков А. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. каф. РТ Лукьянчиков А. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: ASKozhemyakinRT@gmail.com

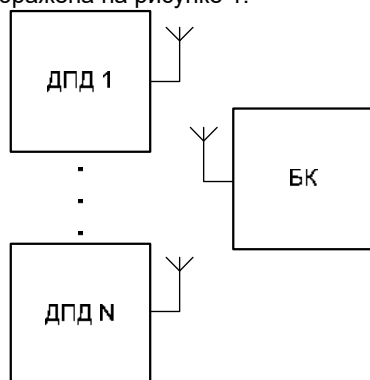
Аннотация — проведен анализ особенностей организации связи беспроводных датчиков в сенсорно-коммуникационной платформе контроля бортовых систем воздушного судна, выбран протокол обмена данными.

1. Введение

В рамках комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства по теме: «Создание высокотехнологичного производства компонентов гибкой модульной сенсорно-коммуникационной платформы контроля бортовых систем воздушного судна» возникает необходимость [1] обеспечения бесперебойной передачи данных от беспроводных датчиков к блоку контроля. Поэтому необходимо обоснованно выбрать способ организации связи между датчиками и блоком контроля.

2. Основная часть

Структурная схема сенсорно-коммуникационной платформы контроля бортовых систем воздушного судна изображена на рисунке 1.



ДПД — датчик беспроводной передачи данных; БК — блок коммутации

Рис. 1

В рамках идеологии этой сенсорно-коммуникационной платформы контроль бортовых систем летательного аппарата осуществляется локально в местах контроля, затем измеренные параметры передаются блоку контроля.

Структурная схема датчика изображена на рисунке 2. Блок обработки данных, обеспечивает процесс измерения физических параметров узла воздушного судна. Далее измеренные параметры должны быть переданы блоку контроля. Для передачи можно использовать протокол Modbus TCP. Этот протокол широко применяется в системах контроля и управления (SCADA) [2]. Главным достоинством протокола является, простота реализации, что позволяет использовать малое количество вычислительных ресурсов микроконтроллера, а это способствует малому энергопотреблению датчика.

С другой стороны, использование этого протокола позволит представить все датчики в одном адресном пространстве блока контроля, что упорядочит их накопление. К недостаткам протокола можно отнести то, что стандарт специфицирует передачу только двух типов данных, но если использовать эти типы как ячейки памяти, то можно передавать любые числовые типы данных.

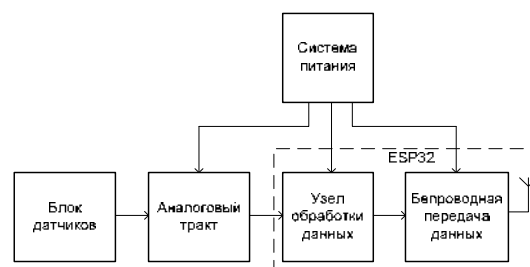


Рис. 2

Так две ячейки базового типа протокола Modbus можно использовать для передачи одного значения типа float (с плавающей точкой). Другим недостатком является отсутствие регламентации начальной настройки системы (присвоение адресов ведомых устройств и выделение им адресного пространства). Этот недостаток может быть устранен введением специального настроечного режима в беспроводных датчиках, в котором настраивается адрес устройства и параметры адресного пространства каждого преобразователя датчика. Это можно обеспечить если анализировать состояние пина микроконтроллера при включении питания если пин установлен в 1 то датчик переходит в режим точки доступа и появляется возможность к нему подключиться со смартфона и настроить соответствующие параметры.

3. Заключение

Анализ особенностей организации связи в сенсорно-коммуникационной платформе контроля бортовых систем воздушного судна показал, что наилучшим протоколом с точки зрения простоты реализации и возможности масштабирования является протокол Modbus TCP.

4. Список литературы

- [1] Гимпиевич, Ю. Б. Система дистанционного контроля параметров технических объектов / Ю. Б. Гимпиевич // «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, РТ—2018». — Севастополь : СевГУ, 2018. — С. 163.
- [2] Федоров, А. С. Анализ методов организации канала связи для промышленного интернета вещей / А. С. Федоров, А. В. Лукьянчиков // Recent Achievements and Prospects of Innovations and Technologies. — Керчь : ФГБОУ ВО «КГМТУ»; Севастополь : ФГАОУ ВО «СевГУ», 2019. — С. 209—212.

FEATURES OF COMMUNICATION ORGANIZATION IN A DISTRIBUTED DATA COLLECTION SYSTEM

Kozhemyakin A. S., Lukyanchikov A. V.
Scientific adviser: Lukyanchikov A. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The analysis of the organizing features of wireless sensors communication in a sensor-communication platform for control of the aircraft on-board systems was carried out. The data exchange protocol is selected.

ЛАБОРАТОРНЫЙ МАКЕТ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ БЕСПРОВОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Дурманов М. А., Петренко А. А., Ткаченко В. С., Сизых Д. А., Янковский С. И.

Научный руководитель: Дурманов М. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: aapetrenkosevsu@gmail.com

Аннотация — Произведен обзор и анализ беспроводных технологий, на основании чего сформулированы основные требования к принципам построения и функционалу лабораторного макета для изучения беспроводных технологий передачи данных. Разработана функциональная схема устройства и описаны основные его функции.

1. Введение

Применение беспроводных технологий в настоящее время становится все более актуальным. Наличие большого разнообразия гаджетов, беспроводной периферии и беспроводных сетей передачи данных делает задачу обмена данными между устройствами простой и доступной практически каждому. При наличии на рынке достаточного количества устройств беспроводной передачи данных, специалистов, разбирающихся в этой области не так много. Таким образом, актуальной задачей является создание лабораторного макета для изучения принципов работы беспроводных технологий передачи информации.

2. Основная часть

На основании анализа известных технологий беспроводной передачи данных было принято решение в лабораторном макете использовать устройства, работающие по технологиям Wi-Fi и Bluetooth, так как данные технологии чаще других встречаются в повседневной жизни. Разработка лабораторного макета позволит на практике изучить принцип работы рассматриваемых технологий.

Разрабатываемое устройство должно управлять модулями беспроводной связи, а также передавать и принимать сигналы с этих модулей. Для выполнения этих функций необходим микроконтроллер. В частности, микроконтроллер должен иметь достаточное число портов, необходимое для работы периферийных устройств изучаемых технологий в рамках образовательного процесса; иметь встроенный АЦП, таймеры и системы внешнего и внутреннего прерывания, а также SPI, I²C и UART интерфейсы. Немаловажным фактором является и доступная стоимость микроконтроллера.

Среди наиболее доступных и функциональных микроконтроллеров является микроконтроллер ATmega328p на платформе Arduino Uno [1]. Данная платформа способна выполнять все необходимые задачи лабораторного макета.

Так как предполагается обучение с использованием микроконтроллера можно взять готовое решение отладочной платы. Отладочная плата для микроконтроллера K1986BE92QI [3] производства компании «ПКК Миландр», предназначена для ознакомления с возможностями и тонкостями микроконтроллера и отладки программного обеспечения для него.

Исходя из вышесказанного функциональная схема лабораторного макета для изучения беспроводных технологий передачи информации имеет вид, показанный на рис. 1.

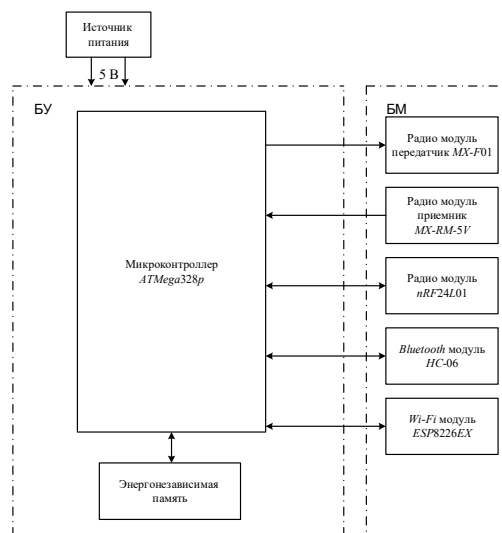


Рис. 1

На схеме показано, что для изучения технологии беспроводного подключения к сети Интернет используется Wi-Fi модуль ESP8226 EX; для изучения подключения к устройствам, работающим по технологии Bluetooth, используется модуль HC-06; для изучения технологии радиопередачи используется радио модуль nRF24L01 и для изучения низкоскоростной технологии передачи данных используются передающий MX-F01 и приемный MX-RM-5V модули.

3. Заключение

Разрабатываемое устройство предполагается изготовить в виде платы расширения для платформы Arduino Uno, что делает его максимально простым и удобным в эксплуатации.

4. Список литературы

- [1] ATmega328p [Электронный ресурс] / Atmel. — Режим доступа: http://www.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf.

LABORATORY MODEL FOR STUDYING WIRELESS DATA TRANSMISSION TECHNOLOGIES

Durmanov M. A., Petrenko A. A., Tkachenko V. S.,

Sizykh D. A., Yankovskiy S. I.

Scientific adviser: Durmanov M. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A review and analysis of wireless technologies are produced, on the basis of which the basic requirements for the principles of construction and the functionality of a laboratory model for the study of wireless data transmission technologies are formulated. The functional diagram of the device is developed and its main functions are described.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОТЯЖЕННОСТИ СЕТИ ДОСТУПА ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ LONG REACH PON

Алкаев М. Е., Плоткин А. Д.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: adplotkin@mail.ru

Аннотация — Исследована возможность использования протяженных оптических сетей в качестве сетей доступа с экономической и технической точки зрения.

1. Введение

Прокладка оптической линии до здания FTTP продолжительное время считалась ультимативным решением для удовлетворения потребностей в широкополосном доступе. Однако, на текущий момент сети FTTP в большинстве своем лишь обеспечивают среду передачи без улучшений в общей архитектуре. Потому использование таких сетей выгодно только в густонаселенных районах. Основная проблема FTTP — финансовая состоятельность.

В качестве решения проблемы предлагается использовать совместный использования инструкторы на архитектуре LR-PON в сетях доступа и метро сетях.

2. Основная часть

LR-PON позволяет совместно использовать оптическую инфраструктуру как можно ближе к клиенту, используя простые пассивные сплиттеры. Пассивные сплиттеры не потребляют энергию и отличаются высокой надежностью. LR-PON использует оптическое усиление для поддержки большего суммарного разделения (порядка 500 — 1000). Более длинного охвата (более 100 км) и более высоких скоростей передачи (10 Гбит/с). Более высокий порядок разделения канала означает, что есть возможность иметь несколько ступеней разделения для дальнейшего увеличения совместного использования инфраструктуры и минимизации затрат на клиента. Подходящее место для точек разделения точки разделения (DP, Оптический сплиттер 3-й ступени), находящийся рядом с местонахождением клиентов. Первичный кросс-коннектор (PCP, называемый сплиттером 2-й ступени) или располагается в шкафу, как правило, менее 1 км от клиентов, и локальный обмен (LE, сплиттер 1-й ступени на рис. 1) или центральный офис, где находятся оптические усилители, так как это узел имеет электроэнергию. Средняя дистанция между клиентами из локального будет составлять от 2 до 3 км, но в хвост этого распределения по длине может достигать 10 км.

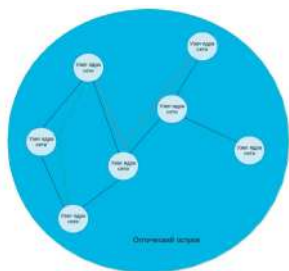


Рис. 1

В слабозаселенных сельских районах требуется расширение ODN. С увеличением длины ODN получим меньшую длину участка агрегации сети, но в замен он позволяет покрывать большее количество точек доступа, что позволяет покрывать сетевые ресурсы среди достаточного количества пользователей. Главный компромисс заключается в том, что, потери в ODN намного больше и разнообразнее, чем на вышестоящем участке сети, число поддерживаемых пользователей меньше. На рис. 2 показано практическое соотношение (аналитически рассчитанное в [2]) между протяженностью ODN и максимальным количеством пользователей PON (предполагается, что имеем 512 пользователей для случая по умолчанию — 10 км).

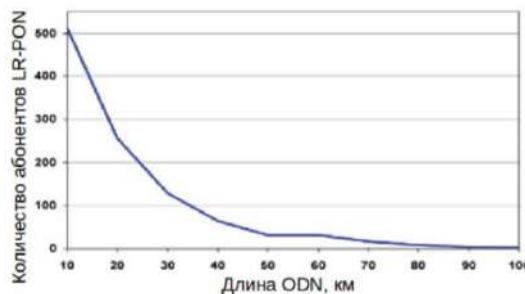


Рис. 2

3. Заключение

Исследована возможность использования протяженных оптических сетей в качестве сетей доступа. В качестве инфраструктуры сети на дальние расстояния целесообразней использовать технологию LR-PON.

4. Список литературы

- [1] Сети доступа большого радиуса действия / Шувалов В.П. [и др.] // Наука и бизнес: пути развития. Науч.-практ. журнал. — № 3. — С. 30—35.
- [2] DISCUS: End-to-end network design for ubiquitous high speed broadband services / Marco R. [et. al.]. — ResearchGate Conference Paper, 2013. — 34 p.

DESIGN AND STUDY OF INCREASING LENGTH ACCESS NETWORK THROUGH THE USE LONG REACH PON TECHNOLOGY

Alkaev M. E., Plotkin A. D.

Scientific adviser: Plotkin A. D.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The possibility of using extended optical networks as access networks from an economic and technical point of view is investigated.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ МОНИТОРИНГА КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЕЙ

Иванищев А. Ю., Редькина Е. А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Редькина Е. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: alexeyivanishev@gmail.ru

Аннотация — Рассмотрены актуальные инструменты мониторинга компьютерных сетей для использования в корпоративной сети. Определены достоинства и недостатки инструментов мониторинга.

1. Введение

В компаниях с масштабной системой локальных вычислительных сетей, в которых количество узлов не позволяет обслуживающему персоналу качественно выполнять обслуживание и ремонт вычислительной техники, используют специально разработанные инструменты выполняющие постоянное наблюдение за компьютерной сетью в поисках сбоев, поломок, технического обслуживания оборудования находящегося в сети, сообщают сетевому администратору с помощью различных средств оповещения о нестабильной работе системы [1].

2. Основная часть

Рассмотрим актуальные системы мониторинга корпоративных сетей — Cacti, Nagios и Zabbix. Определим их достоинства и недостатки.

Cacti — это инструмент для мониторинга и графического мониторинга сети с открытым кодом. Cacti позволяет пользователю опросить службы с заданными интервалами и графически изобразить полученные данные. Cacti работает в сетях любого размера, как маленьких, так и больших, со сложной разветвленной топологией. В качестве источника данных могут быть использованы любые внешние команды или сценарии с любыми параметрами, которые нужно собрать, реализована поддержка SNMP [2].

Достоинства:

- гибкость в настройке графических изображений;
- удобный и понятный интерфейс;
- при знании bash, PHP можно реализовать мониторинг любых необходимых параметров.

Недостатки:

- сложность написания плагинов (по сравнению с другими инструментами);
- для решения серьезных проблем возникает необходимость знания bash, PHP.

Nagios — инструмент с открытым кодом для мониторинга, администрирования и уведомления об отказах в системах. В Nagios заложен широкий инструментарий: проверка работоспособности сетевого оборудования, проверка процессов, проверка запуска сервисов, уведомления о определенных событиях.

Достоинства:

- множество готовых плагинов;
- набор возможностей для конфигурации;
- простой формат файла конфигурации, возможность автоматизировать внесение новых устройств в систему.

Недостатки:

- отсутствие встроенных средств визуализации (кроме карты сети);
- требуется перезапуск серверов для изменения конфигурации мониторинга;

— каждый плагин запускается как отдельный процесс.

Zabbix — свободная система мониторинга для отслеживания статусов разнообразных сервисов компьютерной сети, серверов и сетевого оборудования. Zabbix позволяет производить комплексный мониторинг инфраструктуры (серверы, сетевые устройства и виртуальные машины), визуализировать полученную информацию в графики, следить за нагрузкой и производительностью оборудования с использованием собственных агентов, поддерживающихся практически всеми операционными системами.[3]

Достоинства:

- готовый продукт;
- вся конфигурация хранится в базе-данных (конфигурация вступает в силу сразу после применения настроек);
- встроенные разнообразные средства визуализации;
- конфигурирование через web-интерфейс и с помощью API (application programming interface);
- легкость масштабирования сети (использование прокси-серверов).

Недостатки:

- ограниченная функциональность системы визуализации;
- отсутствие автоматизации построения карт сетей;
- недостаточная гибкость ролевой модели (имеется четыре роли пользователей).

Исходя из конкретных требований, предъявляемых к системам мониторинга, в дальнейшем будет осуществлен выбор наиболее подходящего инструмента мониторинга наиболее подходит к требованиям конкретной корпоративной сети.

3. Заключение

В статье рассмотрены ключевые возможности и особенности реализации в трех наиболее популярных системах мониторинга: Cacti, Nagios и Zabbix.

4. Список литературы

- [1] Уилсон, Эд, Мониторинг и анализ сетей. Методы выявления неисправностей / Эд Уилсон. — М.: Изд-во «Лори», 2002. — 350 с.
- [2] Линикова, О. Е. Мониторинг серверного оборудования и приложений / О. Е. Линикова. — Екатеринбург, 2014. — 123 с.
- [3] Далле Вакке, А. Zabbix. Практик. рук-во / А. Далле Вакке. — М.: ДМК Пресс, 2017. — 356 с.

STUDY OF TOOLS FOR CORPORATE NETWORK MONITORING

Ivanishev A. Y.

Scientific adviser: Redkina E. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The actual tools for monitoring computer networks for use in a corporate network are considered. The advantages and disadvantages of monitoring tools are determined.

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К АНТЕННЫМ СИСТЕМАМ 5G

Седов П. Д., Кузьменко В. А., Редькина Е. А.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, Редькина Е. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: alex.dripcin@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрен анализ требований к антенным системам 5G и их стандартов. Рассмотрены основные требования ITU для мобильной связи 5G.

1. Введение

Система мобильной связи 5G обеспечивает гораздо более высокий уровень производительности, чем предыдущие поколения систем мобильной связи. 5G может обеспечить гораздо большую гибкость, и поддерживать гораздо более широкий спектр приложений, от интернета с низкой скоростью передачи данных до приложений с очень высокой скоростью передачи данных и малой задержкой.

Мобильная связь 5G регулируется рядом стандартов. Стандарт 5G, основанный на 2G, GSM, 3G, UMTS и затем 4G и LTE, развиваются в рамках 3GPP — партнерская группа проекта третьего поколения.

Эта группа занимается стандартами системы 5G. В середине 2017 года в печати появился релиз 14 описывающий основные идеи 5G, в конце 2018 года в релизе 15 была описана спецификация 5G «Phase 1». В настоящий же момент разрабатывается релиз 16, где будет описана спецификация 5G Phase 2.

2. Основная часть

В качестве предварительной подготовки к работе над новой системой мобильной связи 5G были рассмотрены новые оговариваемые для системы требования (таблица 1). Они были определены ITU как часть IMT2020.

Таблица 1.

Параметр	Предполагаемая производительность
Пиковая скорость передачи данных	20 Гбит/с исходящей потока; 10 Гбит/с входящей потока (на каждую мобильную входящую станцию)
Плотность подключения 5G	Не менее 1 миллиона подключенных устройств на квадратный километр
Мобильность 5G	От 0 км/ч до доступа «высокоскоростного транспорта до 500 км/ч»
Энергоэффективность 5G	Радиоинтерфейсы должны быть энергоэффективными при нагрузке, но также быстро переходили в режим низкого энергопотребления, когда они не использовались
Реальная скорость передачи данных 5G	Скорость загрузки для каждого пользователя 100 Мбит/с, а скорость загрузки 50 Мбит/с
Задержка 5G	В идеальных условиях задержка составляет 4 мс (по сравнению с 20 мс в LTE)

Один из рассматриваемых интерфейсов для мобильной связи 5G предполагает использование миллиметрового диапазона волн.

Предполагается, что операторам потребуется полоса пропускания в несколько ГГц для обеспечения чрезвычайно высоких скоростей передачи данных. В настоящее время в системе сотовой связи используются частоты ниже 4 ГГц, и поэтому максимальная полоса пропускания не может превышать 4 ГГц, да и в целом, применение всего диапазона для достижения полосы пропускания в 1 ГГц невозможно.

Для технологии 5G выделяются два различных частотных диапазона, и эти различные диапазоны были обозначены как FR1 и FR2. FR1 использует частоты в диапазоне 410 — 7125 МГц, а FR2 от 24250 — 52600 МГц.

Таким образом, более перспективным является второй предполагаемый диапазон — диапазон миллиметровых волн, который предполагается использоваться для наружного покрытия плотных систем — как правило, улиц с плотной застройкой и плотной сетью базовых станций, для которых зона покрытия не превышает 200 или 300 метров.

Таким образом, выделяемые полосы диапазона FR2 5G становятся актуальными и планируются к применению в новыми телекоммуникационных разработках. Сейчас происходит активное распределение спектра выше 20 ГГц по различным отраслям применения, поскольку в настоящее время эти диапазоны относительно слабо применяются.

3. Заключение

Таким образом, рассмотрены требования к системам 5G. Главные требования к системам 5G — высокая скорость передачи данных (широкая полоса пропускания), большая зона покрытия и минимальное время задержки, при этом частотный диапазон FR2 — наиболее перспективный в развитии 5G. Для обеспечения данной полосы пропускания возможно применения нескольких видов антенн на разные диапазоны частот с адаптивным их переключением и с активным применением волоконно-оптических линий связи для диаграммообразующих схем.

4. Список литературы

- [1] 5G Technology: 5G mobile communications [Электронный ресурс] / Electronics notes. — Режим доступа: <https://www.electronics-notes.com/articles/connectivity/5g-mobile-wireless-cellular/technology-basics.php>.
- [2] 5G Frequency Bands, Channels for FR1 & FR2 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.electronics-notes.com/articles/connectivity/5g-mobile-wireless-cellular/frequency-bands-channels-fr1-fr2.php>.

ANALYSIS OF REQUIREMENT FOR 5G ANTENNA SYSTEMS

Sedov P. D., Kuzmenko V. A., Redkina E. A.
 Scientific adviser: Redkina E. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The analysis of requirements for 5G antenna systems is considered. The main ITU requirements for 5G mobile communications are discussed.

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ТРАФИКА ПОЧТОВЫХ СООБЩЕНИЙ В СЕТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Яковлева Т. В., Редькина Е. А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Редькина Е. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: yakovleva.taya@list.ru

Аннотация — Рассмотрена проблема задержки передачи файлов внутри в сети, построенной по принципу сервер-клиент, обсуждены методы решения проблемы.

1. Введение

В настоящее время многие предприятия пользуются принцип построения сети, основанный на типе сервер-клиент, что позволяет обеспечить безопасность при обмене файлами внутри сети предприятия. Это может быть файловый, почтовый сервер, сервер IP-телефонии и др. Однако при этом существует вероятность, что при расширении сети предприятия на сервер будет приходиться всё большая нагрузка, которую нужно заранее оценивать предотвращать его перегрузку.

При перегрузке сервера могут возникать самые различные проблемы, однако следует выделить несколько проблем, которые не нарушают работу предприятия, но замедляют ее, делают рабочий процесс неприятным для сотрудников, например:

- возникновение больших задержек при попытке открытия, закрытия, сохранения файлов;
- временное, случайное снижения скорости передачи данных по сети (от 50 секунд до 5 минут);
- задержки при копировании или архивировании файлов в сети.

При перегрузке сети трафиком, перегрузка сервера характеризуется проблемами с его процессором, памятью, сетевыми функциями.

В статье рассматривается проблема задержек передачи файлов с офисного оборудования (сканер) на персональные компьютеры в сети по средствам формирования и передачи почтовых сообщений, маршрутизируемых почтовым сервером. Рассмотрены пути решения данной проблемы. Выявлены преимущества и недостатки каждого из способов.

2. Основная часть

Нагрузка на процессор, которую создаёт обработка запроса, достаточно мала, но при активном использовании сервисов при расширении сети часто происходит перегрузка сервера. Уменьшить уровень использования процессора можно, перенеся сервер в другое окружение, снизив объём сложных вычислительных операций, ограничив количество запросов, поступающих к серверу. Наличие в системе перегруженного сервера быстро приводит к каскадным отказам в других частях системы. Ограничение скорости обработки запросов позволяет защитить структуру, ограничивая количество входящей информации. Это имеет большое значение при падении производительности сервера.

Еще одним методом решения проблемы является отказ от обработки запроса. Ограничивая количество поступающей информации посредством созданием внешней системы, можно добиться снижения нагрузки на сервер. Это может быть, например,

балансировщик нагрузки, обратный прокси-сервер или CDN.

Когда к серверу поступает очень много запросов, сеть, к которой подключён сервер, должна обеспечивать передачу данных от пользователя серверу и в обратном направлении (пример сети на рис. 1). Решить эту проблему можно, снизив объёмы данных, которыми обмениваются сервер и клиентские системы.

Если в системе недостаточно памяти, данные приходится выгружать на диск. Диск работает значительно медленнее, чем память. В результате такая ситуация может привести к замедлению работы серверного приложения. Если вся память сервера заполнена, это может привести к ошибкам нехватки памяти. Устранить эту проблему, можно, оптимизировав выделение памяти с помощью улучшения параметров памяти, что повлечёт большие денежные траты, или перенесением e-mail пакетов в отдельный VLAN. Создание дополнительных VLAN дешевле и позволяет серверу работать без задержек.

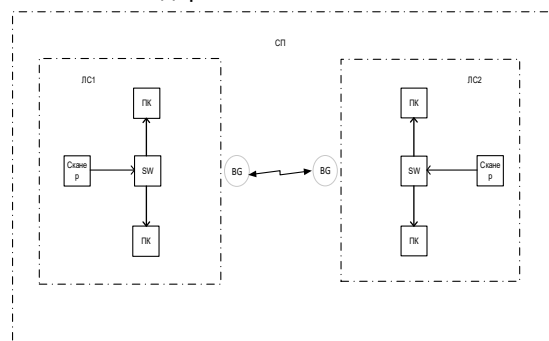


Рис. 1

3. Заключение

Метод оптимизации параметров сервера требует дополнительного объема памяти, что повлечет дополнительные расходы. Решение разделения большого трафика VLAN является оптимальным и доступным методом.

4. Список литературы

- [1] Как привести в порядок перегруженный сервер [Электронный ресурс] / Хабр. — Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/ruvds/blog/496962>.

THE ISSUE OF REALIZATION OF THE MAIL TRAFFIC IN THE ENTERPRISE NETWORK

Yakovleva T. V., Redkina E. A.

Scientific adviser: Redkina E. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The problem of the file transfer delay inside the network, build as server-client type, is considered, and methods for solving problems are discussed.

ИНТЕРАКТИВНЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ В СИСТЕМЕ ХРАНЕНИЯ ПРОДУКТОВ В ОРГАНИЗАЦИЯХ ОБЩЕПИТА

Хохуда А. Н., Орлов И. И., Маленко В. А., Травкина М. Д., Редькина Е. А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Редькина Е. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: earedkina@sevsu.ru

Аннотация — Рассмотрены вопросы интерактивного взаимодействия элементов системы хранения продуктов, включающей набор независимых блоков с датчиками, блока сбора данных и сервера для отображения.

основании которой пользователь принимает решения о покупке продукта или ревизии условий его хранения.

1. Введение

Часто в заведениях общепита небольшого формата (кафе, столовые, пиццерии) система для хранения продуктов и отслеживания продуктов представляет собой бумажный или электронный вариант записей, которые нужно вести в ручную в качестве дополнительной работы для сотрудников. Система требует внимательности и дисциплинированности от работника, что приводит к возможности появления проблем в работе заведения. Таким образом, разработка автоматизированных систем хранения продуктов актуальна.

2. Основная часть

Таким образом, доклад посвящен разработке специальной системы из набора портативных подставок разного формата с датчиками температуры и влажности, отслеживающие вес содержимого в контейнерах, помещенных на подставки [1]. На рис. 1 представлена предполагаемая структура макета системы (без учета серверной части для отображения).

Как видно из рисунка, набор подставок содержит несколько видов подставок типа «1» со схемой, подключаемой по кабелю USB (для питания и передачи данных) к базовому блоку и подставок типа «2», которые содержат аккумулятор и радиопередающий модуль с возможностью подключения USB кабеля для питания/подзарядки аккумулятора и передачи данных по проводному каналу.

Вся информация с данных подставок должна отправляться на сервер и отображаться на специальном сайте разработчика или же (по согласованию) на официальный сайт заведения, где персонал сможет отслеживать состояние хранения и наличие продукта. Внешний вид страниц с данными с подставок представлены на рис. 2.

Пользователь на первой странице может интерактивно изменять названия подставок и устанавливать диапазоны измеряемых значений. В случае несоответствия значению заданному диапазону изменяется цветовая индикация, на

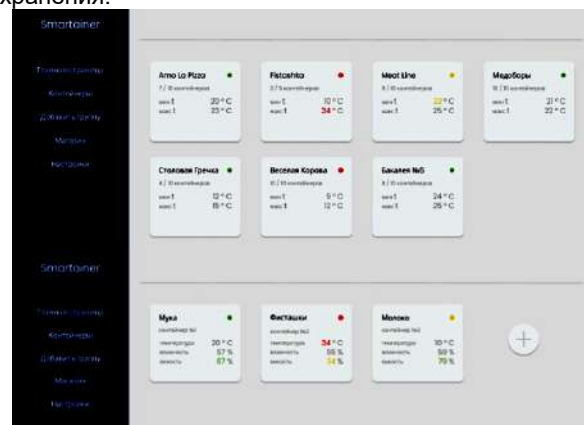


Рис. 2

3. Заключение

Рассмотрены вопросы интерактивного взаимодействия элементов системы хранения продуктов, включающей набор независимых блоков с датчиками, блока сбора данных и сервера для отображения.

4. Список литературы

- [1] Автоматизированная система хранения продуктов / А. В. Лукьянчиков, А. Н. Хохуда, И. И. Орлов, М. А. Шадрин, И. В. Чернявская // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций: 15-я Междунар. Молодежная научно-техническая конф. (РТ-2018). — Севастополь, 14—18 октября 2019, г. — С. 35

INTERACTIVE MODE FOR SYSTEM OF PRODUCT STORAGE OF PUBLIC CATERING

Hohuda A. N., Orlov I. I., Malenko V. A., Travkina M. D., Redkina E. A.

Scientific adviser: Redkina E. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The problems of units interaction of product storage system of are considered. The system consists of set of independent units with sensors, main unit for data collection and server for display.

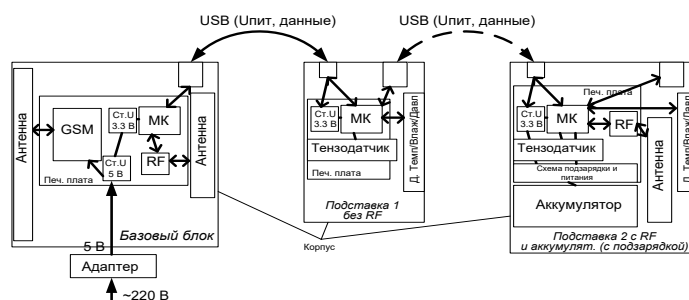


Рис. 1

ОРГАНИЗАЦИЯ СВЯЗИ РОЯ МОБИЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ZIGBEE

Краевский Д. Е., Кудрявченко И. В.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: krai13212@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрена возможность построения системы дистанционного управления, предназначенного для отработки алгоритмов управления движением и контроля местоположения в пространстве роя малоразмерных мобильных объектов, на основе технологии ZigBee

1. Введение

Эффективное применение роя, составленного из малоразмерных беспилотных наземных или воздушных мобильных объектов, связано организацией связи в режиме реального времени.

В связи с необходимостью построения масштабируемой сети, объединяющей большое количество узлов (mesh-топология), высокое качество связи между элементами роя можно обеспечить с помощью протокола ZigBee [1].

2. Основная часть

Преимущество ZigBee является ориентирование на задачи, требующие безопасности передачи данных при относительно небольших скоростях и возможности длительной работы сетевых устройств от автономных источников питания.

Явной особенностью технологии ZigBee является то, что при малом энергопотреблении, она поддерживает не только простые топологии сети ("точка-точка", "дерево" и "звезда"), а и самоорганизующиеся и самовосстанавливающиеся (mesh) топологию с ретрансляцией и маршрутизацией сообщения [2].

Реализацию такой топологии для беспилотных наземных или воздушных мобильных объектов можно наблюдать на рис. 1.

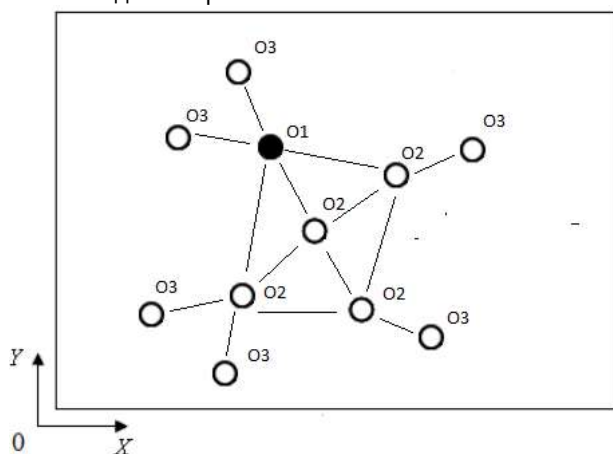


Рис. 1

Символом O1 обозначен малоразмерный объект, который выполняет важную роль координатора, формирует пути древа сети и может связываться с другими сетями.

В каждой сети есть один координатор ZigBee. Он и запускает сеть от начала. Он хранит информацию о сети, выступает как доверенный центр и хранит ключи безопасности.

O2 — являются маршрутизаторами, Маршрутизатор может выступать в качестве промежуточного маршрутизатора, передавая данные с других устройств.

O3 — конечное устройство ZigBee которое обменивается информацией с материнским узлом (или координатором, или с маршрутизатором), он не может передавать данные с других устройств, это позволяет экономить энергоресурс батареи.

3. Заключение

Таким образом, предлагаемый метод организации гибкой устойчивой связи между малоразмерными мобильными объектами роя может быть применен специальный протокол обмена верхнего уровня ZigBee.

Он позволяет реализовывать различные сетевые топологии, в том числе ячеистую (mesh) и допускает динамическое изменение количества и состояние узлов, имеет низкое энергопотребление и специализирован для подобных задач.

4. Список литературы

- [1] Технологии беспроводной передачи данных ZigBee, Bluetooth, Wi-Fi. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://wireless-e.ru/standarty/tehnologii-besprovodnoj-peredachi-dannyh>.
- [2] ZigBee VS Thread: Технологии построения беспроводных mesh-сетей. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.compel.ru/lib/92808>.

ARRANGEMENT OF CONNECTION FOR "SWARM" OF MOBILE OBJECT ON THE BASIS OF ZIGBEE TECHNOLOGY

Kraevskiy D. E., Kudryavchenko I. V.
Scientific adviser: Kudryavchenko I. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract - The possibility of building a remote control system designed to test traffic control algorithms and control the location in the space of a swarm of small mobile objects, based on technology ZigBee, is considered.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕАЛИЗАЦИИ УСТРОЙСТВ ПОДАВЛЕНИЯ СИГНАЛОВ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Савочкин А. А., Белова О. Н.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: vaniliska@mail.ru

Аннотация — В статье рассмотрены способы и средства подавления устройств сотовой связи и беспроводного доступа, проведен анализ их основных характеристик.

1. Введение

В настоящее время устройства подавления сигналов сотовой связи находят применение для предотвращения утечки информации, для организации объективного оценивания знаний школьников на ЕГЭ и в других случаях, где необходимо сохранить конфиденциальность информации [1].

2. Основная часть

Основные составляющие сотовой сети — подвижные станции (в большинстве случаев это мобильные терминалы) и базовые станции, которые обычно располагают на крышах зданий и вышках. Так же оборудование сетей включает в себя цифровые коммутаторы, центр управления и обслуживания, различные дополнительные системы и устройства. Передача и прием сигналов в сотовой связи разнесены по частотам. Принцип блокировки сотовой связи сводится к тому, чтобы сорвать синхронизацию между мобильным терминалом и базовой станцией. В РФ сотовая связь наиболее развита и широко представлена поколением 2G, в котором работает стандарт GSM 900 и GSM 1800. Сети 3G в России работают на технологии WCDMA и согласно решению ГКРЧ функционируют в диапазоне 2000 — 2100 МГц. Для сетей 4-го поколения в России на сегодня используются четыре частотных диапазона: 1800 МГц, 2600 (FDD) МГц, 800 МГц, 2600 (TDD) МГц [4]. Технология 5G на начало 2020 года не вышла за пределы опытного тестирования.

Для подавления радиолиний используются следующие типы помех: помехи, перекрывающие рабочий диапазон частот; помехи, прицельные по частоте. Помехи второго типа используется, когда достоверно определены частотные параметры линий связи. Номенклатура промышленных устройств подавления систем сотовой связи достаточно широка. Различаются они между собой по частотным диапазонам, по мощности (дальности действия), по способам постановки помех.

Простые устройства представляют собой генераторы с ручным управлением и создают заградительную шумовую помеху в требуемом диапазоне частот. Обычно устройства подавления сотовой связи построены по принципу непрерывного воздействия. Например, подавитель сотовых телефонов ST 202 "UDAV-M". Изделие способно заблокировать работу мобильных телефонов и цифровых устройств передачи данных, расположенных на расстоянии до 40 м путем постановки заградительной помехи в соответствующем диапазоне частот [2]. С целью повышения эффективности помехового сигнала в ряде подавителей используется шумовая модуляция высокочастотного сигнала [3].

В статье [4] рассмотрена схема устройства блокирования, подавляющая сигнал базовой станции прицельными помехами. Энергетический выигрыш таких систем, по сравнению с системами, использу-

емыми заградительную помеху, достигает десятков децибел при их одинаковой эффективности.

Одна из самых мощных систем, представленных на российском рынке — RS MultiJammer D, которая предназначена для организации зон интеллектуального блокирования — нескольких больших помещений, залов, этажей — с единым центром управления, находящимся на расстояниях до нескольких сот метров. Она использует разветвленную систему выносных приемных и передающих антенн с усилителями и требует прокладки высокочастотных кабелей внутри здания либо по его периметру, что усложняет ее использование.

При обнаружении в зоне контроля в обратном канале сотовой системы данного стандарта сигнала передатчика сотового телефона, вступающего в связь в режиме входящего или исходящего звонка, автономный модуль управления и анализа, вычислив номер канала, передает команду на формирование сигнала блокирования в прямом канале системы сотовой связи [5].

3. Заключение

В работе рассмотрены различные устройства подавления сотовой связи. Определены основные принципы построения устройств в зависимости от количества используемых диапазонов частот и стандартов систем связи, выходной мощности, возможности регулировки радиуса действия и типа антенной системы.

4. Список литературы

- [1] Общие вопросы организации и обеспечения информационной безопасности в техническом аспекте защиты [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://mydocx.ru/3-31957.html>.
- [2] Блокаторы сотовой связи [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://infosec.ru/shop/guard_info/sotovoi/ST-202-UDAV-M.
- [3] Хорев А.А. Подавители средств сотовой связи и беспроводного доступа [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.bnti.ru/showart.asp?aid=993&lvi=04.03.06.01>.
- [4] Сунгатуллин, Э. Н. Применение прицельных помех в системах мобильной связи / Э. Н. Сунгатуллин, В. М. Устищенко // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. — 2014. — С. 174—180.
- [5] RS MultiJammer : Рук-во по эксплуатации [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://studylib.ru/doc/768757/rs-multijammer-rukovodstvo-po-e-kspluatatsii>.

ESTIMATION OF IMPLEMENTATION FEATURES OF MOBILE SIGNAL SUPPRESSION DEVICES

Savochkin A. A., Belova O. N.

Scientific adviser: Savochkin A. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the article, methods and means of suppressing cellular and wireless access devices, and analyzes its main characteristics are discussed.

МИП «Инжиниринговый центр СевГУ»

299038, г. Севастополь,
проспект Октябрьской революции, д. 38, корп. 4.
Тел. +7 (8692) 43 50 29
engineering@sevsu.ru



Основные направления деятельности: разработка цифровых, аналоговых и смешанных монолитных интегральных схем; разработка систем-на-кристалле (СнК), систем-в-корпусе (СвК), гибридных интегральных схем СВЧ диапазона; разработка радиоэлектронной аппаратуры на основе микроконтроллеров, цифровых сигнальных процессоров и программируемых логических интегральных схем; тестирование опытных партий кристаллов интегральных схем в диапазоне частот до 50 ГГц; 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

АЛГОРИТМ РАБОТЫ ПРОГРАММЫ КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕАКЦИИ ЧЕЛОВЕКА

Шевченко К. Д., Шевченко Н. В., Завалейков А. А.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: karina-shevchenko110@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен алгоритм работы программы комплекса для измерения временных показателей реакции человека. Разработана блок-схема алгоритма работы программы для двух модулей комплекса.

1. Введение

В докладе представлен алгоритм работы программы комплекса для измерения временных показателей реакции человека. Также разработана и представлена блок-схема алгоритма работы программы.

2. Основная часть

На рис. 1 показана блок-схема алгоритма работы программы комплекса для измерения временных показателей реакции человека. В начале выполнения программы должна быть произведена инициализация, которая состоит из настройки линий ввода-вывода, периферийных устройств, режимов прерываний, LCD-индикатора. Линии данных и линии управления LCD-индикатором должны быть настроены на вывод. При включении прибора производится настройка на тест латентного времени двигательной реакции (ЛВДР) соответствующим образом и настраиваются данные линии на вывод. Светодиодами управляет ключ на полевом транзисторе. На затвор транзистора с линии МК подаётся сигнал, запрещающий или разрешающий включение светодиодов — логический «0» или «1». Для формирования временных задержек, расчёта времени в режиме ЛВДР требуется применение таймеров. Для наилучшей защищённости от дрейфа кнопок клавиатуру удобно проводить сканирование с интервалом времени 100 мс. Указанную задержку удобно формировать на шестнадцатитрёхбитном таймере T1. Для генерации звуковой частоты применен восьмибитный таймер T0 и его модуль сравнения OC0B, который работает в режиме ШИМ. Звуковая частота задается равной 1000 Гц, что соответствует переполнению таймера с интервалом 1 мс. Для точности расчёта времени ЛВДР обработку клавиши «Старт/тест» следует производить внутри внешнего прерывания INT0.

После инициализации выполняется основной цикл программы. Действия в основном цикле программы зависят главным образом от текущего режима устройства. Выделим несколько основных режимов: ожидания — в этом режиме можем перейти к выбранной группе тестов (ЛВДР либо теппинг) либо перейти в меню настроек, где производим настройки параметров выбранного теста; настроек — режимы, в которых нажатием кнопок настраиваем параметры для тестов ЛВДР и теппинг; ЛВДР — режим, в котором производится последовательность из 30 тестов ЛВДР; теппинг-теста — режим, в котором производится поочередное сканирование контактных площадок для теппинг-теста, инкремент числа прикосновений в случае прикосновения. Обработка нажатия на клавишу для повышения скорости обработки производится внутри обработчика прерывания INT0, но для удобства обработка нажатия указана в основной программе.

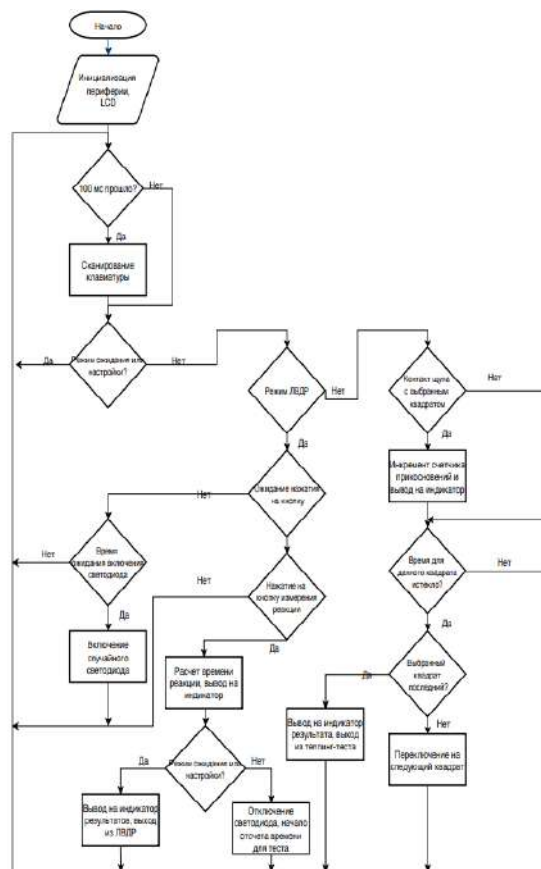


Рис. 1

3. Заключение

Благодаря построенному алгоритму реализуется разработанный комплекс для измерения временных показателей реакции человека на базе микроконтроллера. Программа для микроконтроллера выполняет действия согласно разработанной блок-схемы алгоритма.

4. Список литературы

- [1] ATmega48/88/168 — 8-bit Atmel Microcontroller with 4/8/16KtBytesInSystemProgrammableFlash [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2545.pdf.

ALGORITHM OF PROGRAM OF COMPLEX FOR MEASURING TIME INDICATORS OF HUMAN REACTION

Shevchenko K. D., Shevchenko N. V., Zavaleykov A. A.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The algorithm of operation of the complex program for measuring the time indicators of human reaction is considered. A block diagram of the program algorithm for two modules of the complex is designed.

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕАКЦИИ ЧЕЛОВЕКА

Шевченко К. Д., Шевченко Н. В., Завалейков А. А.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: karina-shevchenko110@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен аппаратно-программный комплекс для измерения временных показателей реакции человека. Описаны преимущества использования данного комплекса по сравнению с существующими аналогами.

1. Введение

В настоящее время вся совокупность негативных факторов деятельности человека отрицательно воздействует на его здоровье. Несмотря на то, что бытовые условия жизни человека улучшились, новый темп жизни, недостаток времени, огромные потоки информации негативно сказываются на психофизиологическом состоянии здоровья современного человека. Все эти факторы привели к необходимости контроля над состоянием психофизиологического развития. Одним из показателей психофизиологического здоровья человека является сенсомоторные реакции.

Разрабатываемый аппаратно-программный комплекс предназначен для исследования сенсомоторных реакций на профессиональных объектах, где от специалиста необходим высокий показатель скорости реакции. В докладе представлен аппаратно-программный комплекс для измерения временных показателей реакции человека по расчетам латентного времени двигательной реакции (ЛВДР) и теппинг-теста.

2. Основная часть

Для исследования психофизиологического состояния человека в клинической практике используют различные тесты. В нашем случае тесты проводятся с помощью аппаратно-программного комплекса на базе микропроцессорного блока управления. Комплекс состоит из двух модулей ЛВДР и теппинг-теста.

Принцип действия модуля ЛВДР заключается в следующем. Исследуемый, увидев включение светодиода, должен как можно быстрее нажать на кнопку «Старт тест». Разница во времени между нажатием кнопки и включением светодиода и есть ЛВДР. Запуск серии тестов осуществляется в режиме ожидания нажатием кнопки «Старт тест». После запуска серии теста с заданным заданным интервалом времени включается случайным образом один из 6 светодиодов. При каждом включении пользователь должен нажать кнопку «Старт тест», после этого на индикаторе будет выведено время реакции. По окончании серии тестов можно посмотреть результат всех тестов и среднее время реакции. Число тестов в серии составляет 30. В каждом случае предусмотрена возможность включения низкочастотного звукового сигнала с целью теста изменения скорости реакции при его включении.

Принцип теппинг-теста заключается в следующем. После запуска теста исследуемый должен в течение каждого из 6 равных интервалов времени коснуться щупом соответствующего квадрата: в течение первого интервала времени первого квадрата, в течение второго — второго и т.д. Интервал времени задаётся пользователем через меню и может составлять 5 либо 20 секунд для каждого квадрата.

Переход к следующему квадрату осуществляется при подаче короткого звукового сигнала. Кроме того, информация о текущем квадрате выводится на индикатор. При окончании теста можно просмотреть информацию о количестве касаний по каждого квадрата.

В качестве индикатора применяется текстовый LCD-индикатор с числом знакомест 16x2. Питание устройства осуществляется от сетевого адаптера постоянного либо переменного тока с выходным напряжением от 6 В. Заданную логику работы выполняет микроконтроллер ATmega88. Устройство управления выводит информацию на LCD-индикатор, сканирует клавиатуру, получает информацию с кнопок, в режиме ЛВДР при включенных тестах формирует заданные промежутки времени, рассчитывает скорость реакции по окончании теста, выводит на индикатор, в режиме теппинг-теста формирует данные равные промежутки времени для каждого квадрата. При контакте щупа с квадратом инкрементируется число ударов по текущему квадрату, в случае, когда требуется генерировать звуковую частоту и подавать на устройство вывода звука.

Преимущества данного аппаратно-программного комплекса заключается в простоте использования, в возможности проводить тест без наблюдателя и быстроте подсчета результатов при большом количестве тестов благодаря использованию микроконтроллера.

3. Заключение

Таким образом, разрабатываемый аппаратно-программный комплекс для измерения временных показателей реакции человека обладает рядом существенных преимуществ в сравнении с существующими аналогами для проведения исследований психофизиологического состояния человека. Также важными достоинствами разработки являются низкая стоимость из-за использования недорогих компонентов.

4. Список литературы

- [1] Алейникова, Т. В. Учеб. пособие для студентов высших учебных заведений «Возрастная психология» / Т. В. Алейникова. — Ростов-на-Дону, 2012. — С. 4 — 9.
- [2] KS0066 Datasheet — 16 COM/40 SEG controller for dot matrixLCD [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/37318/SAMSUNG/KS0066.html>.

HARDWARE AND SOFTWARE COMPLEX FOR MEASURING TIME INDICATORS OF HUMAN REACTION

Shevchenko K. D., Shevchenko N.V., Zavaleykov A.A.,
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — Hardware and software complex for measuring time indicators of human reaction is considered. The advantages of using this complex in comparison with existing analogues are described.

УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НАПЯЖЕНИЯ

Круогла А. А., Скорик И. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: kruogla@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен лабораторный макет с пятью видами DC–DC преобразователей напряжения для дисциплины “Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных средств”.

1. Введение

В рамках изучения учебной дисциплины требуется разработка лабораторного макета для изучения импульсных преобразователей напряжения на замену симуляторам, так как симуляторы не позволяют полноценно исследовать и анализировать работу устройств и имеют ряд ограничений, в отличие от разработанного макета.

2. Основная часть

В основе разработки используется управляющее устройство (УУ) — микроконтроллер PIC18. Управляющее устройство выполняет такие функции, как управление коммутацией импульсных преобразователей, генерация ШИМ сигнала, измерение напряжения и тока, вывод информации на дисплей (LCD).

Коммутация импульсных преобразователей происходит с помощью ряда твердотельных реле (PP), состояние которых изменяется в зависимости от команд, приходящих от управляющего устройства.

В состав стенда входят пять импульсных DC–DC преобразователей напряжения: понижающий (SD), повышающий (SU), мостовой (B), полумостовой (HB) и обратноходовый (FB).

Для всех преобразователей напряжения используется одна коммутируемая нагрузка. Данная нагрузка представляет собой электронно-управляемую нагрузку (ЭН).

Питание всей схемы осуществляется с помощью подключаемого внешнего блока питания (БП).

Функциональная схема устройства представлена на рис. 1.

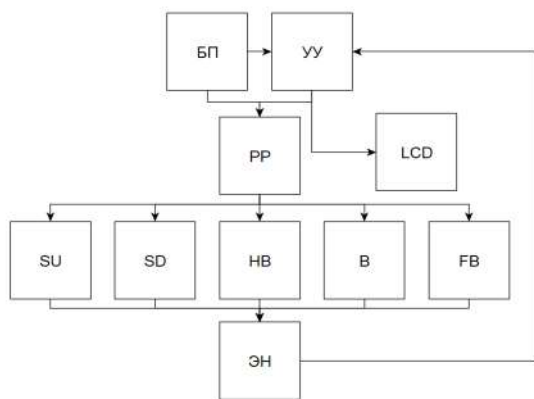


Рис. 1

Алгоритм работы управляющего устройства показан на рис. 2:

На лабораторном макете будут предусмотрены «точки» подключения для осциллографа и вольтметра с амперметром. Упомянутые «точки» подключения вольтметра и амперметра будут на входе и выходе импульсных преобразователей, также будут

присутствовать промежуточные «точки» для получения форм сигналов в преобразователях и их изменений с помощью осциллографа.

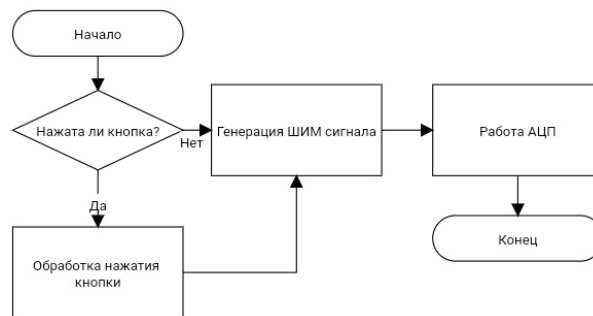


Рис. 2

Информация о выбранном преобразователе напряжения, а также значения напряжения и тока в подключенных точках будут выводиться на LCD дисплей, подключенный к управляющему устройству. На дисплей поочередно будут выводиться входные ток, напряжение и рассчитанная мощность, а также выходные параметры.

3. Заключение

В статье представлены разработка структурной схемы и алгоритм управляющего устройства лабораторного макета для изучения импульсных преобразователей напряжения в рамках учебной дисциплины.

На данный момент стенд имеет практически завершенное программное обеспечение и проходит этап предварительной сборки на макетной плате.

4. Список литературы

- [1] PIC18FXX2 Data Sheet [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39564c.pdf>. — 332 с.

EDUCATIONAL-LABORATORY STAND FOR STUDY OF PULSE VOLTAGE CONVERTERS

Kruogla A. A., Skorik I. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A laboratory stand with support of five types of DC-DC voltage converters to be used in education process for the subject “electrical converters of radio-electronic means” is considered.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ УПРАВЛЯЕМЫЙ LED-ДРАЙВЕР

Судариков А. В., Шевченко Н. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Шевченко Н. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: a.sudarikov.1996@mail.ru

Аннотация — Рассмотрено устройство, выполняющее роль универсального управляемого LED-драйвера. Описаны его преимущества перед обычными LED-драйверами и диапазоны регулируемых выходных тока и напряжения.

1. Введение

На данный момент светодиоды становятся всё более распространённым средством освещения, вытесняя обычные лампы накаливания и газоразрядные трубки. Связано это с тем, что светодиоды являются более надёжными и имеют больший срок эксплуатации. Для долгой и стабильной работы светодиодам требуется постоянный или ШИМ-модулируемый ток, который обеспечивается драйвером.

Для разных светодиодов требуется поддерживать различное значение тока, из-за чего приходится подбирать драйвер, который подходил бы этому светодиоду. При этом в случае замены светодиода на светодиод другой мощности приходится подбирать новый драйвер. Решению этой проблемы посвящен настоящий доклад.

2. Основная часть

Рассмотрим структурную схему универсального управляемого драйвера для светодиодов (рис.1).



Рис. 1

Управляемый драйвер состоит из источника резервного питания — аккумулятора, блока питания — обратноходового преобразователя, устройства ввода и вывода — кнопки и ЖК-дисплей, блока управления (БУ) — МК ATmega328 на платформе Arduino uno, и обычного LED-драйвера.

Контроллер Arduino Uno имеет удобный размер (не слишком большой, как у Mega и не такой маленький, как у Nano), доступен из-за массового выпуска, для него написано большое количество бесплатных уроков и скетчей. Драйвер имеет 14 цифровых и 6 аналоговых выводов, позволяющих подключать разнообразные датчики, двигатели, светодиоды и другие устройства. Наличие USB-разъема позволяет подключаться к компьютеру для перепрошивки без использования дополнительных внешних устройств. Есть встроенный стабилизатор,

позволяющий использовать различные элементы питания с широким диапазоном напряжения, от 6-7 до 12-14 В. В Arduino Uno удобно реализована работа с протоколами UART, SPI, I2C. Данный МК подходит в качестве блока управления (БУ) для данного устройства.

В качестве драйвера использована схема на МС LM2576, которая дополнена двумя цифровыми потенциометрами MCP41010 для управления выходным током и напряжением драйвера через БУ.

Интегральная микросхема LM2576, обеспечивает все функции понижающего преобразователя, в том числе создает ток нагрузки 3 А с линейными нагрузочными характеристиками. В зависимости от исполнения устройства выходное напряжение может быть равным 3,3 В; 5 В; 12 В; 15 В. Также есть исполнение, при котором можно регулировать напряжение выхода. Именно этот режим используется в разработанном устройстве.

MCP41010 — микросхема-потенциометр с цифровым управлением, изменение сопротивления происходит благодаря массиву из 256 резисторов. Управление микросхемой выполняется с помощью SPI интерфейса. Также данный потенциометр не требует постоянного внешнего управления. Он может запоминать последние установленные параметры, благодаря чему БУ можно сделать отделяемым. В итоге с помощью одного БУ можно настраивать несколько драйверов, что выгодно с экономической точки зрения, т.к. микроконтроллер — один из самых дорогих элементов устройства.

3. Заключение

Данное устройство позволяет решить проблему подбора драйвера для светодиодов, предоставляя достаточно широкий диапазон настроек: напряжение от 1 до 35 В, ток от 100 мА до 3 А, что подходит даже для мощных светодиодов.

4. Список литературы

- [1] LM2576 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.onsemi.com/pub/Collateral/LM2576-D.PDF>.
- [2] Electronic Components Datasheet Search [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/552923/MICROCHIP/MCP41010.html>.
- [3] Плата Arduino Uno R3: схема, описание, подключение устройств [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://arduino-master.ru/platy-arduino/plata-arduino-uno>.

UNIVERSAL CONTROLLED LED-DRIVER

Sudarikov A. V., Shevchenko N. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The device performing the role of a universal controlled LED driver is considered. Its advantages over conventional LED drivers and output parameters are described: ranges of adjustable output current and voltage.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ WEMOS R1 D1 ДЛЯ ОБМЕНА ДАННЫМИ С СЕРВЕРОМ И КОНТРОЛЛЕРОМ

Файден Д. А., Щекатурин А. А.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: dan.faiden@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрена возможность использования микросхемы WeMos R1 D1 в качестве посредника между сервером и контроллерами. Приведены результаты работы датчиков, а также листинг передачи данных используемого контроллера.

1. Введение

В современном мире важным фактором является качество, удобство и простота передачи данных. Одним из способов реализации вышеупомянутых факторов является использование платы WeMos на основе Arduino. Преимуществом данной платы является полная совместимость с платой Arduino с возможностью использования скриптов и передачи прошивки по Wi-Fi. В докладе приводится листинг передачи данных с датчиков на сервер, а также результаты симуляции работы в реальном времени.

2. Основная часть

Платы WeMos используются во многих аспектах программирования. Они совместимы с большинством датчиков Arduino и позволяют писать скетчи в Arduino IDE. WeMos дает возможность работать с Wi-Fi, организуя сеть устройств, или взаимодействовать с модулем через интернет.

Еще одним преимуществом данной платы является то, что на ней есть разъем под внешнюю Wi-Fi антенну, что позволяет увеличить площадь покрытия сети, при использовании в режиме передатчика. [1-2]

В качестве эксперимента была разработана модель периферийного узла системы сервер-контроллер в пакете Proteus 8 (рис.1).

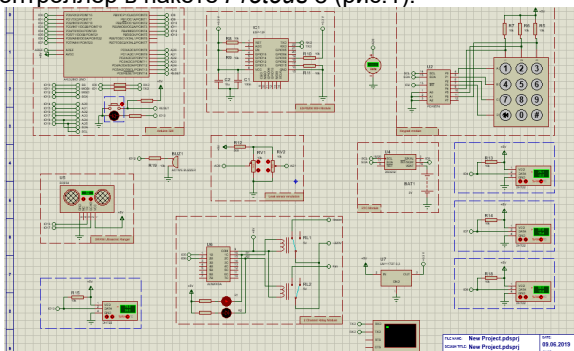


Рис. 1

Кроме того, были созданы искусственные помехи, которые записывались в отчет, пересылаемый на сервер, а также системы внутреннего реагирования. Результат передачи с задержкой ± 3 с можно наблюдать на рис.2. Помимо этого был проведен эксперимент, задействующий Wi-Fi модуль разработанной платы. Благодаря подключению с использованием IP-адреса существует возможность работать непосредственно с платой, а это значит, что при разработке сервера можно управлять контроллерами (в данном случае диодом) или отслеживать состояния с телефона, имеющего доступ в интернет (рис.3).

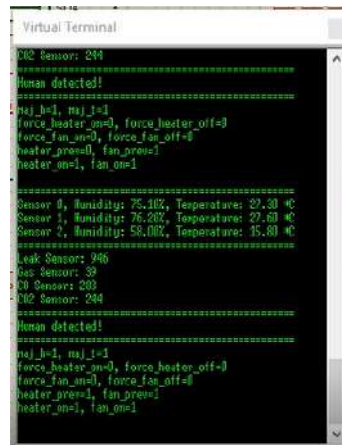


Рис. 2



Рис. 3

3. Заключение

Таким образом, разработана система передачи данных по типу сервер-контроллер.

Выявлена возможность управления отдельными периферийными узлами через интернет, однако пока данная функция ограничена.

4. Список литературы

- [1] WeMos R1 D1 на основе ESP8266 [Электронный ресурс] / ArduinoMaster Российское сообщество Ардуино. — Режим доступа: <https://arduinomaster.ru/datchiki-arduino/esp8266-wemos-d1-mini-raspinovka>.
- [2] Wi-Fi ESP8266 Development board WEMOS D1 Series [Электронный ресурс] / Alselectro. — Режим доступа: <https://alselectro.wordpress.com/2018/04/14/wifi-esp8266-development-board-wemos-d1>.

USAGE OF WEMOS R1 D1 FOR TRANSFERING DATA FROM THE SERVER TO THE CONTROLLER

Faiden D. A., Shchekaturin A. A.
Scientific adviser: Shchekaturin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The possibility of using the WeMos R1 D1 chip as an intermediary between the server and controllers is considered. The results of the sensors, as well as a listing of the data transmission used by the controller are presented.

ИГРОВОЙ КОНТРОЛЛЕР НА МЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯХ С RGB ПОДСВЕТКОЙ

Смаилов С.Ф.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: BelkaSqiroll@gmail.com

Аннотация — Представлено устройство игрового контроллера для компьютера, имеющее 2 клавиши, которые сделаны на механических кнопочных переключателях.

применен программный метод исключения дребезга контактов кнопочного переключателя.

Схема устройства изображена на рис. 1.

1. Введение

Данное устройство создается как отдельный контроллер, подключаемый к компьютеру. Используется всего 2 клавиши, потому что для целей, для которых он создается, большего и не нужно. Основными критериями при разработке являются – цена и быстрота отклика устройства, малые размеры. Также решено было встроить RGB подсветку клавиш с несколькими режимами свечения.

2. Основная часть

Сердцем устройства является микроконтроллер (МК). Так как этот контроллер будет подключаться к компьютеру, то МК должен иметь возможность работать как HID – устройство. Рассматривалось несколько вариантов микроконтроллеров: ATmega32u4, STM32, ATtiny85. В соотношении цена-производительность выигрывает STM32, однако, его производительность для наших целей слишком велика, поэтому был выбран МК ATtiny85. Он является наиболее дешевым микроконтроллером из перечисленных, но, данный МК имеет 8 Кб памяти под программу, и всего 6 выводов, 2 из которых, будут заняты интерфейсом USB. Две кнопки будут использовать два цифровых вывода МК, таким образом он для наших целей подходит.

В качестве механических кнопочных переключателей были выбраны переключатели типа Cherry MX, они наиболее распространены, также имеют большой ресурс работы.

Для подсветки будут использоваться два светодиода WS2812B [2], они используют всего один цифровой контакт МК для управления.

Изначально планировалось реализовать все на одном микроконтроллере ATtiny85, нажатие клавиш на компьютере осуществить с помощью аппаратных прерываний, а управление подсветкой включить в основной цикл, но данный МК имеет один вывод для аппаратных прерываний, чего будет недостаточно. Если вписать нажатие кнопок в основной цикл, это значительно замедлит скорость отклика устройства на нажатие клавиши, поэтому было решено ставить два микроконтроллера ATtiny85. Один будет отвечать только за нажатие клавиш, второй – только за подсветку.

Для корректной работы устройства нужно, чтобы при нажатии на клавишу МК программно удерживал её, при отпускании клавиши – программно отпускал её; это и было реализовано в коде программы.

Для микроконтроллера, отвечающего за нажатие клавиш, подавление дребезга является не обязательным, так как все современные компьютеры имеют встроенную противодребезговую систему, однако, для МК RGB подсветки необходимо исключить дребезг, так как это приведет к многократному изменению режимов работы подсветки при единичном нажатии. Поэтому для данного микроконтроллера



Рис. 1

Питание устройства будет осуществляться по USB от компьютера, так что микросхемы-стабилизаторы не используются, установлен только сглаживающий конденсатор по питанию. Кроме этого, по шине данных USB+ и USB- установлены стабилитроны на 3,6 В для увеличения стабильности работы микроконтроллера. Для второго МК стабилизация шины данных USB не применяется.

Для уменьшения размеров устройства были применены компоненты, устанавливаемые поверхностным монтажом. Можно было поставить USB type C вместо Micro USB, однако он стоит значительно дороже, и сложен в установке.

3. Заключение

Таким образом, разработано устройство-контроллер, с механическими кнопочными переключателями типа Cherry MX, с RGB подсветкой с несколькими режимами работы, который переключается кнопкой. Скорость реакции на нажатие клавиши сведена к минимуму и составляет несколько миллисекунд. Наиболее дорогими компонентами являются механические переключатели, за счет них достигается высокая скорость отклика и длительная служба устройства. Также в будущем планируется разработка ПО, позволяющего переназначать клавиши и самостоятельно создавать и изменять режимы подсветки.

4. Список литературы

- [1] Protocol for the WS2812B Programmable LED [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.arrow.com/en/research-and-events/articles/protocol-for-the-ws2812b-programmable-led>.

GAMING CONTROLLER WITH MECHANICAL SWITCHES AND RGB LIGHTS

Smailov S. F.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A game controller device for a computer having 2 keys, which are made on mechanical pushbutton switches, is presented.

ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ ДЛЯ ГАРМОНИЧЕСКОГО ВРАЩЕНИЯ ШАГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

Абдураманов Б. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: bilyal.abduramanov@gmail.com

Аннотация — Представлено устройство, управляемое с компьютера и предназначенное для подачи сигнала такого вида, чтобы шаговый двигатель вращался гармонически, то есть функция частоты оборотов от времени представляла собой синусоиду.

1. Введение

Задание разных видов вращений шагового двигателя применяется довольно редко, однако, когда появляется такая необходимость, устройств, имеющих такие возможности не так уж и много.

2. Основная часть

Генератор сигналов представляет собой устройство, соединяемое с драйверами шаговых двигателей, подающее импульсы с необходимой для наших целей частотой.

В качестве драйвера при тестировании используется A4988. При тестировании используется шаговый двигатель Nema 17. Структурная схема устройства изображена на рис. 1.

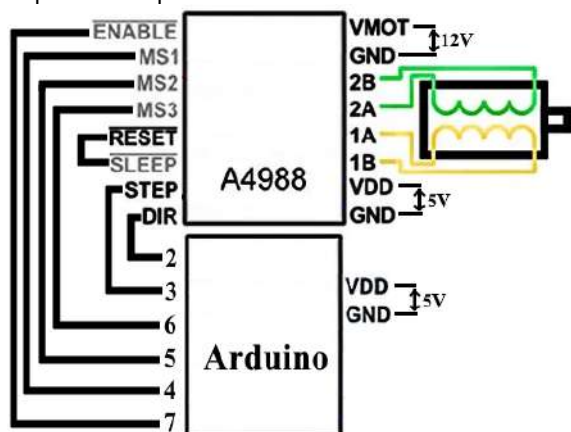


Рис. 1

В качестве микроконтроллера, подающего необходимые сигналы, используется Arduino Uno. Arduino Uno работает на частоте 16 МГц, что достаточно для управления шаговым двигателем вплоть до максимальных его скоростей.

Микроконтроллер создает импульсы определенной длительности в зависимости от времени, которые можно рассчитать по формуле

$$t = \frac{2t_{\max}t_{\min}}{(t_{\max} + t_{\min}) - (t_{\max} - t_{\min})\sin(\omega T + \varphi_0)},$$

где:

$$t_{\max} = \frac{a^0 \cdot 10^6}{2n_{\min} \cdot 360},$$

$$t_{\min} = \frac{a^0 \cdot 10^6}{2n_{\max} \cdot 360},$$

где n — частота в оборотах в секунду, a^0 — угол поворота шагового двигателя.

Для управления данным устройством, была создана программа Step_Drive.

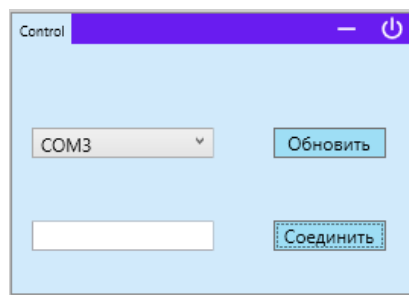


Рис. 2

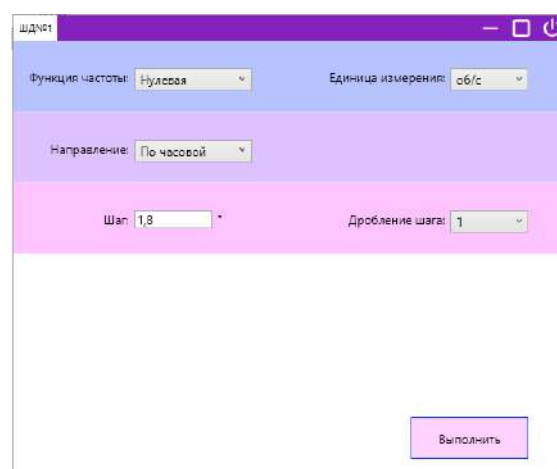


Рис. 3

Связь между программой и микроконтроллером осуществляется посредством UART.

3. Заключение

Таким образом, данное устройство позволяет подавать сигнал такого вида, что шаговый двигатель может вращаться гармонически. Достоинством данного приспособления является его точность и удобство в управлении. Его недостатком является дискретность шагов при низких частотах, что приводит к невозможности использования данного устройства при низких оборотах.

4. Список литературы

- [1] Кеня, Т. Шаговые двигатели и их микропроцессорные системы управления / Т. Кеня, А. А. Устинов. — М.: Энергоатомиздат, 1987. — 198 с.
- [2] Петин, В. А. Практическая энциклопедия ардуино / В. А. Петин, А. А. Биняковский. — М.: ДМК Пресс, 2017. — 151 с.

SIGNAL GENERATOR FOR HARMONIC ROTATION OF STEP MOTOR

Abduramanov B. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A generator device that creates the signal for harmonic rotation of Step Motor is presented. The generator device is controlled from PC.

ПОРТАТИВНЫЙ ГЛЮКОМЕТР С ПОДКЛЮЧЕНИЕМ К СМАРТФОНУ

Мурзин Д. Г., Ромашов А. А., Турулин И. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук Мурзин Д. Г.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: d.g.murzin@sevsu.ru

Аннотация — Рассмотрены не инвазивные способы измерения уровня сахара в крови. Разработан портативный прибор глюкометр, работающий совместно с смартфоном.

1. Введение

Применение не инвазивных портативных приборов определения сахара в крови позволяет существенно повысить качество жизни больных сахарным диабетом, так как в таких приборах не требуется получения капли крови, и пациенты избавляются от комплекса болевых ощущений. В докладе приводятся результаты разработки портативного глюкометра, работающего совместно с смартфоном по протоколу bluetooth.

2. Основная часть

На сегодняшний день выделяют несколько способов не инвазивного определения сахара в крови. Среди них есть такие способы как: волновое излучение для контроля уровня сахара, определение уровня сахара в крови путем анализа пота, определение уровня сахара путем анализа слез, выделяют такой метод как определение уровня сахара по дыханию. Но самый высокоточный метод на текущий момент — определение уровня сахара оптическим методом. В его основу положена рамановская спектроскопия. Раман спектрометры позволяют получать информацию о колебательных состояниях в диапазоне длин волн от 2 до 100 мкм. Длина волны сахара в крови колеблется от 2,5 — 25 мкм, то есть можно говорить о сопутствующей точности применяемого устройства.

На рис. 1 показана структура датчика, который состоит из объектива, покрытого сапфировым стеклом для обеспечения уменьшения дифракции пучка лучей, посылаемых на образец.



Рис. 1

В рамановской спектроскопии образец облучается монохроматическим светом. Большая часть рассеянного образцом излучения будет иметь ту же частоту, что и падающая — процесс известен как рэлеевское рассеяние. Тем не менее, некоторое количество излучения, рассеянного образцом, примерно один фотон из миллиона, будет иметь частоту, смещенную по отношению к частоте исходного излучения лазера. Устройство представляет кольцо с датчиком Романовской спектроскопии. В его основных функциях можно выделить: не инвазивный анализатор са-

хара в крови, вывод, детализация, анализ собранных данных, сопряжение и передача информации по протоколу bluetooth на смартфон. В корпусе кольца имеется несъемный литийионный аккумулятор емкостью 35 мАч. На основание корпуса выведены две кнопки: сопряжения и передачи данных со смартфоном, включение и выключение устройства, разъем зарядки устройства. В связи с тем, что на не инвазивном устройстве отсутствуют датчики вывода информации, а сам датчик Романовской спектроскопии не требует большого тока и может быть отключен. Устройство способно находится без подзарядки больше 30 дней. Также было разработано программное обеспечение для смартфонов.

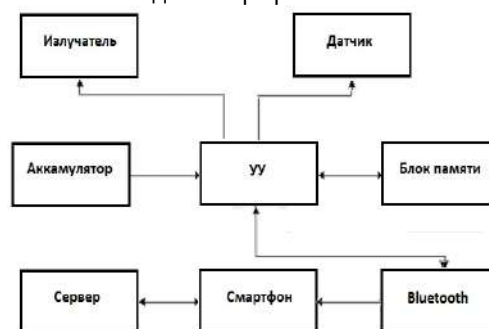


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, разработано мобильное, портативное устройство для не инвазивного определения сахара в крови, подключаемое к смартфону по протоколу bluetooth. Имеется возможность записывать результаты анализов на само устройство, благодаря встроенной памяти. Благодаря возможности передачи данных на смартфон, можно сортировать и анализировать полученные данные с глюкометра за последнюю неделю и выгружать полученные данные на сервер или напрямую к лечащему врачу. Также в устройстве предусмотрено функция передачи данных на смартфон и лечащему врачу автоматически, в том случае, если устройство выявит большое отклонение от нормы.

4. Список литературы

- [1] Компания INTERTECH Corporation. Введение в рамановскую спектроскопию // Пластические массы. — 2009. — № 8. — С. 7—13.
- [2] Горелик, В. С. Комбинационное рассеяние света / В. С. Горелик // Соросовский образовательный журнал. — 1997. — № 6. — С. 91—96.

PORTABLE GLUCOMETER WITH SMARTPHONE CONNECTION

Murzin D. G., Romashov A. A., Turulin I. B.

Scientific adviser: Murzin D. G

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A non-invasive methods of measurement of level of sugar in the blood are discussed. A portative glucometer, which works with smartphone, is designed.

«УМНЫЙ ДОМ». УПРАВЛЕНИЕ ОСВЕЩЕНИЕМ

Сыпалова А. С., Кривобок Л. С.

Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: anastasiyasergeevna98@gmail.com

Аннотация — в данной статье 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. Сегодня «умные» дома достигли таких технологических высот, что по праву могут считаться автономными. К основным функциям «умного» дома относится автоматическое управление следующими системами: освещение, водоснабжение, газоснабжение, отопление, вентиляция, кондиционирование и др. Управление освещением — одна из базовых функций, которая входит в большинство стандартных комплектов умного дома.

Управление освещением регулируется разными методами, применяются рациональные режимы, такие как автоматическое выключение света, регулирование уровня яркости ламп и безопасное электропитание.

Проживание будет максимально комфортным, автоматизированный процесс освещения значительно упростит ваш быт. Кроме того, расходы на электроэнергию будут заметно снижены.

2. Основная часть

Умный дом подразумевает программно-аппаратный комплекс, позволяющий автоматизировать и упростить управление различными системами, а также другим оборудованием дома или квартиры. Умная система включает в себя набор датчиков, которые отслеживают работу всех подключенных устройств. Информация стекается на единый пульт управления. Ключевым элементом системы становится контроллер. Он собирает и анализирует сигналы со всех датчиков, размещенных в квартире. Его работа не останавливается ни на минуту.

Контроллер позволяет управлять всеми подключенными гаджетами в режиме реального времени, а также планировать отсроченный запуск. Достаточно единожды задать системе нужные параметры, и она будет постоянно их поддерживать. Полный перечень функций такого комплекса зависит от конкретной модификации. Осуществляется контроль функционирования инженерных систем: отопления, водоснабжения, вентиляции. Благодаря этому удается регулировать температуру воздуха и влажность в помещении, освещенность и другие параметр

В данной работе мы рассмотрим освещение «умного» дома. Установка системы управления освещением позволяет продлевать срок службы оборудования и экономить электроэнергию. В функционал смарт-света может входить включение резервных источников питания в аварийных ситуациях, а также экстренное отключение всей сети. Для создания такого комплекса потребуется

контроллер, датчики движения, аккумуляторы. 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.

На рис.1 представлена схема подключения освещения «умного» дома.

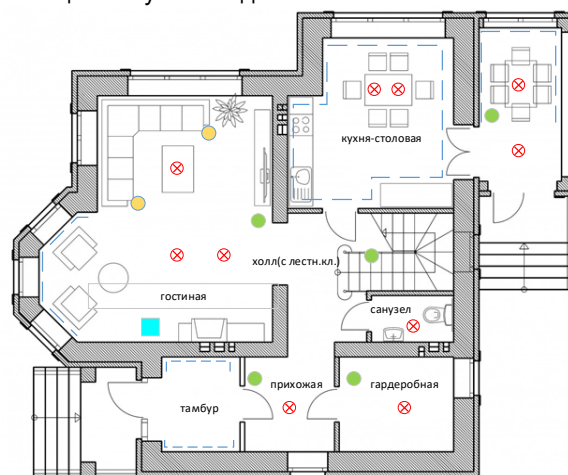


Рис. 1

Так же можно отметить, что с помощью умной лампы в комнате можно создать уникальную цветовую атмосферу, имеется управление с помощью Bluetooth.

3. Заключение

Таким образом исследована система функции освещения «умного» дома, которая работает по заданным алгоритмам и настройкам. Было разработано программное обеспечение и схема размещения для этой системы.

SMART HOUSE LIGHTING CONTROL

Krivobok L. S., Sygalova A. S.

Scientific adviser: Tyischuk Yu. N.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the article, one of the functions of a smart home (lighting that provides automatic light control) is discussed. The scheme and algorithm for connecting such a system have been developed.

«УМНЫЙ ДОМ». СИСТЕМА КЛИМАТ-КОНТРОЛЬ

Кривобок Л. С., Сыпалова А. С.

Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: lyda97@mail.ru

Аннотация — рассмотрена система отопления, обеспечивающая автоматизированные климатические условия всего дома. Разработан алгоритм подключения системы климат-контроль.

1. Введение

В настоящее время современная система «Умный дом» набирает свою популярность за счет простоты управления всеми коммуникациями такими, как вентиляция, водоснабжение, обогрев и даже бытовая техника. Всё климатическое, отопительное и вентиляционное оборудование централизованно управляется данной системой. Современный обогрев здания достаточно разнообразен, все системы коммуникации здания подвластны одной единственной системе «Умный дом», которая представляет собой единый блок управления, связанный со всеми коммуникациями и техникой.

2. Основная часть

«Умный дом» — интеграция бытовых устройств, коммуникаций и оборудования, используемых ежедневно в быту, в единую автономную систему управления. Программа отвечает за ресурсосбережение и упрощает управление объектом недвижимости, делая жизнь удобной и безопасной.

В данной статье мы рассмотрим систему климат-контроля. Эффективное управление климатом внутри дома, обеспечивающийся за счет умной автоматизированной климатической системы.

Всё климатическое, отопительное и вентиляционное оборудование централизованно управляется данной системой. Все сигналы собираются в центральном процессоре, который после обработки по заданным алгоритмам и настройкам умного дома, отдает управляющие сигналы всему оборудованию в доме. Интеллектуальная система управляет домом по заданной программе, а также осуществляет удаленное управление с мобильных устройств которое предусматривает возможность фиксирования в памяти устройства нескольких наиболее удобных сценариев. В целях экономии ресурсов можно устанавливать обогрев или кондиционирование помещения не круглосуточно, а заблаговременно перед возвращением домой.

Умный дом позволяет организовать полноценный климат-контроль. Нажатием одной кнопки удастся регулировать влажность, температуру воздуха, процесс кондиционирования, вентиляцию и другие параметры. Сложность такого оборудования состоит в предварительной разработке детального плана. Важно учесть все особенности помещений, расположение коммуникаций и прочие тонкости, чтобы система могла полноценно функционировать. На рис. 1 показано подключение системы отопления «Умный дом».

В систему климат-контроля входят следующие основные модули оборудования.

— Датчики снятия данных. Датчикам происходит определение алгоритмом работы управляющих контроллеров, связанных с серверным оборудованием умного дома.

— Кондиционеры и отопительное оборудование полностью синхронизировано в общую систему. Любое открывание окна, жалюзи влияет на выбор её действий. Также она сама по заложенным алгоритмам в интерфейсах может выполнять данные действия.

— Компьютерное централизованное оборудование позволяет сохранить информацию, обеспечивает передачу данных на расстояние. Также центральный процессор обеспечивает минимизацию энергозатрат за счет оптимизированных алгоритмов под конкретные задачи пользователя. Роутер играет важную роль в связке всех систем между собой. Передача данных происходит именно через него. Система передачи данных может быть реализована разными способами, начиная от электросети и сетевого кабеля, заканчивая беспроводным способом, что обеспечивают эффективную обратную связь с хозяином дома.

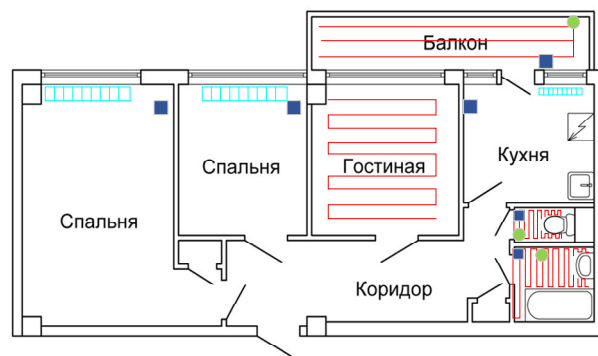


Рис. 1

Стоит отметить, что компьютерное обеспечение климатических систем может отслеживать изменения погоды через Интернет или барометрическое оборудование, таким образом, регулирование всех настроек в доме произойдет погодозависимо.

3. Заключение

Таким образом исследована система климат-контроль, которая работает по заданным алгоритмам и настройкам. Было разработано программное обеспечение для этой системы.

SMART HOUSE HEATING CONTROL

Krivobok L. S., Sybalova A. S.

Scientific adviser: Tyischuk Yu. N.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A heating system that provides automated climatic conditions for the whole house system is considered. An algorithm for connecting the “Smart Home” climate control system has been developed.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММИРУЕМОГО МОДУЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КЛИМАТОМ В ТЕПЛИЦАХ

Комисаренко А. И., Ватрич А. Д., Щекатуриной А. А.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Щекатуриной А. А.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: vatrach_a@mail.ru

Аннотация — Предложена реализация устройства на основе программируемого модуля системы управления климатом в теплицах при помощи специально разработанной программы

1. Введение

Одним из актуальных направлений развития радиоэлектроники является сельское хозяйство, как основа благополучия населения страны. В настоящее время всё большую популярность приобретают продукты питания натурального происхождения. Но в постоянно меняющемся климате, и учитывая различие климатических зон, необходимой задачей является внедрение в технологический процесс новых решений.

2. Основная часть

Обеспечение в теплицах нужной температуры, влажности, состав воздуха и грунта, а также освещённости, возможно только при постоянном контроле этих параметров специальными извещателями, которые в свою очередь передают принимаемую информацию о состоянии окружающей среды в программируемый модуль системы управления климатом.

Такие модули могут быть разработаны на основе ПЛИС, которые в настоящее время приобретают всё большую популярность. На рис. 1 изображена структурная схема устройства.

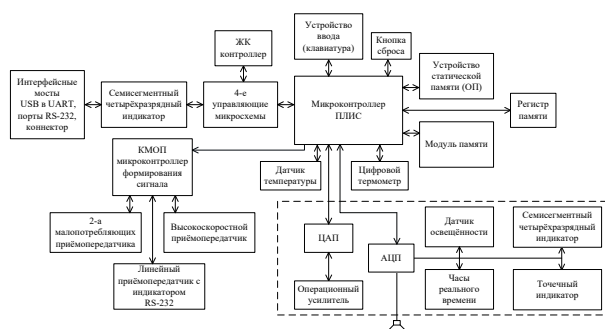


Рис. 1

В разработанном устройстве имеется два стандартных RS-232C порта, последовательная Flash-память с интерфейсом I2C, память программ и память данных по 64 КБ.

В схему системного интерфейса входит полная шина адреса (16 линий), шина данных, линии прерываний и сигналы управления памятью, а также цепи питания.

Периферийный интерфейс состоит из микросхемы параллельного приёмопередатчика (24 линии ввода-вывода), шины порта однокристалльной ЭВМ (8 двунаправленных линий), линии прерываний, а также линии таймеров-счетчиков и цепи питания.

В устройстве интерфейса RS485, 4-х разрядная динамическая индикация, присутствует возможность расширения, установки датчиков температуры, часов реального времени, разъемов программирования,

для процессоров AVR, разъем для подключения ЖКИ индикатора.

Для связи с извещателями, обеспечивающими контроль состояния окружающей среды применяются ЦАП и АЦП, микросхемы измерения аналоговых и цифровых сигналов.

Устройство ПЛИС использует ячейки CMOS EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory — электрически стираемое перепрограммируемое ПЗУ) для реализации логики функции. Конфигурируемая пользователем архитектура вмещает множество независимых комбинаторных и последовательных логических функций, содержит от 32 до 256 макроячеек, которые объединены на группы по 16 макроэлементов, называемых блоками логических массивов (LAB). Программируемый модуль может работать на языках программирования Си и Ассемблер.

Энергонезависимая память EEPROM работает с тремя регистрами:

Регистр адреса, в который загружается адрес ячейки, к которой будет производиться обращение.

Регистр данных, куда загружаются данные, которые должны быть помещены в EEPROM, а при чтении в этот регистр помещаются данные, считанные из EEPROM.

Регистр управления, используемый для управления доступом к EEPROM памяти.

Также, для нашего устройства была написана программа, которая позволяет собирать и обрабатывать информацию с извещателей, а также осуществлять управление приборами, позволяющими оптимизировать характеристики среды при эксплуатации теплиц для выращивания определённых культур.

3. Заключение

Таким образом, разработан программируемый модуль системы управления климатом в теплицах, позволяющий осуществлять управление освещением и температурой в нескольких режимах при учете внешних факторов.

4. Список литературы

- [1] Datasheet. MAX 7000 Programmable Logic Device Family, Atmel Corporation. — Sept. 2005. — Ver. 6.7. — 66 p.
- [2] Datasheet. SX1280/SX1281, Long Range, Low Power, 2.4 GHz Transceiver with Ranging Capability. — 2015 Semtech Corporation. — 137 p.

DESIGN OF PROGRAMMABLE MODULE FOR CLIMATE CONTROL IN GREENHOUSES

Komisarenko A. I., Schekaturin A. A.,
 Vatrach A. D.
 Scientific adviser: Schekaturin A. A.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — An implementation of a device based on a programmable module of a climate control system in greenhouses using a specially developed program is proposed

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАТЫ ТИПА WEMOS ДЛЯ СВЯЗИ С MQTT-СЕРВЕРОМ

Файден Д. А., Лызлов А. В., Ткаченко М. О.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: dan.faiden@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрена возможность использования платы WeMos для работы с MQTT-брокером, описан принцип приёма и передачи данных между платформой и MQTT-брокером.

1. Введение

Протокол *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) — это протокол обмена сообщениями по шаблону издатель-подписчик (*pub/sub*). Протокол рассчитан на невысокую нагрузку на каналы связи, работу в условиях периодической потери связи, отсутствия электроэнергии и легкой адаптации под современные платформы, такие как *Arduino*, *ESP8266*, *WeMos* и т.п.

MQTT протокол используется для потоковой передачи данных между устройствами с ограниченной мощностью CPU и/или временем автономной работы, а также для сетей с дорогой или низкой пропускной способностью, непредсказуемой стабильностью или высокой задержкой.

2. Основная часть

Упрощенная структурная схема сети по протоколу MQTT с использованием WeMos представлена на рис.1

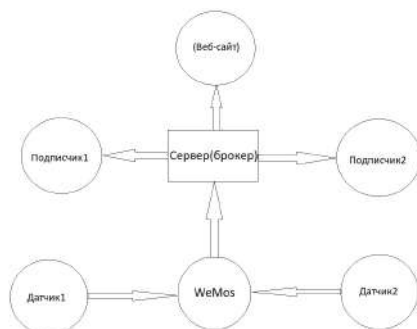


Рис. 1

По принципу работы MQTT-сервер предоставляет способ создания иерархии каналов связи, представляющую собой ветвь с листьями. Всякий раз, когда у издателя, в нашем случае это платформа WeMos, есть новые данные для распространения среди клиентов, сообщение сопровождается примечанием контроля доставки. Клиенты более высокого уровня могут получать каждое сообщение, в то время как клиенты более низкого уровня могут получать сообщения, относящиеся только к одному или двум базовым каналам, «ответвляющимся» в нижней части иерархии. Это облегчает обмен информацией размером от двух байт до 256 МБ.

В случае использования *Arduino*, считывания данных с датчиков и создание пакетов происходит самой *Arduino*, далее пакеты данных передаются брокеру посредством GSM или Wi-Fi протокола. После сервером происходит обработка пакетов с данными, и происходит отправка новых данных на срабатывающие и управляемые устройства необходимые защитные данные в случае утечки газа, пониженной влажности в комнате и т.п.

Для демонстрации работы был добавлен ряд тестов в программе *MQTT Dashboard* (рис.2). В качестве датчиков были использованы датчики влажности и наличия газа.



Рис. 2

В качестве дополнительного примера можно также управлять отдельными узлами, через разработанный WEB-сайт, например, включение и выключение лампы или запуск электронной вытяжки. Код программы показан на рис. 3. Слева код для WeMos, а справа — для Arduino.

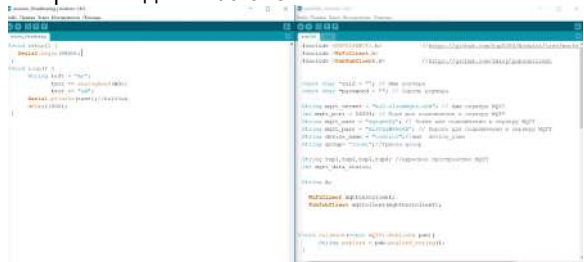


Рис. 3

3. Заключение

Таким образом, разработана система связи с сервером и возможность пересылать на него данные с датчиков.

Данная система будет очень удобна для работ с системой «умный дом»

4. Список литературы

- [1] Протокол MQTT: концептуальное погружение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/463669/> (04.09.2020).
- [2] Esp8266 управление через интернет по протоколу MQTT [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arduino-master.ru/datchiki-arduino/esp8266-wemos-d1-mini-raspinovka/> (04.09.2020).
- [3] Wemos D1 R2 и mini на основе esp8266 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/393277/> (04.09.2020).

USAGE OF WEMOS TYPE BOARD TO COMMUNICATE WITH MQTT SERVER

Faiden D. A., Lyzlov A. V., Tkachenko M. O.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The possibility of using the WeMos board to work with an MQTT broker, as well as receive values from it and transfer data, is considered.

РАДИОУПРАВЛЯЕМАЯ ПОДВИЖНАЯ ПЛАТФОРМА

Иванченко Д. С., Щекатурин А. А.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: pulson2011@gmail.com

Аннотация — Разработана структурная и принципиальная схемы радиоуправляемой подвижной платформы на базе платы Arduino, управляемой по Bluetooth и с помощью пульта управления по радиоканалу 315 МГц. Для передачи видеоданных используется FPV камера. Разработана конструкция радиоуправляемой подвижной платформы.

1. Введение

В настоящее время разрабатываются и используются подвижные радиоуправляемые платформы, позволяющие получать информацию и в некоторых случаях, проводить манипуляции на удалении от оператора. Например, такие устройства могут применяться для исследования обстановки в туннелях, трубопроводах, на опасных для людей или охраняемых территориях, куда невозможно проникнуть из-за большого риска [1].

В работе представлены результаты разработки радиоуправляемой подвижной платформы, выполненной на базе платы Arduino. Разработана конструкция радиоуправляемой подвижной платформы.

2. Основная часть

Структурная схема радиоуправляемой подвижной платформы показана на рис. 1.

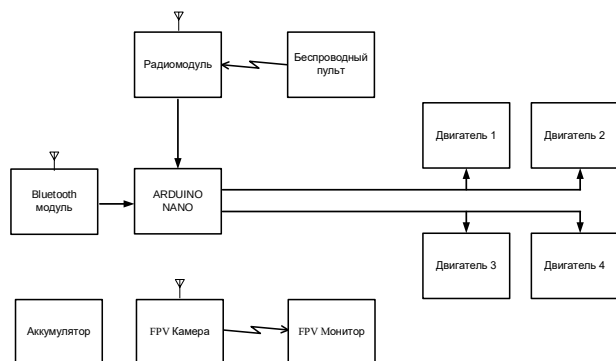


Рис. 1

Управление платформой осуществляется по Bluetooth [2] или радиомодулю. В состав платформы входят 4 мотора, плата Arduino, блютуз модуль, радиомодуль, драйвер двигателей и двигатели. Поворот платформы осуществляется без поворота колес, путем вращения правых и левых колес в противоположных направлениях. Питание осуществляется от литий-ионных аккумуляторов. Для управления работы платформы с помощью смартфона необходима разработка приложения.

FPV передатчик передает видеоданные от камеры на FPV монитор [3].

В случае управления движением с пульта управления, 315 МГц приемный модуль Arduino YK04 и используются 4-канальный пульт управления. Выбрана камера Eachine TX02 5,8G.

Общий вид платформы показан на рис.2.

Антенна передающей камеры защищена радио-прозрачным обтекателем

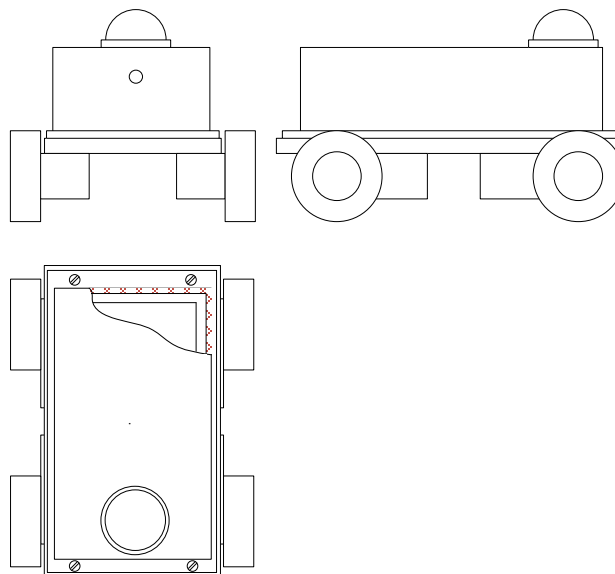


Рис. 2

К основанию снизу крепятся двигатели, сверху основания располагается электронная часть с аккумуляторами. Сверху устанавливается защитный кожух с отверстием для видеокamеры, закрепляемый на основании винтами.

3. Заключение

Разработаны структурная и принципиальная схемы радиоуправляемой подвижной платформы. Разработана конструкция колесной подвижной платформы.

4. Список литературы

- [1] Военные роботы и их разработки [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/408731/> (дата обращения 14.06.2020).
- [2] Робот на Ардуино и машинка на Bluetooth своими руками [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://arduino-master.ru/uroki-arduino/robot-mashinka-avtomobil-arduino/> (дата обращения 14.06.2020).
- [3] Что такое FPV квадрокоптер и как подобрать подходящую модель? [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://drongeek.ru/novichkam/fpv-kvadrokoopter> (дата обращения 14.06.2020).

RADIO-CONTROLLED MOBILE PLATFORM

Ivanchenko D. S., Schekaturin A. A.

Scientific adviser: Schekaturin A. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The basic properties of radio-controlled movable platforms are analyzed and described. A structural and schematic diagram of a radio-controlled mobile platform based on the Arduino board controlled by Bluetooth and using the remote control via a 315 MHz radio channel has been developed. An FPV camera is used to transmit video data. A study was made of the influence of the geometric parameters of the antenna of the video camera on its input characteristics and radiation characteristics. The design of a radio-controlled mobile platform is 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**

НОВЫЕ СТРУКТУРЫ И УСТРОЙСТВА ШИРОКОПОЛОСНОГО ФАЗОВОГО СМЕЩЕНИЯ РАДИОСИГНАЛОВ

Саяпин К. А., Шерстюков Д. Н.

Научно-производственное предприятие «НИКА-СВЧ», Россия

Министерство обороны РФ, Россия

E-mail: sayapin.k.a@mail.ru

Аннотация — Приведен обзор результатов исследования новых структур и устройств широкополосного фазового смещения радиосигналов на линиях передачи с Т- и квази-Т-волнами.

1. Введение

Для формирования требуемой диаграммы направленности фазированных антенных решеток необходимо использование устройств фазового смещения радиосигналов. Расширение рабочего диапазона частот современных систем связи и радиолокации, а также их многодиапазонность вызывают потребность в широкополосных фазосмещающих устройствах. Их реализация возможна с использованием связанных и одиночных линий передачи (ЛП), нагруженных короткозамкнутыми или разомкнутыми шлейфами. В данной работе представлен обзор результатов исследования новых структур широкополосных устройств, предназначенных для обеспечения фиксированного фазового сдвига в рабочем частотном диапазоне, — дифференциальных фазовращателей (ДФ) на линиях передачи с Т- и квази-Т-волнами [1].

2. Основная часть

ДФ представляет собой восьмиполусник, состоящий из двух четырехполусников — опорного (ОК) и фазосдвигающего (ФК) каналов. Поскольку ОК в подавляющем большинстве случаев выполняется в виде отрезка однородной ЛП, то далее по умолчанию будем рассматривать только такой тип ДФ.

Наиболее простыми с технологической точки зрения являются ДФ с ФК на основе одиночной ЛП с разомкнутыми и короткозамкнутыми шлейфами. В отличие от известных [2] предлагаемые структуры ДФ реализованы с использованием неоднородных ступенчатых (рис. 1) и плавных короткозамкнутых шлейфов. Благодаря этому удается добиться требуемого фазового сдвига в широком диапазоне частот (не менее октавы) при меньших габаритных размерах устройства по сравнению с [2].

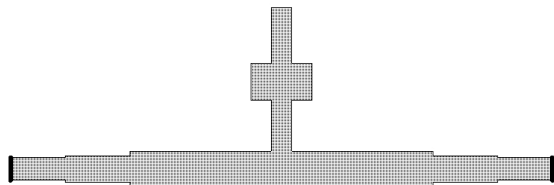


Рис. 1

Другая структура ДФ — также на основе одиночной ЛП и выполнена с несогласованной нагрузкой в виде радиального шлейфа (рис. 2). Её отличительной чертой является наличие дополнительного отрезка однородной ЛП, с одной стороны параллельно подключенного к ступенчатой ЛП, а с другой стороны нагруженного радиальным шлейфом. Фазовая ошибка и габаритные размеры модифицированного таким образом устройства значительно снижены по сравнению с аналогами без указанного отрезка ЛП.

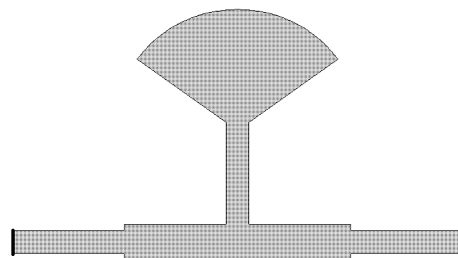


Рис. 2

Для обеспечения постоянного фазового сдвига с минимально возможным отклонением от номинала в диапазоне частот больше октавы чаще используются структуры на основе связанных ЛП с согласованными или несогласованными нагрузками. В качестве несогласованных нагрузок могут также выступать шлейфы [3]. Использование в этом качестве плавных и ступенчато-неоднородных шлейфов позволяет увеличить размерность вектора варьируемых параметров и тем самым создать предпосылки для получения наиболее оптимальных решений задачи параметрической оптимизации.

3. Заключение

Проведены исследования дифференциальных фазовращателей с фазосдвигающим каналом на основе одиночных и связанных линий передачи, нагруженными неоднородными шлейфами. Результаты моделирования и измерений опытных образцов фазовращателей позволяют сделать заключение о преимуществах использования неоднородных шлейфов в структурах устройств фазового смещения радиосигналов.

4. Список литературы

- [1] Мещанов, В. П. Коаксиальные пассивные устройства / В. П. Мещанов, В. Д. Тупикин, С. Л. Чернышев ; под ред. В. П. Мещанова. — Саратов : Изд-во Саратовского ун-та, 1993. — 416 с.
- [2] Губин, Д. С. Синтез фазовращателей на основе ступенчатой одиночной линии передачи со шлейфом / Д. С. Губин, А. П. Креницкий, В. П. Мещанов, Л. В. Шикова // Радиотехника и электроника, 2010. — Т. 55. — № 2. — С. 162 — 167.
- [3] Алексеев, В. В. Новая структура сверхширокополосных фиксированных фазовращателей на основе ступенчатых связанных линий со шлейфами / В. В. Алексеев и др. // Радиотехника и электроника, 2017. — Т. 62. — № 5. — С. 508 — 514.

NEW STRUCTURES AND DEVICES FOR BROADBAND PHASE SHIFT OF RADIO SIGNALS

Sayapin K. A., Sherstyukov D. N.
NIKA-Microwave, Ltd, Russia

Abstract — A review of the results of a study of new structures and devices for the broadband phase shift of radio signals on transmission lines with TEM and quasi-TEM waves is presented.

АНАЛИЗ ПОЛОСЫ РАБОЧИХ ЧАСТОТ ПЛОСКОЙ КВАЗИСАМОДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ

Неведров М. Г., Афонин И. Л., Слёзкин В. Г.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Слёзкин В. Г.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: orlovskiymixail@mail.ru

Аннотация — Путём численного моделирования выполнен анализ зависимости относительной полосы рабочих частот для оптимальных (по критерию максимума этой полосы) значений внутреннего сопротивления источника возбуждения плоской квазисамодополнительной структуры от угла между секторами. Значение 50 Ом достигается при угле между секторами около 10° , а значение 75 Ом — около 20° .

1. Введение

Плоская самодополнительная излучающая структура в виде двух металлических секторов может служить основой для создания сверхширокополосных (диапазонных) антенн, но она имеет высокое входное сопротивление, что затрудняет согласование с коаксиальным кабелем [1]. Теоретически доказано, что уменьшить сопротивление можно путём уменьшения «воздушного» зазора между клиньями [2], но анализ потенциально достижимой полосы рабочих частот такой структуры, которую можно назвать квазисамодополнительной, не проводился.

2. Основная часть

Рассматриваемая плоская структура состоит из двух металлических секторов треугольной формы с углом при вершине α , разделённых «воздушными» секторами с углом β (рис. 1). Источник возбуждения с ЭДС E и внутренним сопротивлением ρ_i расположен в малом, по сравнению с длиной волны λ , зазоре между клиньями.

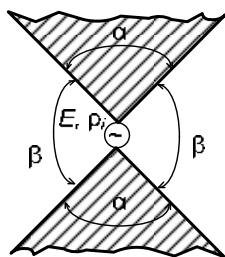


Рис. 1

Самодополнительной (переходящей в саму себя при замене металла на вакуум и наоборот) данная структура будет только при условии

$$\alpha = \beta = 90^\circ.$$

Входное сопротивление бесконечной структуры теоретически составляет половину волнового сопротивления свободного пространства: около 188 Ом [1]. Реальные, квазисамодополнительные структуры имеют конечные размеры и угол β в них может уменьшаться вплоть до нуля [2], поэтому для практики важно оценить достижимые значения относительной полосы рабочих частот δf , причём потенциально максимальные значения этой величины для структуры без согласующих устройств будут достигаться при некотором оптимальном значении внутреннего сопротивления источника возбуждения ρ_i .

Для решения поставленной задачи использовалось численное моделирование в среде САПР CST MWS. Края секторов ограничивались по радиусу R .

Для каждого значения угла β от 90° до 0° подбиралось значение ρ_i , оптимальное по критерию достижения максимума величины δf , нормированной на минимальную частоту полосы (ей соответствует длина волны λ_{min}) по уровню КСВ входа, равному 1,5 (табл. 1).

Таблица 1

β , град.	ρ_i , Ом	R/λ_{min}	δf
0	30	0,61	8 %
10	50	0,56	18 %
20	75	0,55	19 %
30	80	0,54	27 %
40	85	0,54	30 %
50	105	0,54	44 %
60	120	0,54	свыше 50 %
70	140	0,38	свыше 106 %
80	150	0,38	свыше 106 %
90	170	0,35	свыше 124 %

Как и ожидалось из теоретических предпосылок, для больших значений углов полоса рабочих частот была ограничена только снизу [1].

3. Заключение

В целом результаты численного моделирования квазисамодополнительной структуры близки к результатам электродинамического анализа [1, 2], однако оптимальные значения внутреннего сопротивления источника возбуждения оказались на 10-20 Ом меньше теоретических. Важные для практики значения 50 Ом и 75 Ом достигаются при углах между секторами 10° и 20° , соответственно.

4. Список литературы

- [1] Фрадин, А. З. Антенно-фидерные устройства / А. З. Фрадин. — М.: Связь, 1977. — 440 с.
- [2] Мишустин, Б. А. Широкополосные тонкостенные излучающие структуры / Б. А. Мишустин, В. Г. Слёзкин // СВЧ техника и телекоммуникационные технологии: матер. 18-й междунар. науч.-техн. конф. КрыМКО-2008, Севастополь, 8 — 12 сент. 2008 г. — Севастополь, 2008. — С. 461 — 462.

ANALYSIS OF WORKING FREQUENCY RANGE OF A FLAT QUASI-SELF-COMPLEMENTARY STRUCTURE

Неведров М., Афонин И., Слёзкин В.

Scientific adviser: Slyozkin V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — By numerical simulation, the analysis of the relative working frequencies range had made for optimal (on the maximal range criterion) values of the excitation port inner impedance dependence of the flat quasi-self-complementary structure on the angle between sectors. The impedance value 50 Ohms was achieved for angle near 10° and value 75 Ohms for angle near 20° .

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОГЛАСОВАННОЙ НАГРУЗКИ НА ОСНОВЕ ПЛОСКОГО МЕТАЛЛОДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВОЛНОВОДА

Бугаёв П. А.

Научный руководитель: доктор техн. наук, проф. Афонин И. Л.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: Pasha_ba@mail.ru

Аннотация — Рассматриваются результаты практического исследования согласованной нагрузки на основе плоского металлодиэлектрического волновода. Приведены результаты измерений КСВ согласованной нагрузки.

1. Введение

Прогресс радиотехники сопровождается бурным развитием теории и техники СВЧ устройств. Возрастает сложность СВЧ трактов, повышаются требования к электрическим характеристикам и качеству выполнения СВЧ узлов элементов микроволновых трактов. Тракты измерителей основных параметров плоского металлодиэлектрического волновода (ПЛМДВ) [1] и устройств, построенных на его основе, содержат в своем составе такие элементы как: согласованная нагрузка, переход с ПЛМДВ на стандартный волновод или коаксиальную линию, детекторная головка и ряд других.

2. Основная часть

Основной характеристикой согласованной нагрузки является величина модуля ее коэффициента отражения Γ (или соответствующая величина КСВ) в заданной полосе частот. На практике возможно создание нагрузок с $\Gamma \leq 0,01$ в относительной полосе частот $\Delta f / f = 20-30\%$ и более. Ввиду малости Γ требования к фазе коэффициента отражения от нагрузки не предъявляются, и эта фаза может иметь любую величину в интервале от 0 до 2π . Конструктивное выполнение нагрузки зависит от типа линии передачи, диапазона частот и уровня мощности.

На рис. 1, показана конструкция согласованной нагрузки, которая представляет собой отрезок ПЛМДВ, часть металлизации (1) этого отрезка удалена и покрыта поглощающим материалом (2), выполненным на широких стенках волновода в виде «ласточки хвоста», а на узких стенках удаленная часть металлизации полностью покрыта поглощающим материалом. Уменьшение мощности СВЧ сигнала при распространении в нагрузке обеспечивается высокой поглощающей способностью материала (2). Вместо поглотителя из ферроэпоксида, который был применен при изготовлении нагрузки, возможно использование тонкопленочного покрытия из резистивного материала, нанесенного на диэлектрическую пластину, предварительно сняв металлизацию.

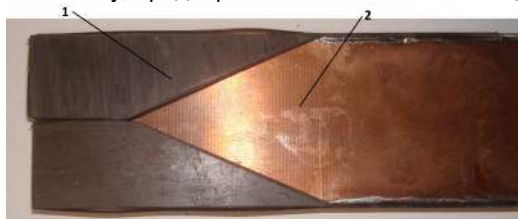


Рис. 1

Форма поглотителя, выполненного в виде «ласточки хвоста», обеспечивает согласование при длинах клиньев, равных, приблизительно, длине

волны в волноводе. Для устранения отражения от короткозамыкателя длина сплошного покрытия равна длине клиньев.

Используя измерительную установку [2] для измерения параметров пассивных элементов на основе ПЛМДВ.

Измерения модуля коэффициента отражения проводились многократно. Результаты измерений приведены в таблице 1.

Таблица 1

f , ГГц	КСВ
8,2	1,14
8,5	1,10
9,0	1,13
9,5	1,12
10,0	1,09
10,5	1,06
11,0	1,10
11,5	1,12
12,0	1,08
12,2	1,04

3. Заключение

Таким образом, проведено экспериментальное исследование согласованной нагрузки на основе плоского металлодиэлектрического волновода.

Минимальное значение КСВ согласованной нагрузки на частоте 12,2 ГГц составило 1,04, а максимальное на частоте 8,2 ГГц — 1,14. Таким образом, разработанная согласованная нагрузка вполне приемлема для применения ее в составе измерительных приборов.

4. Список литературы

- [1] Бугаёв, П. А. Плоский металлодиэлектрический волновод / П. А. Бугаёв, И. Л. Афонин // Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций: матер. докл. VII-ой междунар. молодежной науч.-техн. конф., РТ — 2011, 11 — 15 апр. 2011 г. — Севастополь, 2011. — С. 214.
- [2] Бугаёв, П. А. Анализатор комплексных параметров СВЧ устройств / П. А. Бугаёв, И. Л. Афонин, В.И. Носкович // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева №2(99). — Нижний Новгород : НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2013. — С. 11 — 21.

EXPERIMENTAL STUDY OF MATCHED LOAD BASED ON PLANE METAL-DIELECTRIC WAVEGUIDE

Bugayov P. A.

Scientific adviser: Afonin I. L.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of a practical study of a matched load based on a flat metal-dielectric waveguide are considered. Results of measurements of the SWR of the matched load are given.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОАКСИАЛЬНО-ВОЛНОВОДНОГО ПЕРЕХОДА НА ОСНОВЕ ПЛОСКОГО МЕТАЛЛОДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВОЛНОВОДА

Бугаёв П. А.

Научный руководитель: доктор техн. наук, проф. Афонин И. Л.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: Pasha_ba@mail.ru

Аннотация — Рассматриваются результаты практического исследования коаксиально-волноводного перехода на основе плоского металлодиэлектрического волновода. Приведены результаты измерений КСВ коаксиально-волноводного перехода.

1. Введение

Прогресс радиотехники сопровождается бурным развитием теории и техники СВЧ устройств. Возрастает сложность СВЧ трактов, повышаются требования к электрическим характеристикам и качеству выполнения СВЧ узлов элементов микроволновых трактов. Тракты измерителей основных параметров плоского металлодиэлектрического волновода (ПЛМДВ) [1] и устройств, построенных на его основе, содержат в своем составе такие элементы как: согласованная нагрузка, переход с ПЛМДВ на стандартный волновод или коаксиальную линию, детекторная головка и ряд других.

2. Основная часть

Переходы с одной линии передачи на другую являются очень распространенными узлами СВЧ трактов. Они также называются возбудителями волны заданного типа. При проектировании переходов основное внимание уделяется достижению хорошего согласования входов в полосе частот.

На рис.1 показан разработанный коаксиально-волноводный переход его конструкция и его внешний вид.

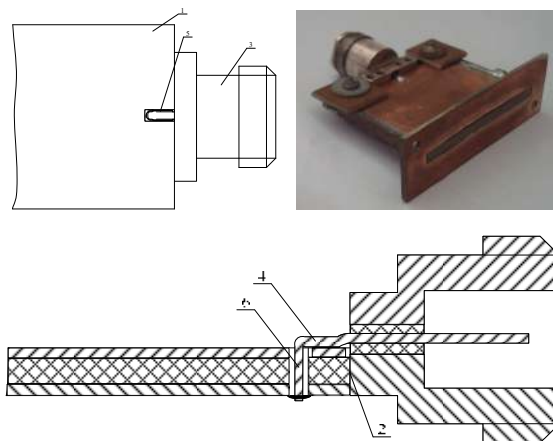


Рис. 1

Отрезок плоского металлодиэлектрического волновода 1, закороченный торцевой стенкой 2, соединен с коаксиальным разъемом 3. Внутренний проводник разъема 4 подсоединен к металлизированной площадке 5, сформированной в центре широкой стенки волновода, и к токопроводящему проводнику 6, проходящему через отверстие в ПЛМДВ к его основанию.

КСВ плавного перехода от металлического прямоугольного сечения к ПЛМДВ зна-

чительно меньше КСВ коаксиально-волноводного перехода.

Используя измерительную установку [2] для измерения параметров пассивных элементов на основе ПЛМДВ.

Измерения модуля коэффициента отражения проводились многократно. Результаты измерений приведены в таблице 1.

Таблица 1

f , ГГц	КСВ
8,2	1,15
8,5	1,18
9,0	1,24
9,5	1,19
10,0	1,20
10,5	1,29
11,0	1,17
11,5	1,27
12,0	1,29
12,2	1,31

3. Заключение

Таким образом, проведено экспериментальное исследование коаксиально-волноводного перехода на основе плоского металлодиэлектрического волновода.

Минимальное значение КСВ коаксиально-волноводного перехода на частоте 8,2 ГГц составило 1,15, а максимальное на частоте 12,2 ГГц — 1,31. Таким образом, разработанный коаксиально-волноводный переход допустимо использовать для возбуждения ПЛМДВ.

4. Список литературы

- [1] Бугаёв, П. А. Плоский металлодиэлектрический волновод / П. А. Бугаёв, И. Л. Афонин // Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций: матер. докл. VII-ой междунар. молодежной науч.-техн. конф., РТ — 2011, 11 — 15 апр. 2011 г. — Севастополь, 2011. — С. 214.
- [2] Бугаёв, П. А. Анализатор комплексных параметров СВЧ устройств / П. А. Бугаёв, И. Л. Афонин, В.И. Носкович // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева №2(99). — Нижний Новгород : НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2013. — С. 11 — 21.

EXPERIMENTAL STUDY OF THE COAXIAL-WAVEGUIDE TRANSITION BASED ON A PLANE METAL-DIELECTRIC WAVEGUIDE

Bugayov P. A.

Scientific adviser: Afonin I. L.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of experimental study of a coaxial-waveguide transition based on a flat metal-dielectric waveguide are considered. The results of measurements of the SWR of the coaxial-waveguide junction are presented.

КОНСТРУКЦИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ АКТИВНОЙ АНТЕННЫ

Широкова Е. И., Евдокимов П. А., Соколова М. И., Широков И. Б., Афонин И. Л.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: shirokova@ieee.org

Аннотация — Предложена конструкция активной приемопередающей антенны. Осуществлено моделирование работы антенны в среде AWR Microwave Office.

1. Введение

Активные антенны улучшают общие характеристики любой радиотехнической системы [1]. Однако использование активной антенны в качестве входного элемента накладывает некоторые ограничения. В основном активная антенна работает в одном режиме, прием или передача. Переключение между этими режимами приводит к сложным коммутациям цепей, а преимущества активного режима антенны теряются. Статья посвящена разработке активной антенны, которая не предполагает переключения между режимами приема и передачи.

2. Конструкция активной антенны

Предлагается конструкция активной приемопередающей, эскиз которой показан на рис. 1.

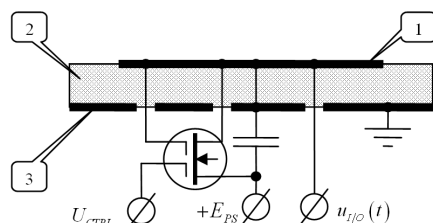


Рис. 1

Активная антенна состоит из микрополоскового излучающего элемента (МИЭ) 1, диэлектрической подложки 2, заземляющей поверхности 3, полевого транзистора, блокировочного конденсатора и разъема ввода-вывода.

Все перечисленные элементы при правильном соединении деталей образуют усилительную систему с положительной обратной связью. Для обеспечения правильной работы усилителя с положительной обратной связью исток и затвор полевого транзистора должны быть соединены с МИЭ через отверстия в заземляющей пластине на определенных расстояниях от центра МИЭ. Такой подход эквивалентен соединению транзистора по схеме индуктивной трехточки или известную как генератор Хартли. Однако генерации сигналов не наступает, что обеспечивается режимом работы полевого транзистора и точками подключения его выводов к МИЭ.

Активная антенна может работать в обоих режимах: прием и передача. Кроме того, такое подключение транзистора открывает хорошую возможность для работы описанной активной антенны в обоих режимах одновременно! Эта функция незаменима для работы системы RFID и позиционирования.

3. Моделирование активной антенны

Моделирование работы активной антенны проводилось в AWR Microwave Office. Для этой цели была создана электромагнитная структура (ЭМС) и схема подключения к ней транзистора. Результаты моделирования показаны на рис. 2.

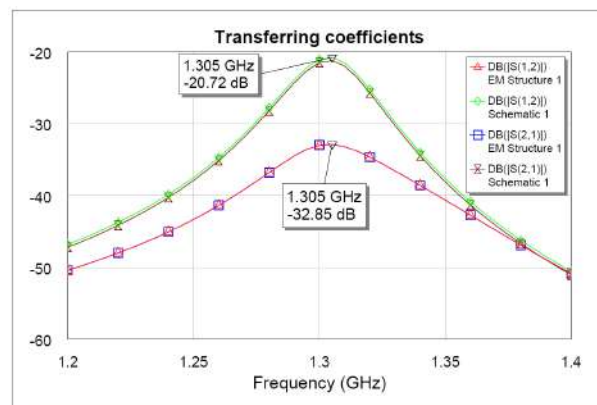


Рис. 2

На этом рисунке показаны обе пары коэффициентов передачи: отдельно для ЭМС (синие квадраты и красные треугольники) и для схемы (зеленые ромбы и коричневые двойные треугольники).

Видно, что эти графики одинаковы, поскольку второй порт воспроизводит характеристики первого: сигнал может передаваться с первого порта на второй и наоборот, т.е. оба порта могут работать в режиме приема и в режиме передачи.

Небольшое снижение усиления (0,5 дБ) происходит в противоположных направлениях. Это вызвано сжатием сигнала, когда тестируемая антенна работает в режиме передачи. Очевидно, что в режиме приема входной сигнал меньше, и сжатие не происходит.

Видно, что для моделируемой активной антенны происходит усиление сигнала на 12 дБ для обоих режимов (в обоих направлениях).

3. Заключение

Таким образом, конструкция и работа активной антенны были описаны. Новый подход предполагает использование в активной антенне усилительного элемента с положительной обратной связью. Использование таких устройств обеспечивает усиление в активной антенне СВЧ сигналов на 12 дБ. Усиление происходит в обоих режимах: передачи и приема. Для смены режимов не требуется сложной коммутации цепей. Антенна работает в обоих режимах без переключения. Простота конструкции, отсутствие переключения сигнала и малое энергопотребление в сочетании с усилением сигнала делает описанную активную антенну полезной для современных систем RFID и позиционирования.

DESIGN AND SIMULATION OF ACTIVE ANTENNA

Shirokova E. I., Evdokimov P. A.,

Shirokov I. B., Afonin I. L.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The design of an active RX-TX antenna is proposed. The simulation of the antenna operation in AWR Microwave Office environment has been carried out.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АКТИВНОЙ АНТЕННЫ

Широкова Е. И., Евдокимов П. А., Соколова М. И., Широков И. Б., Афонин И. Л.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: shirokova@ieee.org

Аннотация — Рассматривается конструкция активной приемопередающей антенны, изготовленной на базе микрополосковой структуры. Проведены измерения усиления антенны в режиме приема и передачи.

1. Введение

В предыдущей работе рассмотрена конструкция активной приемопередающей антенны и проведено ее моделирование работы с использованием пакета программы *AWR Microwave Office*. Статья посвящена разработке, изготовлению и экспериментальному исследованию работы активной антенны, которая не предполагает переключения между режимами приема и передачи.

2. Конструкция активной антенны

Внешний вид разработанной и изготовленной активной приемопередающей антенны показан на рис. 1 (виды с лицевой и задней сторон).

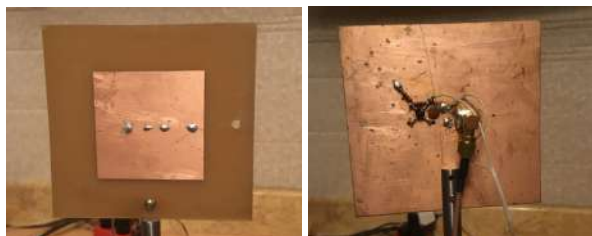


Рис. 1

В качестве усилительного элемента использовался двухзатворный полевой транзистор (ПТ) КП327 российского производства (очень близкий аналог популярного ПТ *BF998*). Первый затвор и источник ПТ были соединены через отверстия с микрополосковым излучающим элементом (МИЭ). МИЭ в центре соединен с экраном. Разъем *SMA* (справа) обеспечивает возбуждение МИЭ. Резистивный делитель использовался для подачи напряжения на второй затвор ПТ. Блокировочный конденсатор подключен к стоку ПТ, туда же подавалось напряжение питания. Источником питания активной антенны было напряжение постоянного тока 12 В (стандартный внешний адаптер).

3. Измерение активной антенны

Проведены измерения дополнительного усиления активной антенны. Использовался стандартный измеритель КСВН и ослабления P2-102.

Измерения активной антенны в режиме приема показаны на рис. 2. На экране измерителя показаны два графика. Первый график (внизу) был сохранен в памяти измерителя, он соответствовал отсутствию питания активной антенны (разъем питания постоянного тока был отключен). Второй график (верхний) показывал нормальную работу активной антенны. Разница в коэффициентах передачи (дополнительное усиление) составила 11 дБ. Этот результат хорошо согласовывался с проведенным ранее моделированием работы активной антенны.

Измерения активной антенны в режиме передачи показаны на рис. 3.



Рис. 2



Рис. 3

Снова два графика показаны на экране измерителя. Дополнительное усиление активной антенны составило 8 дБ. Очевидно, что отклонение измерений в 4 дБ от моделирования было вызвано жесткой компрессией измерительного сигнала полевым транзистором, поскольку уровень мощности на выходе P2-102 составляет около 0 дБм.

4. Заключение

Таким образом, была описана реальная работа активной антенны в режимах приема и передачи. Антенна обеспечивала дополнительное усиление сигнала 11 дБ. Результаты моделирования и измерений хорошо согласованы. При переключении между режимами приема и передачи не требуется никаких коммутаций в силовой и сигнальной цепях. Активная антенна может работать в указанных режимах одновременно!

Простота конструкции, отсутствие переключения сигнала и цепей питания, малое энергопотребление в сочетании с усилением сигнала делают описанную активную антенну незаменимой полезной для современных систем RFID и позиционирования.

EXPERIMENTAL STUDY OF ACTIVE ANTENNA

Shirokova E. I., Evdokimov P. A., Sokolova M. I.

Shirokov I. B., Afonin I. L.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The design of an active RX-TX antenna made on the basis of a microstrip structure was considered. The experimental study of an active RX-TX antenna was described.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ

Азаров А. А., Широкова Е. И., Широков И. Б., Сердюк И. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: azarov@ieee.org

Аннотация — В статье представлен результат моделирования системы беспроводной передачи энергии. В качестве результата показан график зависимости коэффициента передачи от сдвигов электромагнитных структур друг относительно друга по осям X и Y на частотах 200 МГц и 240 МГц.

1. Введение

Системы беспроводной передачи энергии получают всё большее распространение с каждым днём. Существует множество стандартов беспроводной передачи энергии, решающих данную задачу. Данные стандарты применяются для подзарядки устройств с малой ёмкостью аккумулятора. Однако для подзарядки устройств с аккумуляторами повышенной ёмкости требуется система, минимизирующая потери в процессе передачи энергии.

2. Основная часть

В процессе разработки системы беспроводной передачи энергии для подзарядки аккумуляторных батарей, одной из основных задач, являлся выбор физических параметров микрополосковых структур, а также моделирование системы. Система беспроводной передачи энергии представлена в [1]. В статье также представлены физические параметры системы, а также ряд моделирований в пакете прикладных программ AWR Design Environment.

Форма электромагнитной структуры была выбрана квадратная спираль, а физические размеры структур составляли 220x220 мм. В качестве рабочего расстояния для осуществления подзарядки аккумуляторных батарей было выбрано расстояние 10 мм исходя из соображений эффективности процесса передачи энергии. Результат моделирования показан на рис. 1. На рисунке показаны две кривые зависимости коэффициента передачи – прямых потерь (S₂₁) от частоты. Синяя кривая соответствует расстоянию между структурами, равному 10 мм, а розовая соответствует ещё дополнительному офсетному сдвигу в 10 мм. Как видно из графиков, офсетный сдвиг на расстояние 10 мм не значительно влияет на эффективность системы.

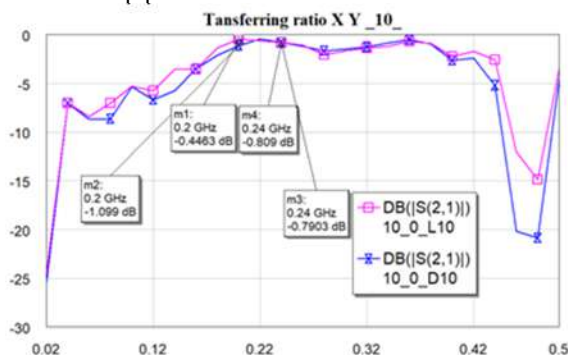


Рис. 1

Из моделирований, показанных в статье, были определены оптимальные с точки зрения коэффициента передачи и относительной простоты достижения частотного значения точки — 200 МГц и 240 МГц.

В качестве подтверждения правильности результатов моделирования, были проведены экспериментальные исследования [2], результаты которых в полной мере соответствовали результатам моделирования. Этот факт соответствует тому, что система моделирования AWR Design Environment показывает достоверные результаты и может применяться в дальнейшем.

По результатам проведённых исследований была построена зависимость значения коэффициента передачи от сдвига для частот 200 МГц и 240 МГц, которая показана на рис. 2.

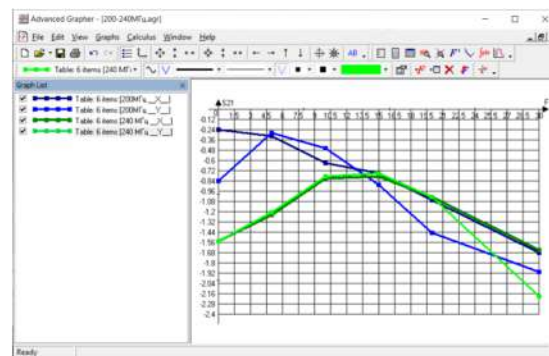


Рис. 2

3. Заключение

По результатам исследований можно сделать вывод, что при максимальном сдвиге в 30 мм по любой из осей потери составляют не более 2 дБ, что является подходящим результатом для применения предложенной системы для подзарядки аккумуляторных батарей устройств повышенной ёмкости.

Работа выполнена при поддержке РФФИ и Севастопольского региона, номер проекта 20-48-920001.

4. Список литературы

- [1] Широкова, Е. И. The System of Wireless Energy Transfer / E. I. Shirokova, I. B. Shirokov, A. A. Azarov // Proc. of the 2019 IEEE Conf. of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus), St. Petersburg and Moscow, Russia, Jan. 28 — 30, 2019. — P. 1060 — 1064.
- [2] Широкова, Е. И. The Study of Operation of the System of Wireless Energy Transfer at Real Conditions / Shirokova E. I., Shirokov I. B., Azarov A. A. /Proc. of the IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus), St. Petersburg and Moscow, Russia, January 27 — 30, 2020. — P. 1306 — 1310.

WIRELESS ENERGY TRANSFER SYSTEM MODELLING

Azarov A. A., Shirokova E. I., Shirokov I. B., Serduk I. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the article, the result of a wireless power transmission system modeling presents. As a result, a graph of the dependence of the transmission coefficient on the shifts of the structures relative to each other along the X and Y axes at frequencies of 200 MHz and 240 MHz is shown.

ДВУХДИАПАЗОННАЯ НЕНАПРАВЛЕННАЯ WI-FI ПАТЧ АНТЕННА

Ткаченко М. О., Головин В. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Головин В. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: Mishko_tkach@mail.ru.

Аннотация — в докладе представлены результаты разработки компактной двухдиапазонной Wi-Fi-антенны с ненаправленным излучением в горизонтальной плоскости и линейной поляризацией поля.

1. Введение

Технология Wi-Fi быстро развивается и реализует все новые беспроводные решения, позволяющие увеличить скорость передачи данных по беспроводному каналу [1]. Развёртывание Wi-Fi-сети относительно немного времени. Именно поэтому технологию Wi-Fi считают перспективной и активно развивают ее. Для организации абонентской точки доступа применяются компактные печатные антенны. В докладе рассматривается один из вариантов построения таких антенн.

2. Основная часть

На рис. 1 представлена структурная схема печатной ненаправленной в горизонтальной плоскости антенны.

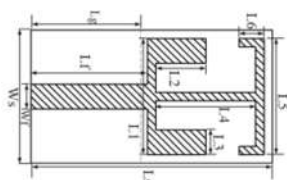


Рис. 1

Антенна выполнена на подложке RO4350B с относительной диэлектрической проницаемостью 3,5. Антенна питается микрополосковой линией с характеристическим импедансом 50 Ом. Излучающий элемент антенны состоит из двух прямоугольных патчей и Т-образного патча. Модель проектируемой антенны в САПР показана на рис. 2.

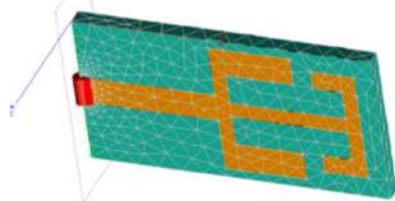


Рис. 2

На рис. 3 показана частотная зависимость коэффициента усиления антенны в полосе 2,4 — 2,5 ГГц. На рис. 4 показана частотная зависимость коэффициента стоячей волны (КСВ) на входе антенны в полосе 2,4 — 2,5 ГГц. Видно, что КСВ не превышает двух.

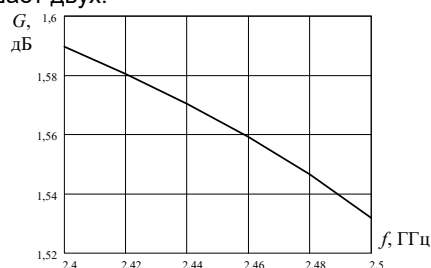


Рис. 3

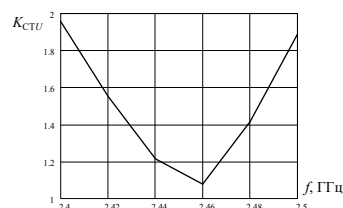


Рис. 4

На рис. 5 показана частотная зависимость коэффициента усиления антенны в полосе 5,15 — 5,35 ГГц. На рис. 6 показана частотная зависимость коэффициента стоячей волны на входе антенны в полосе 5,15 — 5,35 ГГц. Видно, что КСВ не превышает 1,65.

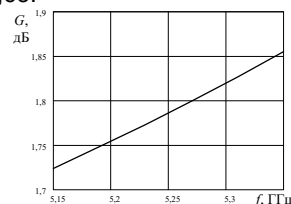


Рис. 5

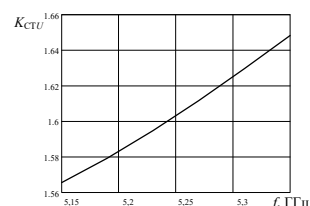


Рис. 6

3. Заключение

В электродинамической САПР разработана и исследована трёхмерная модель печатной двухдиапазонной Wi-Fi антенны с ненаправленным излучением в H-плоскости. Проведено моделирование разработанной антенны в соответствующем САПР. Характеристики разработанной антенны полностью отвечают существующим требованиям.

4. Список литературы

- [1] Головин В. В. Фазированная антенная решетка для сетей 5G / В. В. Головин, М. О. Ткаченко // 15-я Междунар. молодежная научно-техн. конф. «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, РТ — 2019», СевГУ, г. Севастополь, 14 — 18 октября 2019 г. — Севастополь: СевГУ, 2019. — С. 86.

DUAL-BAND NONDIRECTIONAL WI-FI PATCH ANTENNA

Tkachenko M. O., Golovin V. V.

Scientific adviser: Golovin V. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the results of the development of a compact dual-band Wi-Fi antenna with non-directional radiation in the horizontal plane and linear polarization of the field are presented.

ДВУХДИАПАЗОННАЯ НАПРАВЛЕННАЯ WI-FI ПАТЧ АНТЕННА

Ткаченко М. О.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: Mishko_tkach@mail.ru

Аннотация — в докладе представлены результаты разработки компактной двухдиапазонной Wi-Fi-антенны с направленным излучением в горизонтальной плоскости и линейной поляризацией поля для использования в закрытых помещениях.

1. Введение

Сегодня технология Wi-Fi является одной из наиболее массовых технологий беспроводной гражданской связи. Для применения внутри помещений Wi-Fi в рамках допустимой мощности излучения не требует получения разрешения на использование выделенных в стандарте IEEE 802.11 частот. При этом, организация Wi-Fi-сетей в пределах зданий и сооружений относительно проста. Wi-Fi-антенны можно разделить на две категории [1]: антенны для наружного (*outdoor*) и для внутреннего применения (*indoor*). Для организации абонентской точки доступа в помещении применяются компактные печатные антенны. В докладе рассматривается один из вариантов построения таких антенн.

2. Основная часть

На рис. 1 представлена модель направленной печатной антенны с питанием по микрополосковой линии с согласующими шлейфами.

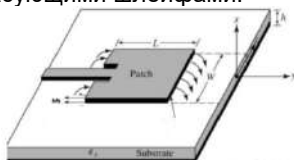


Рис. 1

Антенна выполнена на подложке RO4350B с относительной диэлектрической проницаемостью 3,5. Улучшение частотных свойств антенны реализовано за счет использования двух щелевых шлейфов, включенных непосредственно в печатную структуру антенны — длинноволновый и коротковолновый шлейфы. Модель проектируемой антенны в САПР показана на рис. 2.

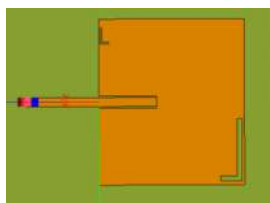


Рис. 2

На рис. 3 показана частотная зависимость коэффициента усиления антенны в полосе 2,4 — 2,5 ГГц. На рис. 4 показана частотная зависимость коэффициента стоячей волны (КСВ) на входе антенны в полосе 2,4 — 2,5 ГГц. Видно, что значение КСВ не превышает двух.

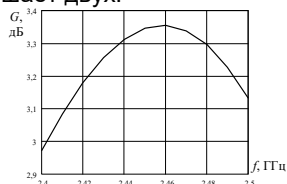


Рис. 3

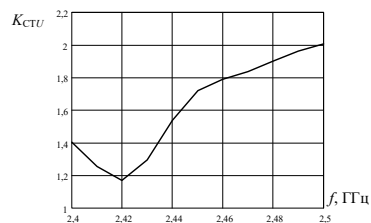


Рис. 4

На рис. 5 показана частотная зависимость коэффициента усиления антенны в полосе 5,15 — 5,35 ГГц. На рис. 6 показана частотная зависимость коэффициента стоячей волны на входе антенны в полосе 5,15 — 5,35 ГГц. Видно, что значение КСВ не превышает 1,9.

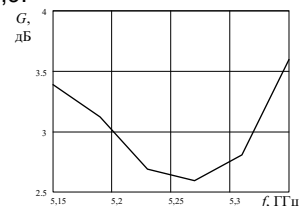


Рис. 5

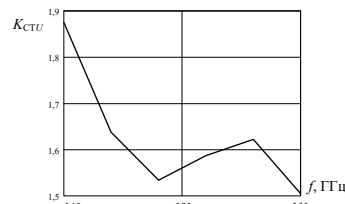


Рис. 6

3. Заключение

В электродинамической САПР разработана и исследована трёхмерная модель печатной двухдиапазонной Wi-Fi антенны с направленным излучением в H-плоскости. Проведено моделирование разработанной антенны в соответствующем САПР. Характеристики разработанной антенны полностью отвечают существующим требованиям.

4. Список литературы

- [1] Головин В. В. Фазированная антенная решетка для сетей 5G / В. В. Головин, М. О. Ткаченко // 15-я Междунар. молодежная научно-техн. конф. «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, РТ – 2019», СевГУ, г. Севастополь, 14 — 18 октября 2019 г. — Севастополь: СевГУ, 2019. — С. 86.
- [2] Антенны для Wi-Fi-устройств [Электронный ресурс] / Компьютер пресс. — Режим доступа: <https://compress.ru/article.aspx?id=17784>.

DUAL-BAND DIRECTIONAL WI-FI PATCH ANTENNA

Tkachenko M. O.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the report, the results of the development of a compact dual-band Wi-Fi antenna with directional radiation in the horizontal plane and linear field polarization for indoor use are presented.

РЕЖИМЫ РАБОТЫ НЕНАПРАВЛЕННОЙ СПИРАЛЬНОЙ АНТЕННЫ КРУГОВОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ ДЛЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

Савинов В. В., Симонов И. А., Головин В. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Головин В. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: lastmoment3000@gmail.com

Аннотация — Исследована возможность управления лучом диаграммы направленности в режиме ненаправленного излучения в азимутальной плоскости для улучшения распределения сигнала в зоне покрытия при различных рельефах трассы.

1. Введение

Для организации зоны покрытия *Wi-Fi* сети важна, как её структура, так и используемое оборудование, в том числе — антенные системы базовых станций. Существует достаточно большая номенклатура таких антенн, однако важно разрабатывать и исследовать новые антенные системы, которые способны повысить эффективность распределения энергии в пределах зон покрытия, когда на пути распространения могут встречаться препятствия с различными характеристиками проводимости, плотности и т.п. В этом случае представляет интерес применение ненаправленной в азимутальной плоскости антенны с круговой диаграммой направленности и склонением максимума излучения вниз от линии горизонта.

2. Основная часть

В ряде случаев для организации зоны покрытия в сети *Wi-Fi* требуются антенные системы базовых станций с ненаправленной формой диаграммы направленности (ДН) в горизонтальной плоскости. При этом желательно обеспечить небольшое отклонение луча ДН в сторону земли. Для этих целей авторами доклада была разработана модифицированная четырехзаходная спиральная антенна (4НЦСА) [1]. В ней при изменении количества витков, начального и конечного углов намотки витков спирали, а также периметра образующего цилиндра (рис. 1) формируется режим ненаправленного излучения с различным отклонением луча, что указано в таблице 1. [1]

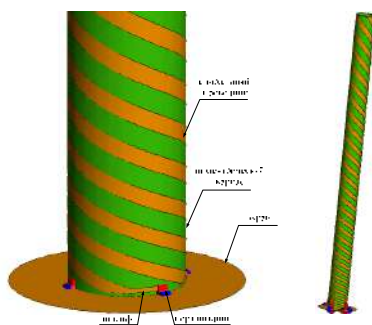


Рис. 1

Таблица 1

	Вверх 5°—10°	Вниз 5°—10°
Кол-во витков, n	7	7
Начальный угол $\beta_0, ^\circ$	13	20
Конечный угол $\beta_{max}, ^\circ$	23	21
Радиус образующего цилиндра a , см	1,49	1,44

На рис. 2 представлены нормированные ДН и поляризационные характеристики 4НЦСА в режиме ненаправленного излучения с отклонением луча ДН вверх на частоте 2,45 ГГц.

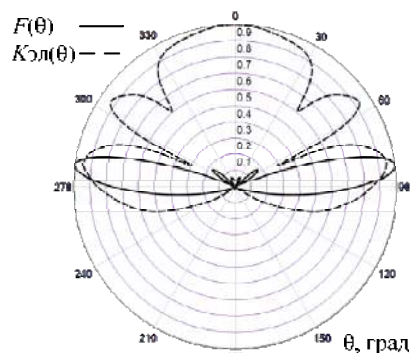


Рис. 2

На рис. 3 представлены нормированные ДН и поляризационные характеристики 4НЦСА в режиме ненаправленного излучения с отклонением луча ДН вниз на частоте 2,45 ГГц.

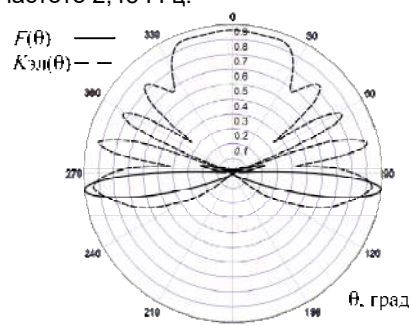


Рис. 3

3. Заключение

Выявлено, что в режиме ненаправленного излучения за счёт изменения геометрических параметров антенны наблюдается управление лучом ДН.

4. Список литературы

- [1] Савинов, В. В. Исследование режимов работы четырехзаходной нерегулярной цилиндрической спиральной антенны / В. В. Савинов, И. А. Симонов, В. В. Головин // Современные проблемы в радиоэлектронике и телекоммуникаций, РТ-2017 : матер. XIII-й молодежной науч.-техн. конф., Севастопольский гос. ун-т; под ред. А. А. Савочкина, 20—24 нояб. 2017 года. — Севастополь, 2017. — С. 128.

OPERATING MODES OF UNIDIRECTIONAL CIRCULAR POLARIZATION SPIRAL ANTENNA FOR TELECOMMUNICATION NETWORKS

Savinov V. V., Simonov I. A., Golovin V. V.

Scientific adviser: Golovin V. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The possibility of controlling the beam of the radiation pattern in the mode of non-directional radiation in the azimuthal plane to improve the signal distribution in the coverage area for different terrain of the route is investigated.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОЛЯ ИЗЛУЧЕНИЯ АНТЕНН ЛИНЕЙНОЙ И КРУГОВОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ В ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ WI-FI

Савинов В. В., Симонов И. А., Головин В. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Головин В. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: lastmoment3000@gmail.com

Аннотация — В докладе представлены результаты исследования распространения Wi-Fi сигналов линейной и круговой поляризации на трассе с препятствием.

1. Введение

Сегодня значительное внимание уделяется вопросам оптимальной организации структуры сетей. При этом крайне важно подобрать для базовых станций такие антенные системы, которые обеспечат наиболее равномерное распределение энергии в пределах зон покрытия, несмотря на особенности их рельефа и наличие различных объектов, препятствующих распространению электромагнитных волн в рабочих диапазонах частот. Важно проведение сравнительных исследований распространения электромагнитных волн на трассах в пределах различных зон покрытия при использовании тех или иных антенных систем.

2. Основная часть

Главными условиями для создания беспроводного канала на большие расстояния являются прямая видимость между точками установки оборудования и наличие помех в Зоне Френеля.

При наличии преград на пути распространения Wi-Fi сигнала происходит его полное или частичное отражение или поглощение. Это зависит от материала преграды, её структуры, наличия неровностей на поверхности и частоты Wi-Fi.

При этом общее распределение поля в зоне покрытия будет определяться не только формой ДН антенны базовой станции, но и поляризационной структурой поля излучения антенны.

Представляет практический интерес сравнить распределения полей в зоне покрытия, создаваемые разработанной авторами доклада нерегулярной многозаходной спиральной антенной (Н4ЦСА) [1] и антенной с линейной поляризацией излучения (Решетка), для которой в САПР разработана модель линейной эквидистантной антенной решетки печатных излучателей. На рис. 1 показаны нормированные ДН Н4ЦСА и Решетки в угломерной плоскости.

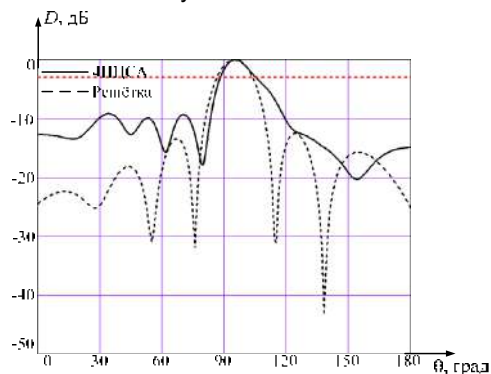


Рис. 1

На рис. 2 — распределение сигнала с преградой на трассе в виде металла.

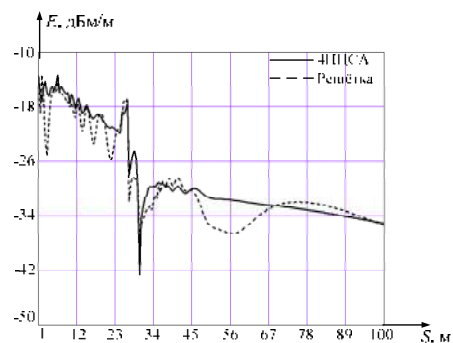


Рис. 2

На рис. 3 — распределение сигнала с преградой на трассе в виде диэлектрика.

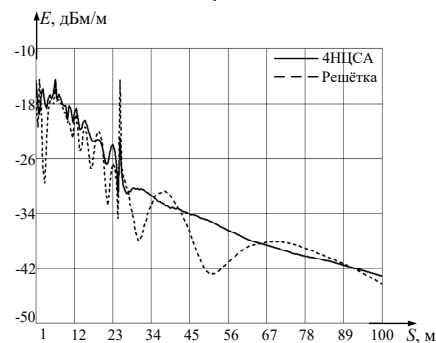


Рис. 3

3. Заключение

Исследовано прохождение сигналов круговой поляризации через помехи на пути распространения сигнала в сравнение с сигналами линейной поляризации.

4. Список литературы

- [1] Савинов, В. В. Нерегулярная многозаходная цилиндрическая спиральная антенна для телекоммуникационных систем / В. В. Савинов, И. А. Симонов, В. В. Головин // Современные проблемы в радиоэлектронике и телекоммуникации, РТ-2018: матер. XIV-й молодежной науч.-техн. конф., Севастопольский гос. ун-т; Под редакцией А. А. Савочкина, 22—26 окт. 2018 года. — Севастополь, 2018. — С. 105.

STUDY OF THE PROPAGATION OF ANTENNAS RADIATION FIELD WITH LINEAR AND CIRCULAR POLARIZATIONS IN THE WI-FI FREQUENCY RANGE

Savinov V. V., Simonov I. A., Golovin V. V.

Scientific adviser: Golovin V. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the results of the investigation of the distribution of Wi-Fi signals of linear and circular polarization on the route with barrier are presented.

СТУПЕНЧАТЫЙ РУПОРНЫЙ ОБЛУЧАТЕЛЬ ДЛЯ ПРЯМОФОКУСНОЙ ПАРАБОЛИЧЕСКОЙ АНТЕННЫ

Сорочинский Г. Г., Тыщук Ю. Н.

Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: gendos_008@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен ступенчатый рупорный облучатель, а так же показана его модель, размеры и результаты расчета диаграммы направленности.

1. Введение

На сегодняшний день существует множество облучателей для зеркальных антенн, которые имеют различные диапазоны, характеристики и размеры, а также свои достоинства и недостатки.

2. Основная часть

В качестве облучателей могут применяться различные слабонаправленные антенны, такие как: вибраторы с плоским или линейным пассивным рефлектором, двухщелевые и волноводные облучатели, пирамидальные и конические рупоры а также спиральные антенны.

Наиболее часто применяемые виды облучателей зеркальных антенн представлены на рис. 1.

Для того, чтобы получить круговую поляризацию, наиболее целесообразным представляется использование волноводных или рупорных антенн.

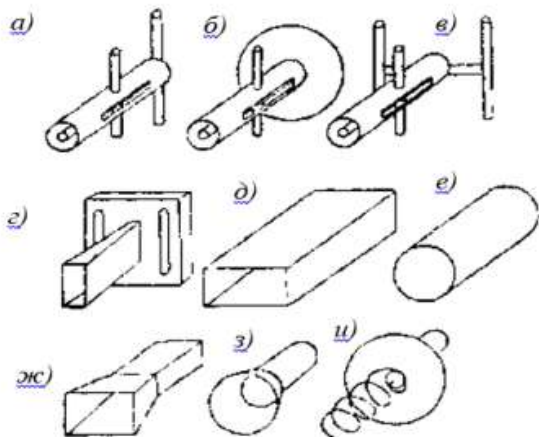


Рис. 1

Исходя из указанных выше типов облучателей, был выбран конический рупорный облучатель, а именно разработка ступенчатого рупорного облучателя, поскольку необходимо получить узкую диаграмму направленности, а также минимальный уровень паразитной поляризации параболоида вращения.

Выбранный рупорный облучатель обладает следующими размерами: $D = 71$ мм; $H = 51$ мм;

$D1 = 51$ мм; $D6 = 33$ мм; $Hc2 = 13$ мм;
 $D2 = 45$ мм; $D7 = 31$ мм; $Hc3 = 19$ мм;
 $D3 = 44$ мм; $D8 = 17$ мм; $Hk1 = 5$ мм;
 $D4 = 39$ мм; $D9 = 10$ мм; $Hk2 = 5$ мм;
 $D5 = 37$ мм; $Hc1 = 6$ мм; $Hk3 = 5$ мм.

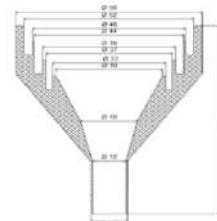


Рис. 2

Используя указанные размеры ступенчатого рупорного облучателя, был спроектирован облучатель, который представлен на рисунке ниже.

Далее будут представлены результаты расчета рупорного облучателя в диапазоне частот от 10,7 до 12,75 Гигагерц.

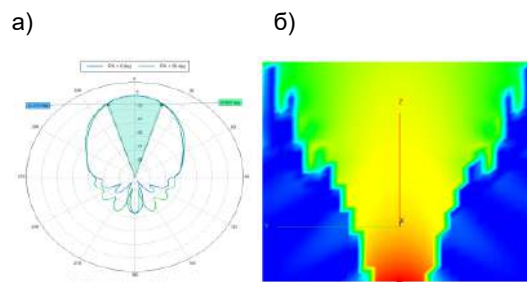


Рис. 3

3. Заключение

Исходя из изложенной в данной статье информации, следует вывод, о том, что указанный ступенчатый рупорный облучатель имеет все необходимые показатели для использования в качестве облучателя для прямофокусной параболической антенны.

4. Список литературы

- [1] Спутниковая антенна [Электронный ресурс] / Canalsat. — Режим доступа: <http://canalsat.ru/product/sputnikovaya-antenna-triax-td88>.
- [2] Облучатель для офсетных антенн [Электронный ресурс] / Антенн сервис. — Режим доступа: <http://www.antennservice.ru/c-ku-diapazon/obluchatel-sl-cr-ku-dlya-ofsetnyh-antenn>.
- [3] Лавров, А. С. Антенно-фидерные устройства: учеб. пособ. для вузов / А. С. Лавров, Г. Б. Резников. — М. : Сов. радио, 1972. — 368 с.

STEPHEAD HORN IRRADIATOR FOR AXIAL-SYMMETRIC PARABOLIC ANTENNA

Sorochinskij G. G., Tyshchuk Yu. N.

Scientific adviser: Tyshchuk Yu. N

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A stepped horn irradiator is considered; its model, dimensions and results of calculation of the directional diagram are shown.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ВОЛНОВОДНО-ЩЕЛЕВОЙ АНТЕННЫ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА HFSS

Павловская А. А., Онищенко И. Д., Паслён В. В.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Паслён В. В.
 Донецкий национальный технический университет, ДНР
 E-mail: elka.15310@gmail.com

Аннотация — Рассмотрено устройство волноводно-щелевых антенн, принципы работы, а также проведен расчет антенны с одной и двумя щелями. Выполнено сравнение полученных результатов.

1. Введение

Щелевые антенны — один из типов антенн, наиболее часто применяемых на летательных аппаратах (ЛА) в диапазоне ультракоротких волн. В основном применяются прямолинейные (полуволновые) и кольцевые щели, но иногда используются щели другой формы: крестообразные, уголкового, U-образные и др. Место установки щелевых антенн на корпусе ЛА и число антенн, которые входят в антенную систему зависит от требуемых показателей. [1]

Простейшая щелевая антенна представляет собой прорезанное в большом металлическом экране узкое прямоугольное отверстие длиной примерно равной половине длины волны. В технике СВЧ в качестве излучающих элементов применяются щели, прорезанные в волноводах, но могут использоваться также щели в металлических пластинах или фольге, возбуждаемые самым разнообразным образом с помощью полосковых линий. При подключении источника высокой частоты между узкими краями щели, расположенными противоположно, в ней возбуждаются стоячие волны. [2]

2. Основная часть

Нами подтверждены расчеты параметров волноводно-щелевой антенны методом компьютерного 3D моделирования, которые доказывают теорию сужения диаграммы направленности щелевой антенны с увеличением количества щелей.

Для приведенных исследований были установлены следующие параметры: длина волны $\lambda = 3$ см; внутренние размеры волновода: широкая стенка волновода $a = 25,91$ мм; узкая стенка волновода $b = 12,95$ мм, длина волновода — 37,904 мм; ширина щели — 2,4 мм; резонансная длина щели — 10,352 мм (резонансная длина щели зависит от смещения ее относительно середины широкой стенки волновода).

В результате исследования были получены: диаграммы направленности антенны с одной и двумя щелями. Моделирование волноводно-щелевой антенны проводилось в программном продукте Ansoft HFSS 13.0. [3]

Данную программу используют, преимущественно, инженерно-технические работники, студенты и аспиранты, занимающиеся проектированием устройств сверх высоких частот.

Результаты проектирования волноводно-щелевой антенны представлены на рис. 1, 2, 3.

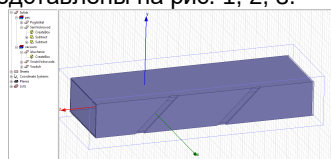


Рис.1

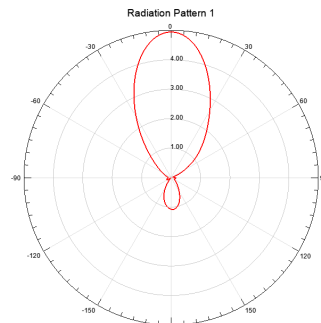


Рис.2

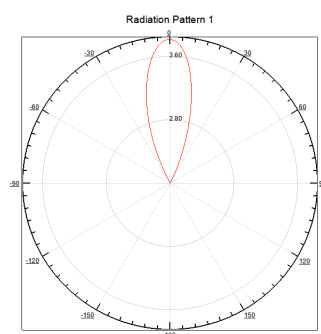


Рис.3

3. Заключение

Исходя из проведенного исследования нами были получены диаграммы направленности волноводно-щелевой фазированной антенной решетки. Можно сделать вывод, что при увеличении числа щелей антенны диаграмма направленности сужается, а коэффициент усиления увеличивается. Следовательно, увеличение числа щелей в волноводно-щелевой фазированной антенной решетке приводит к положительному результату и улучшению параметров антенны.

4. Список литературы

- [1] Бекетов, В. И. Антенны сверхвысоких частот : учеб. для техникумов связи / В. И. Бекетов. — М. : Связь, 1957. — 119 с.
- [2] Марков, Г. Т. Антенны / Г. Т. Марков, Д. М. Сазонов. — М. : Энергия, 1975. — 528 с.
- [3] Курушин, А. А. Решение оптических и СВЧ задач с помощью HFSS / А. А. Курушин, Э. М. Гутцайт. — М. : Оркада, 2012. — 244 с.

DESIGN AND CALCULATION OF THE WAVEGUIDE SLIT ANTENNA USING HFSS SOFTWARE

Pavlovskaya A. A. Onishchenko I. D., Paslyon V. V.
 Scientific adviser: Paslyon V. V.
 Donetsk National Technical University, DPR

Abstract — The design of the waveguide-slot antennas and its principles of operation are considered. The calculation of an antenna with one and two slots is done. Comparison of the obtained results is performed.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ КОНУСНОГО ОБЛУЧАТЕЛЯ НА ДИАГРАММУ НАПРАВЛЕННОСТИ ЗЕРКАЛЬНОЙ АНТЕННЫ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА FEKO

Онищенко И. Д., Павловская А. А., Паслён В. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Паслён В.В.

Донецкий национальный технический университет, ДНУ

E-mail: football1998@qwerty@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен метод компьютерного моделирования теории, описывающей связь диаграммы направленности зеркальной антенны с положением облучателя относительно зеркала, а также установлен компьютерным моделированием факт, что если облучатель находится в фокусе, то КУ антенны максимален, а ширина диаграммы направленности минимальна.

1. Введение

Зеркальные антенны относятся к наиболее распространенным типам направленных антенн в сантиметровом диапазоне волн. Такое широкое использование зеркальных антенн объясняется их свойствами: высоким коэффициентом усиления (КУ), а, следовательно, высоким коэффициентом полезного действия (КПД), малой шумовой температурой, а также получением почти любого типа диаграммы направленности и простотой конструкции антенной системы. Зеркальные антенны используются в радиорелейной связи, спутниковом телевидении и т.д. Главное свойство зеркальной антенны состоит в том, что лучи, выходящие из фокуса и отраженные от зеркала по законам геометрической оптики, оказываются параллельными друг другу и оптической оси. Типовыми представителями зеркальных антенн являются параболические антенны, которые могут выполняться в виде параболоида вращения, параболического цилиндра усеченного параболоида. Параболоид вращения возбуждается слабонаправленным облучателем, помещенным в фокусе. Параболическая антенна состоит из следующих основных элементов: металлического зеркала, облучателя, устройств защиты от атмосферных осадков и механизма вращения.

Статья посвящена подтверждению методом компьютерного моделирования теории, описывающей связь диаграммы направленности зеркальной антенны с положением облучателя относительно зеркала, а также установить компьютерным моделированием факт, что если облучатель находится в фокусе, то КУ антенны максимален, а ширина диаграммы направленности минимальна. А также программно проведено геометрическое преобразование параболической антенны с целью уменьшения бокового и заднего излучения.

2. Основная часть

Исследование проводилось с однозеркальной антенной, выполненной в виде параболоида вращения с облучателем в виде конусного рупора. Заданы параметры: длина волны $\lambda = 3$ см, ширина главного лепестка по уровню (-3дБ) $\varphi_{0,707} = 4,5^\circ$. В результате расчета были получены: радиус раскрытия зеркала $R_0 = 11,25$ см, фокусное расстояние зеркала $f = 13,2$ см, радиус раскрытия конического рупора $r_0 = 1,845$ см, длина конического

рупора $h_{\text{опт}} = 1,441$ см. В качестве питающего волновода был выбран круглый волновод с радиусом равным: $R_v = 1$ см. Моделирование зеркальной антенны было проведено в программном продукте HyperWorks FEKO 7.0.

В ходе исследования конусный облучатель смещался вдоль фокальной оси. При смещении конусного облучателя вдоль фокальной происходит смещение фазового центра рупора из фокуса зеркала. Было установлено, что это отражается на уменьшении КУ, и расширении главного лепестка диаграммы направленности. С целью уменьшения бокового и заднего излучения было проведено геометрическое преобразование параболической антенны, выполненное в виде добавления бокового фланца с размерами кратными длине волны.

3. Заключение

Из проведенного исследования можно сделать вывод, чтобы коэффициент усиления зеркальной антенны максимален, когда конусный облучатель находится на высоте равной фокусному расстоянию от плоскости раскрытия зеркала. Фокус согласно расчетным соотношениям находится на высоте $f = 13,2$ см. Данное утверждение истинно, так как при этом наблюдается максимальный коэффициент усиления (175 ед.) и ширина главного лепестка диаграммы направленности по уровню (-3дБ) имеет минимальное значение $4,5^\circ$. Установлено, что добавление бокового фланца к параболической антенне приводит к уменьшению бокового и заднего излучения и его длина должна быть соизмерима с размерами антенны и кратна длине волны.

4. Список литературы

- [1] Чернышев В.П. Антенно-фидерные устройства радиосвязи и радиовещания: Учебник для техникумов связи. — М., «Связь»..
- [2] Калашников А.М., Степук Я.В. Колебательные системы. — М.: Воениздат.

STUDY OF INFLUENCE OF CONE IRRADIATOR POSITION ON RADIATION PATTERN OF MIRROR ANTENNA USING FEKO SOFTWARE PRODUCT

Onishchenko I. D., Pavlovskaya A. A., Paslyon V. V.

Scientific adviser: Paslyon V. V.

Donetsk National Technical University, DPR

Abstract — A method of computer simulation of the theory describing the relationship between the directional pattern of a reflector antenna and the position of the feed relative to the mirror is considered, and the fact is established by computer simulation that if the feed is in focus, then the antenna gain is maximum, and the width of the radiation pattern is minimum.

РАЗРАБОТКА АНТЕННЫ GSM ДЛЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО БУЯ

Кожемякин В. С., Тыщук Ю. Н.

Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: valdemar_kozhemyakin@list.ru

Аннотация — В работе разработана и промоделирована GSM антенна типа «клевер» с четырьмя лепестками, которая может использоваться в составе измерительного бую.

1. Введение

Изучение крупномасштабной циркуляции вод Чёрного моря выполнялось в течение длительного времени. Тем не менее, продолжает оставаться актуальной задача исследования характеристик течений в прибрежных зонах, в том числе в проливах.

Экономическая и рекреационная значимость, экологическое состояние прибрежных зон, усиливающийся антропогенный пресс обуславливают необходимость уточнения представлений о локальных системах течений и подтверждения адекватности результатов численного моделирования динамики вод с привлечением массивов экспериментальных данных.

Для измерения параметров течений используют разные методы и технические средства. Среди них активно применяются системы на основе автономных дрейфующих буёв, которые позволяют с помощью прямых инструментальных измерений определять скорость и направление потоков поверхностных вод.

2. Основная часть

Структура системы, включающей прибрежные дрейфующие буи, представлена на (рис. 1).

В состав системы входят:

- поверхностные дрейфующие буи (ДБ);
- основная приемная станция (ОПС);
- дополнительная приемная станция (ДПС);
- оператор сотовой связи GSM.



Рис. 1

По причинам высокой степени подвижности измерительного бую идеальным вариантом излучателя является изотропная антенна с круговой поляризацией, но по физическим соображениям невозможности создание идеального изотропного вибратора, достаточным условием будет антенна с всенаправленной диаграммой направленности в горизонтальной плоскости, аналогичной диполю.

В качестве излучателя измерительного бую была выбрана антенна с круговой поляризацией типа «клевер».

На рис. 2 представлена модель антенны типа «клевер» с четырьмя лепестками.

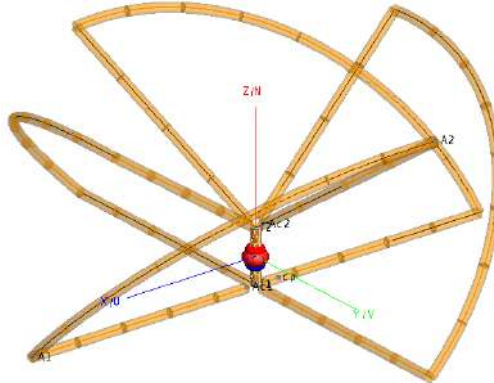


Рис. 2

Антенна содержит от трёх до пяти излучающих элементов, выполненных из медной проволоки, диаметром 1,5 мм.

Длина лучей равняется $\lambda/4$, а дуги $\lambda/2$, тем самым полная длина элементов лепестка равняется длине волны λ . Расстояние от точки питания до каждой точки дуги равняется $\lambda/4$.

Обмен данными будет осуществляться с помощью GSM сигналов на частотах 1710—1880 МГц.

3. Заключение

В результате измерений были получены следующие характеристики антенны:

- коэффициент эллиптичности не менее 0,9;
- диапазон рабочих частот 1710—1880 МГц;
- входное сопротивление 50 Ом;
- коэффициент стоячей волны на входе антенны не более 1,5;
- ширина диаграммы направленности в азимутальной плоскости — 360°;
- ширина диаграммы направленности по углу местности — не менее 90°.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и г. Севастополя в рамках научного проекта № 20-47-920005.

4. Список литературы

- [1] Автоматизация научных исследований морей и океанов / Е.Г. Лунев [и др.] // Морской гидрофизический журнал. — 2010. — № 5. — С. 52 — 64.
- [2] Устройства СВЧ и антенны / Д. И. Воскресенский, В. Л. Гостюхин, В. М. Максимов, Л. И. Пономарев ; под ред. Д. И. Воскресенского. — М. : Радиотехника, 2008. — 384 с.

GSM ANTENNA DESIGN FOR MEASURING BUOY

Kozhemyakin V. S. Tyschuk Y. N.

Scientific adviser: Tyschuk Y. N.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the work, a GSM antenna of the clover type with four lobes was designed and modeled, which can be used as part of a measuring buoy.

РАЗРАБОТКА ПЕЧАТНОЙ WI-FI АНТЕННЫ

Кожемякин В. С., Тыщук Ю. Н.

Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: valdemar_kozhemyakin@list.ru

Аннотация — Разработана и промоделирована антенна, работающая в Wi-Fi диапазоне частот 2,401—2,482 ГГц, с круговой поляризацией.

1. Введение

Печатные щелевые антенны хорошо зарекомендовали себя благодаря своим широкополосным свойствам, а также малым габаритам и простотой изготовления. Не считая фрактальных структур, печатные антенны могут быть вибраторными, щелевыми, плоскими двумерными структурами. Последние представляют собой печатный излучатель в виде квадратной (прямоугольной) или круглой (эллиптической) пластины расположенной над слоем диэлектрика с металлическим экраном, другими словами изготовленные на базе двусторонней печатной платы.

Они находят широкое применение в беспроводных сетях, таких как Wi-Fi, Wi-MAX и т.д. Особенностью щелевых печатных антенн является излучение в двух направлениях. Однако, для решения ряда технических задач необходимо излучение круговой поляризации в одной полуплоскости.

Примеры печатных антенн с круговой поляризацией представлены в следующих книгах [1, 2].

2. Основная часть

Модель разрабатываемой печатной антенны представлена на рис. 1.

Излучатель печатной антенны представляет собой плоский диск с четырьмя узкими щелями, которые расположены по краям излучателя и которые снижают резонансную частоту режима, доминирующего TM₁₁.

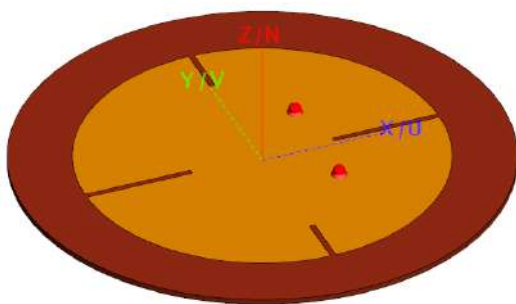


Рис. 1

Центральная рабочая частота антенны уменьшается с увеличением длины щели. Центральная частота уменьшается приблизительно на 71% по сравнению с доминирующей резонансной частотой (2576 МГц) для простого кругового сегмента без щелей. Это означает, что конструкция антенны с круговой поляризацией может достигать 50% уменьшения размера антенны по сравнению с обычными конструкциями печатной антенны при фиксированной рабочей частоте. Следует отметить, что для дости-

жения излучения с круговой поляризацией коэффициент эллиптичности быстро уменьшается с увеличением длины щели, а ширина диапазона частот антенны с круговой поляризацией также уменьшается с увеличением длины щели.

На рис. 2 изображена диаграмма направленности печатной антенны на частоте 2,43 ГГц.

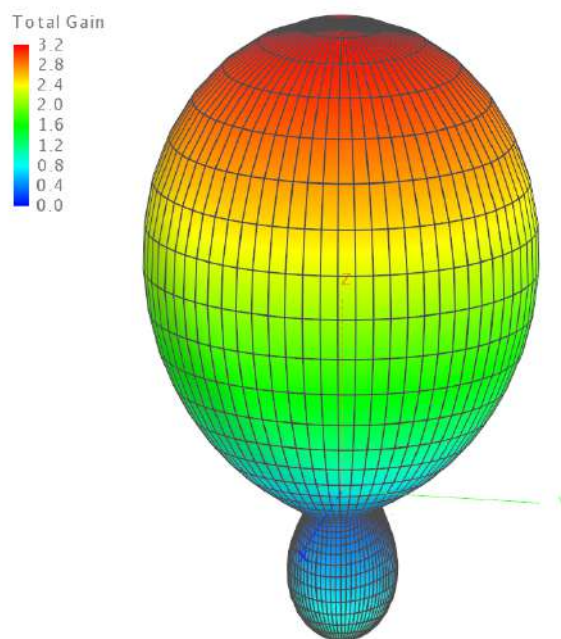


Рис. 2

3. Заключение

В ходе разработки печатной щелевой антенны с круговой поляризацией, было выполнено построение и моделирование антенны в программе FEKO Student Edition.

4. Список литературы

- [1] Kin-Lu Wong, Compact and Broadband Microstrip Antennas / Kin-Lu Wong // Copyright by John Wiley & Sons, Inc., New York, March 2004. — P. 312—318.
- [2] Устройства СВЧ и антенны / Д. И. Воскресенский, В. Л. Гостюхин, В. М. Максимов, Л. И. Пономарев ; под ред. Д. И. Воскресенского. — М. : Радиотехника, 2008. — 384 с.

DESIGN OF PRINTED WI-FI ANTENNA

Kozhemyakin V. S. Tyschuk Y. N.

Scientific adviser: Tyschuk Y. N.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — An antenna operating in the Wi-Fi frequency range of 2.401-2.482 GHz with circular polarization has been designed and modeled.

ШИРОКОПОЛОСНАЯ МИКРОПОЛОСКОВАЯ АНТЕННА С КРУГОВОЙ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ ПОЛЯ ИЗЛУЧЕНИЯ

Тыщук Ю. Н., Сыпалова А. С., Кривобок Л. С.

Научный руководитель: ст. преподаватель Тыщук Ю. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: anastasiyasergeevna98@gmail.com

Аннотация — Разработана широкополосная микрополосковая антенна с круговой поляризацией поля излучения на основе многослойной микрополосковой щелевой структуры. Разработано согласующее устройство для согласования входного сопротивления антенны с питающей линией. Приведены результаты расчета характеристик излучения антенны.

1. Введение

Развитие техники в области телекоммуникаций имеет тенденцию к уменьшению размеров и увеличению функциональности. Все меньшее пространство выделяется для размещения антенн, соизмеримых с длиной волны, внутри устройства. Следовательно, уменьшение размеров антенн и при этом антенны должны обладать большими свойствами: работать в многодиапазонном режиме и иметь достаточную полосу рабочих частот. Микрополосковые антенны находят широкое применение в сфере телекоммуникационных систем, но ее недостатком является узкополосность, поэтому целью является добиться широкого диапазона рабочих частот.

2. Основная часть

Известно много методов уменьшения размеров микрополосковых антенн при заданной рабочей частоте. Для разработки данной антенны был выбран многослойный метод и метод щелевой структуры. С использованием подходящих щелей в излучателе можно получить компактную микрополосковую антенну [1]. Способом получения круговой поляризации был выбран, метод применяемый на практике для большинства конструкций МПА с полем круговой поляризации. Поле круговой поляризации создает одиночный элемент излучателя, возбуждение производится в одной точке, выбранной таким образом, чтобы амплитуды возбуждаемых полей были одинаковыми, а вырождение устраняется внесением незначительной асимметрии в конструкцию антенны [2]. Один из подходов увеличения широкополосности без усложнения конструкции антенны заключается в применении более толстых подложек при умеренных значениях диэлектрической проницаемости материала. Так же расширения рабочей полосы часто можно достичь модификацией формы излучающего элемента.

На рис. 1 представлена геометрия модели широкополосной микрополосковой антенны с наклонной нелинейной щелью, для увеличения полосы пропускания. При $L > W$, как показано на рис. 1, антенна будет излучать правостороннюю круговую поляризацию.

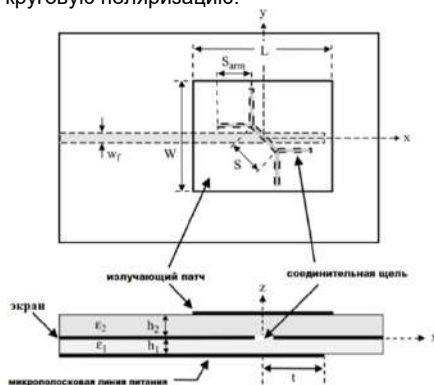


Рис. 1

Построение и расчет антенны производился в САПР Feko. Внешний вид антенны и диэлектрическая подложка с щелью изображены на рис. 2.

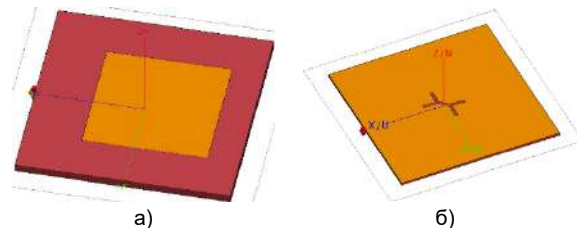


Рис. 2

Разрабатываемая антенна во всём диапазоне частот формирует устойчивую диаграмму направленности с шириной, изменяющейся в пределах от 56° (на частоте 2400 МГц) до 59° (на частоте 1700 МГц).

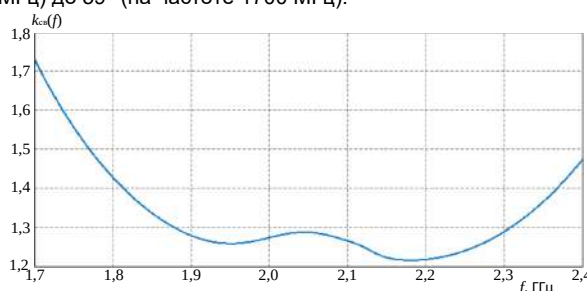


Рис. 3

Во всём рабочем диапазоне частот антенна хорошо согласована — коэффициент стоячей волны не поднимается выше значения 1,7, осевой коэффициент эллиптичности поля излучения антенны не опускается ниже 0,9. Проведено моделирование согласующего устройства, обеспечивающее согласование антенны с питающей линией.

3. Заключение

Таким образом разработана широкополосная микрополосковая антенна с круговой поляризацией поля излучения на основе многослойной микрополосковой щелевой структуры.

Рассмотрены методы увеличения широкополосности и получения круговой поляризации.

Разработанная антенна работает в нескольких системах одновременно: GSM, GPS, Wi-Fi и т.д.

4. Список литературы

- [1] Виноградов, А. Ю. Устройства СВЧ и малогабаритные антенны : учеб. пособ. для вузов / А. Ю. Виноградов, Р. В. Кабетов, А. М. Сомов / под ред. А. М. Сомова. — М. : Горячая линия — Телеком, 2012. — 440 с.
- [2] Симметричные микрополосковые антенны с круговой поляризацией / Н.Н. Горобец, Ю. В. Лытов, Л. В. Филиппов, Е. С. Куликов // Техника средств связи. Сер. ТРС. — 1980. — Вып. 3. — С. 18 — 26.

WIDEBAND MICROSTRIP ANTENNA WITH CIRCULAR POLARIZATION RADIATION FIELD

Tyschuk Yu. N., Sygalova A. S., Krivobok L. S.
 Scientific adviser: Tyschuk Yu. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A wideband microstrip antenna with circular polarization radiation field, based on multilayer microstrip slot structure, is designed, as well as the matching device for matching of antenna input impedance with feeder line. The results of calculation of antenna radiation characteristics are presented.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЬЦЕВОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ

Тыщук Ю. Н., Кривобок Л. С., Сыпалова А. С.

Научный руководитель: ст. преподаватель Тыщук Ю. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: kykyllyda@gmail.com

Аннотация — Рассмотрена кольцевая антенная решетка, строящаяся на основе микроплатового излучателя, обеспечивающей полное сканирование по азимуту. Разработанная антенная решетка построена на основе девяти микрополосковых многослойных излучающих элементов. Приведены результаты расчета характеристик излучения антенны.

1. Введение

Антенна является одним из ключевых элементов точек доступа, определяющим качество всей системы беспроводной связи. Одним из способов реализации антенн является кольцевая антенная решетка. Преимущество таких решеток является то что, удается достаточно эффективно сформировать луч в заданном направлении и в достаточной степени эффективно усилить сигнал, с одновременным подавлением паразитных сигналов в других направлениях и обеспечить полное 360° покрытие по азимуту.

2. Основная часть

Антенная решётка — представляет собой совокупность одинаковых излучателей, расположенных в определённом порядке и возбуждаемых одним или совокупностью когерентных источников [1]. По сравнению с одиночными антеннами, антенная решетка позволяет получить узкую диаграмму направленности. Поля излучения отдельных элементов решётки интерферируют в пространстве: в одних направлениях результирующее поле усиливается, благодаря синфазному сложению полей от источников, в других, наоборот — ослабляется. В таких антенных решетках расположение излучателей может быть различным.

Рассматриваемая в докладе кольцевая антенная решетка, строящаяся на основе микроплатового излучателя [2]. Состоит она из 9 излучающих элементов, которые расположены вдоль окружности радиусом 100мм. Решетка имеет 9 портов которые соответствуют горизонтальной поляризации. Моделирование решетки проводилось тем же методом, что и излучающий элемент. Тем самым на рис.1(а,б), представлена совокупность диаграмм направленности, которые можно получить используя два излучающих элемента рис.1(а) Отдельным цветом на рисунке изображены диаграммы направленности для следующих пар работающих излучателей: синий — 1+2, зеленый — 2+3, красный — 3+4, голубой — 4+5, желтый — 5+6, бирюзовый — 6+7, фиолетовый — 7+8, розовый — 8+9, серый — 9+1 или три излучающих элемента рис. 1 (б) на рисунке изображены пары работающих излучателей: синий 1+2+3, зеленый 2+3+4, красный 3+4+5, голубой 4+5+6, желтый 5+6+7, бирюзовый 6+7+8, фиолетовый 7+8+9, розовый 8+9+1, серый 9+1+2.

В каждом случае возбуждение элементов решетки происходит синфазно. Антенна может формировать один из девяти лучей в нужном направлении. Видно, что диаграммы направленности

пересекаются по уровню 0,7, то есть антенная решетка позволяет сканировать главным лучем диаграммы направленности во всем диапазоне углов по азимуту. При этом коэффициент направленного действия у каждого луча чуть более 8дБ в случае двух одновременно работающих излучателей и близко к 10дБ с тремя излучателями. Однако коэффициент направленного действия у каждого лепестка выше чем у предыдущего. Следовательно, связь при использовании трёх лепестков будет искажаться на большее расстояние с абонентом.

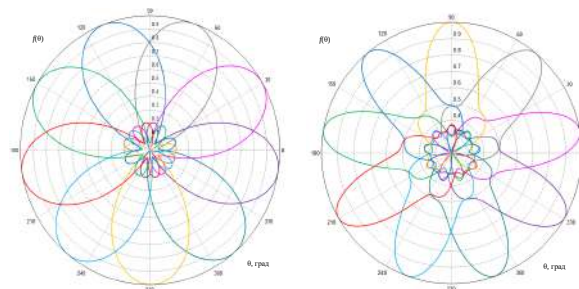


Рис.1

Кольцевая антенная решетка может работать и с несколькими лучами одновременно, если в разных направлениях обеспечивается работа на разных wi-fi каналах, так как для формирования луча используется только два или три элемента из 9-ти. Однако соседние каналы работать вместе не могут, так как у них есть один общий излучатель.

3. Заключение

Таким образом, разработана кольцевая антенная решетка из 9 излучающих элементов, которые расположены вдоль окружности радиусом 100 мм. Излучатели возбуждаются синфазно. Кольцевая антенная решетка позволяет сканировать главным лепестком диаграммы направленности в пределах 360° в азимутальной плоскости.

4. Список литературы

- [1] Пудовкин, А. П. Основы теории антенн: учеб. пособ. / А. П. Пудовкин, Ю. Н. Панасюк, А. А. Иванков. — Тамбов : Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2011. — 92 с.
- [2] Кольцевая антенная решетка с полным покрытием по азимуту: научная статья [Электронный ресурс] / А.А. Бабаскин, В.И. Калинин. //Журнал Радиозлектроники, 2014. — № 6. — Режим доступа: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_21972030_88709847.pdf.

DESIGN AND STUDY OF ANNULAR ANTENNA ARRAY

Tyschuk Yu. N., Krivobok L. S., Sypalova A. S.
 Scientific adviser: Tyschuk Yu. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A annular antenna array, which is designed on the basis of microstrip radiator is considered. It provides the full scanning for the azimuth angle. Designed antenna array is build on the basis of nine microstrip multilayer radiating elements. The results of calculation of antenna radiation characteristics are presented.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕЧАТНОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ ДЛЯ КОЛЬЦЕВОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ

Тыщук Ю. Н., Кривобок Л. С., Сыпалова А. С.

Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: lyda97@mail.ru

Аннотация — Представлены результаты моделирования печатного излучателя для кольцевой антенной решетки (КАР), работающей в диапазонах частот 2,4 — 2,5 ГГц.

1. Введение

В работе представлены результаты исследования и разработки печатного излучателя для КАР, которая может быть использована в беспроводных системах связи Wi-Fi. Она характеризуется достаточно малыми масса-габаритными параметрами и имеет направленное поле за счет чего увеличивается дальность беспроводной связи.

2. Основная часть

Разрабатываемый печатный излучатель для КАР [1] был выбран, так как он имеет малые масса-габаритные параметры и хорошо зарекомендован в диапазоне частот 2,4 — 2,5 ГГц. Модель разрабатываемого элемента создавалась в программе *Feko*, структура разрабатываемого излучателя показана на рис. 1.

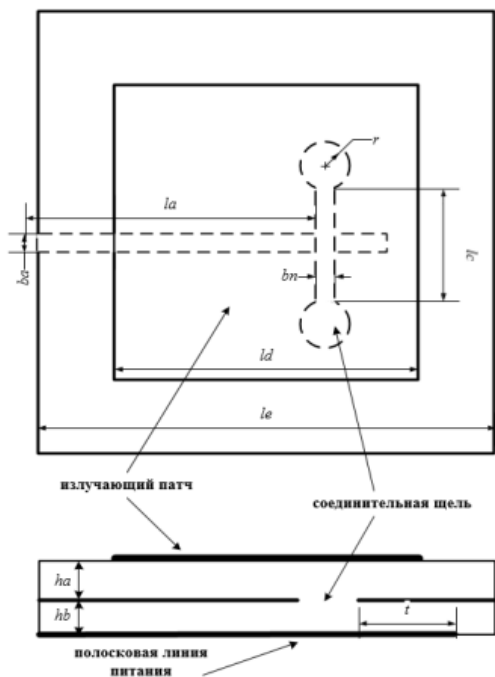


Рис. 1

Излучающий элемент представляет собой двухслойную структуру. Излучатель расположен на верхней подложке, а 50-омная линия, идущая от порта, расположена на нижней подложке. В металлизации на верхней стороне нижней подложки прорезана щелевая апертура, в которой осуществляется возбуждение элемента.

Печатная антенна формирует поле излучения в линейной поляризации и имеет входное сопротивление 50 Ом, в диапазоне частоты 2,40 ГГц показаны на рис. 2. Значение коэффициента стоячей волны во всем диапазоне рабочих частот не превышает значения 1,5, что говорит о хорошем согласовании с питающей линией.

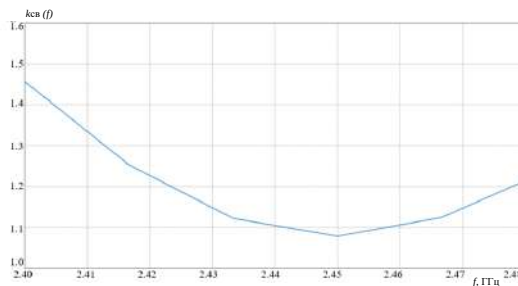


Рис. 2

Следующий этап расчётов антенны, был произведён расчёт диаграммы направленности. На которой показано рис. 3 ортогональные сечения диаграммы направленности на частоте 2,4 ГГц. Видно, что антенна в своем рабочем диапазоне частот формирует диаграмму направленности шириной 85° (на частоте 2,4 ГГц).

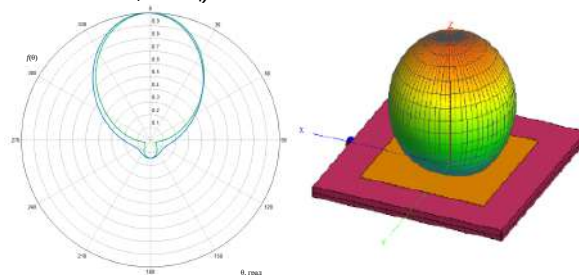


Рис. 3

3. Заключение

В результате расчётов выбраны размеры всех элементов антенны для КАР, рассчитаны входные характеристики и характеристики излучения антенны. Разрабатываемая антенна во всем диапазоне частот формирует устойчивую диаграмму направленности с шириной 85°. Во всем рабочем диапазоне частот излучающий элемент хорошо согласован — коэффициент стоячей волны не поднимается выше значения 1,5.

4. Список литературы

- [1] Бабаскин, А. А. Моделирование кольцевой антенной решетки циклическим фазовым распределением на элементах [Электронный ресурс] / А. А. Бабаскин, В. И. Калинин // Журнал Радиоэлектроники. — 2014. — № 3. — Режим доступа: <http://jre.cplire.ru/jre/mar14/4/text.html>.

DESIGN AND STUDY OF PRINTED RADIATOR FOR RING ANTENNA ARRAY

Tyischuk Yu. N., Krivobok L. S., Syalova A. S.

Scientific adviser: Tyischuk Yu. N.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of modeling a printed radiator for a circular antenna array operating in the frequency range 2.4-2.5 GHz are presented.

ПАТЧ-АНТЕННА ДЛЯ ФЕМТОСОТ LTE СТАНДАРТА

Савочкин А. А., Абдулгазиев О. Р., Копцев П. А.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: osmandinho@mail.ru

Аннотация — Выполнена разработка микрополосковой патч-антенны LTE диапазона частот 1900 — 2700 МГц для применения в фемтосотах. Приведены результаты моделирования характеристик излучения и согласования антенны.

1. Введение

В настоящее время решается проблема обеспечения высокого качества покрытия мобильной сети. Применение технологии фемтосот позволяет локально улучшить качество связи в проблемных местах, в которых наблюдаются постоянные проблемы с обеспечением доступа к мобильной сети. Фемтосоты представляют собой маломощные базовые станции сотовой связи, работающие в лицензированном частотном диапазоне и управляемые оператором.

В работе представлены результаты разработки и моделирования прямоугольной патч-антенны с пассивными излучателями, предназначенной для использования в фемтосотовом устройстве.

2. Основная часть

Предлагаемая модель антенны выполнена на основе фольгированного диэлектрического материала с диэлектрической проницаемостью 9,4 и толщиной $h=3$ мм на основании рекомендаций [1, 2, 3]. Антенна реализована в виде прямоугольной структуры и имеет в своем составе два пассивных излучателя. Такой вариант конфигурации излучателей выбран с целью увеличения широкополосности антенны. Применение диэлектрической подложки позволило обеспечить габариты антенны 50x50 мм. Моделирование антенны выполнено в программном пакете электродинамического моделирования FEKO. Модель антенны показана на рис. 1.

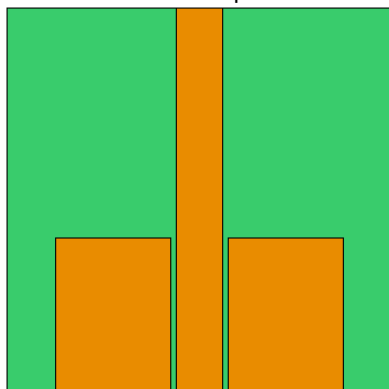


Рис. 1

Зависимость коэффициента стоячей волны (КСВ) в питающем фидере от частоты в рабочем диапазоне частот не превышает двух. Зависимость коэффициента усиления антенны от частоты в рабочем диапазоне частот приведена на рис. 2. Диаграмма направленности разработанной антенны (рис. 3) имеет осесимметричный характер и слабо меняется в рабочем требуемом диапазоне частот.

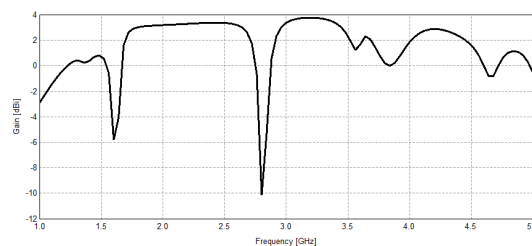


Рис. 2

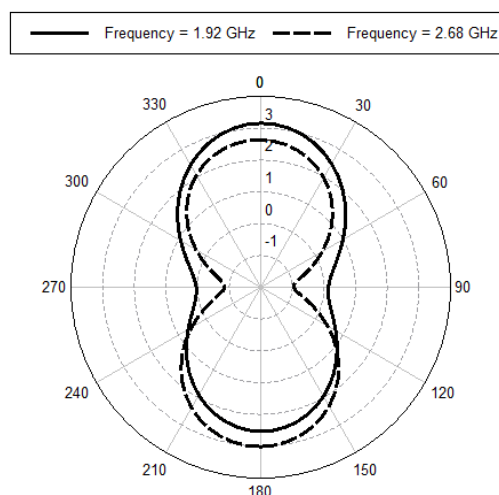


Рис. 3

3. Заключение

При выполнении работы исследована антенна для фемтосот стандарта LTE. В ходе анализа установлено, что антенна обеспечивает коэффициент усиления порядка 3 dBi при КСВ менее двух.

4. Список литературы

- [1] Microstrip Antenna Design : handbook / Ramesh Garg, Prakash Bhartia, Inder Bahl, Apisak Ittipiboon. — London, 2001. — 485 p.
- [2] Bezgin, A. A. Patch antenna for satellite system Gonets / A. A. Bezgin, A. A. Savochkin // Proc. of the 2018 IEEE Conf. of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, EIConRus 2018. — 2018. — P. 447—448.
- [3] Bezgin, A. A. Two-band circular polarization antenna for Argos-3 / A. A. Bezgin, A. A. Savochkin // 2017 11th Int. Conf. on Antenna Theory and Techniques, ICATT 2017. — 2017. — № 11. — P. 267—269.

PATCH ANTENNA FOR LTE STANDART FEMTOCELLS

Savochkin A. A., Abdulgaziev O. R., Koptsev P. A.

Scientific adviser: Savochkin A. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A microstrip LTE patch antenna in the 1900-2700 MHz frequency range was developed for use in femtocells. The results of modeling the radiation characteristics and antenna matching are presented.

УЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ТРАВЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ПРИ РАЗРАБОТКЕ УСТРОЙСТВ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

Снегур Д. А., Никифоров С. М., Вертегел Е. В.

Севастопольский государственный университет, ООО «ИЦ СевГУ», Россия

E-mail: dasnegur@sevsu.ru

Аннотация — Представлены результаты экспериментального исследования отклонений геометрических размеров ВЧ-элементов печатной платы от номинальных, возникших вследствие особенностей протекания процесса травления печатной платы. В качестве примера рассматривается печатный антенный излучатель, рассчитанный на частоту резонанса 62 ГГц.

1. Введение

На сегодняшний день развитие СВЧ-электроники прежде всего связано с освоением миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов длин волн. При этом основным элементом в современных изделиях радиоэлектронной промышленности по-прежнему являются печатные платы [1]. В тоже время тенденции мировой экономики требуют от разработчиков, как ускорения процесса проектирования, так и существенного снижения себестоимости производимой продукции, при одновременном сохранении высокого качества [2].

Необходимость снижения себестоимости продукции заставляет искать наиболее дешевые методы производства СВЧ-узлов, с отказом от сложных и дорогостоящих операций по точной подгонке геометрических размеров СВЧ-элементов. Наиболее выгодным решением, при таком подходе, оказывается использование широко распространенных технологий изготовления печатных плат методом травления.

Данная статья акцентирует внимание на одном из возможных путей преодоления проблем, возникающих в результате применения технологии травления и оказывающих влияние на параметры устройств миллиметрового диапазона.

2. Основная часть

Уменьшение длины волны приводит к уменьшению размеров СВЧ-элементов, что требует увеличения точности их изготовления. Однако, необходимость снижения себестоимости продукции заставляет искать пути получения требуемых геометрических размеров СВЧ-элементов без существенного увеличения требований к точности изготовления печатных плат.

Экспериментальное изготовление антенных элементов позволило выявить неравномерность процессов подтравки различных участков в пределах одного проводящего слоя печатной платы.

Рассмотрим полученные результаты на примере антенного элемента, рассчитанного на центральную частоту 62 ГГц, модель которого показана на рис. 1.



Рис. 1

Номинальная ширина токопроводящей питающей линии, составляет величину 0,156 мм, а зазор между линией питания и антенным резонатором равен 0,1 мм, что соизмеримо с погрешностями современных технологий травления печатных плат.

Оценивая реальные размеры изготовленной антенны и фидера можно отметить, что при близком расположении проводящих (металлических) элементов платы, травление происходит несколько медленнее, а, соответственно, на открытых участках — быстрее. В результате (рис. 2) наблюдается неравномерность травления различных участков медного покрытия. Особенностью также является сглаживание углов проводящих элементов топологии. Это может дать как положительный эффект (расширение рабочей полосы), так и привести к негативным последствиям.



Рис. 2

3. Заключение

Для повышения качества устройств миллиметрового диапазона, все упомянутые особенности необходимо учитывать на этапе их проектирования. Для достижения наилучших результатов при массовом производстве продукции рекомендуется использовать итерационный подход, заключающийся в производстве тестовых экземпляров и внесения корректировок в рассчитанные геометрические размеры СВЧ-элементов, по результатам оценки геометрических размеров элементов тестовой партии продукции.

4. Список литературы

- [1] Брусницына, Л. А. Технология изготовления печатных плат / Л. А. Брусницына, Е. И. Степановских. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. — 200 с.
- [2] Мальцев, П. СВЧ-технологии — основа электроники будущего тенденции и рынки / П. Мальцев, И. Шахнович. — М. : Техносфера, 2015. — № 8. — С. 72 — 84.

TECHNOLOGICAL FEATURES OF PCB ETCHING WHEN DESIGNING MILLIMETER RANGE DEVICES

Snegur D. A., Nikiforov S. M., Vertegel E. V.
SevSU Engineering Center Ltd, Russia

Abstract — The results of an experimental study of the geometrical dimension deviations of the RF PCB elements from the nominal ones, which arose due to the peculiarities of the printed circuit board etching process, are presented. As an example, a printed antenna radiator is considered, designed for a resonance frequency of 62 GHz.

УСИЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ ИСТОЧНИКА НИЗКОЧАСТОТНОГО ПОЛЯ В ДИАПАЗОНЕ ОТ 3 кГц ДО 300 кГц

Аввакумова В. Ю., Завалейков А. А.

Научный руководитель: канд. техн. наук Скорик И. В.

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», Россия

E-mail: sevas4241@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен принцип построения усилителя мощности источника низкочастотного поля, предназначенного для проведения экспериментальных исследований проникающей способности электромагнитных колебаний с частотами от 3 кГц до 300 кГц.

1. Введение

Для проведения экспериментальных исследований затухания низкочастотного поля в горных породах усилитель мощности в качестве нагрузки имеет рамочные антенны с различными значениями индуктивности и должен работать в широком диапазоне частот и должен обеспечивать формирование низкочастотного электромагнитного поля значительной мощности. Основываясь на предварительно проведенных экспериментальных исследованиях [1], можно предположить, что подводимая к передающей антенне мощность сигнала должна изменяться в широких пределах, от единиц милливатт до сотни ватт.

Другой аспект построения экспериментальной установки, заключается в том, что прием сигналов в указанном выше диапазоне частот будет происходить на фоне промышленных помех, уровень которых будет сопоставим с чувствительностью приемника. Для адекватного представления результатов измерений в этом случае прием сигналов необходимо вести в узкой полосе частот на выбранной центральной рабочей частоте. Представляется, что полоса пропускания приемника сигналов, измеряемая единицами герц, сможет обеспечить фильтрацию помех и производить измерения с высокой точностью. Данный факт накладывает определенные ограничения на стабильность выбранной рабочей частоты передатчика и приемника. Использование высокостабильных низкочастотных генераторов для генерации рабочей частоты, как со стороны передатчика, так и со стороны приемника, позволит решить эту проблему.

2. Основная часть

На рисунке 1 показана структурная схема усилителя передатчика, который состоит из таких блоков, как: устройство ввода, устройство вывода, микроконтроллер (МК), цифровая микросхема прямого цифрового синтезатора (DDS), усилительный каскад на транзисторах, цепь обратной связи.

Устройство ввода предназначено для установления частоты и амплитуды генерируемого сигнала. Последующую обработки данных и управление всем

устройством осуществляет МК. МК выступает в качестве основного управляющего устройства и по шине управления подает цифровой код на блок DDS, который формирует гармонический сигнал заданной частоты, готовый к усилению. После этого, сгенерированный сигнал подается на усилительный каскад. Усиленный сигнал, с выхода усилителя через цепь обратной связи подается на вход аналогового преобразователя МК. В данном случае обратная связь необходима для того, чтобы при переключении частотных диапазонов в антенном блоке, поддерживать постоянной заданную амплитуду сигнала, подаваемого на магнитную антенну.

Антенный блок имеет подключение шины управления от управляющего устройства МК и подключение выходного каскада усилителя. Антенный блок содержит внутреннюю схему коммутации обмоток магнитной антенны, необходимую для перестройки частотного диапазона при исследовании проникающих свойств низкочастотных сигналов.

3. Заключение

Разработана структурная схема усилителя мощности, согласно которой на вход магнитной антенны поступает сигнал заданной частоты и постоянной мощности для формирования низкочастотного электромагнитного поля.

4. Список литературы

- [1] Широков, И. Б. Определение координат объекта поиска при проведении поисково-спасательных мероприятий / И. Б. Широков, М. А. Дурманов // «Радиотехника» Всеукраинский межведомственный научно-технический сборник, Выпуск 153. — Харьков : Харьковский национальный университет радиоэлектроники, 2008. — С. 33 — 39.

POWER AMPLIFIER OF LOW FREQUENCY FIELD SOURCE IN THE RANGE FROM 3 kHz TO 300 kHz

Avvakumova V. Yu., Zavale'kov A. A.

Scientific adviser: Skorik I. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The principle of constructing a low-frequency power amplifier field source intended for experimental studies of the penetrating power ability of electromagnetic oscillations in the range of 3 kHz to 300 kHz is considered.

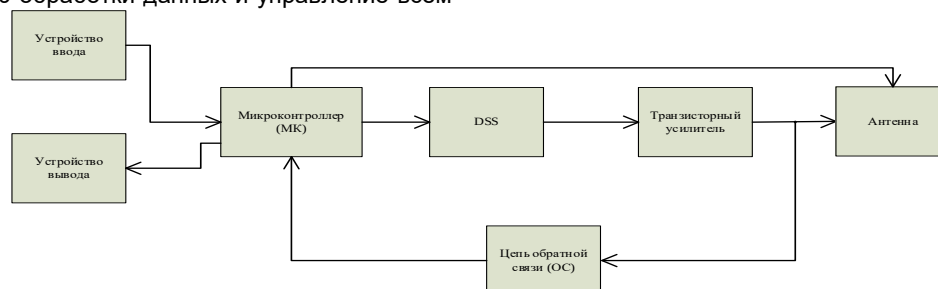


Рис. 1

ШИРОКОДИАПАЗОННАЯ ФЕРРИТОВАЯ МАГНИТНАЯ АНТЕННА

Скорик И. В., Аввакумова В. Ю., Завалейков А. А., Дурманов М. А.

Научный руководитель: канд. техн. наук Скорик И. В.

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», Россия

E-mail: sevas4241@mail.ru

Аннотация — Рассмотрено устройство ферритовой магнитной антенны, предназначенной для проведения экспериментальных исследований проникающей способности электромагнитных колебаний с частотами от 3 кГц до 300 кГц.

1. Введение

Для проведения экспериментальных исследований затухания низкочастотного поля в горных породах передающее устройство в качестве нагрузки должно иметь рамочную антенну, которая позволяет формировать низкочастотные электромагнитные колебания в диапазоне частот от 3 кГц до 300 кГц. Рамочная антенна представляет собой параллельный колебательный контур, состоящий из катушки индуктивности с ферритовым сердечником и набора конденсаторов. Для обеспечения перестройки частоты колебательного контура в заданном диапазоне необходимо разработать схему коммутации обмоток катушки и конденсаторов.

Кроме того, так как данное устройство планируется использовать в полевых условиях, вопросам высокого КПД и малым габаритам должно быть уделено особое внимание [1].

2. Основная часть

Для того чтобы резонансная частота колебательного контура соответствовала частоте излучаемого радио сигнала разработан блок схемы коммутации. Схема обеспечивает коммутацию обмоток магнитной антенны с соответствующими емкостными элементами для излучения антенны в заданном частотном диапазоне.

На рис. 1 показана структурная схема широкодиапазонной антенны и блока коммутации. Данная схема состоит из схемы управления (СУ), предназначенной для коммутации точки подачи сигнала с усилителя.

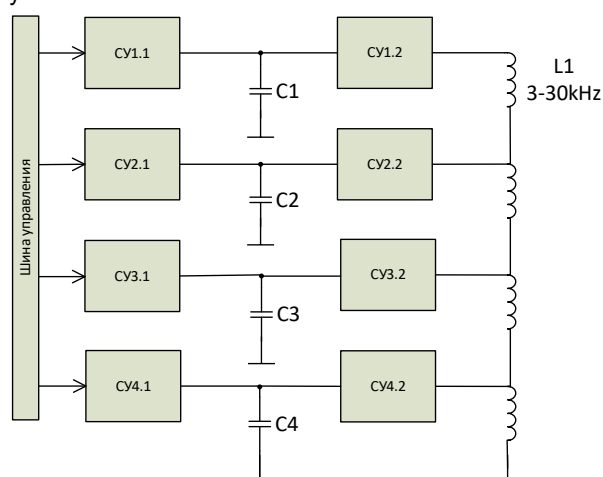


Рис. 1

Усилитель подключается ко всем СУ параллельно. В результате подачи управляющего сигнала с микроконтроллера при помощи шины управления выполняется коммутация двух СУ одновременно —

либо СУ1.1 и СУ1.2, либо СУ2.1 и СУ2.2 и т. д. Данная коммутация выполняется для настройки LC-контура на резонансную частоту. СУ представляет собой реле.

Для проводимых исследований проникающей способности электромагнитных колебаний в проводящих средах были взяты как наиболее подходящие для этой цели частотные диапазоны: 3 кГц — 10 кГц, 10 — 30 кГц, 30 — 100 кГц, 100 — 300 кГц.

Емкости конденсаторов подобраны такими, чтобы можно было получить резонансную частоту в центре указанных частотных диапазонов. Аналогичным образом подбирается количество витков коммутируемых обмоток.

Резонансная частота находится по формуле Томсона

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}},$$

где f — резонансная частота, L — индуктивность, C — емкость.

Выбирая разные комбинации конденсаторов и индуктивностей с помощью схемы коммутации, можно создать сетку резонансных частот. Данная возможность позволит в автоматическом режиме осуществлять перестройку частоты в заданных диапазонах.

3. Заключение

Предлагаемая широкодиапазонная ферритовая антенна благодаря использованию ферритового сердечника имеет небольшие габариты, достаточные для эксплуатации в полевых условиях, достаточный КПД, благодаря работе колебательного контура на резонансных частотах и схему коммутации, позволяющую перестраивать резонансную частоту колебательного контура в соответствии с частотой излучаемого сигнала.

4. Список литературы

- [1] Широков, И. Б. Определение координат объекта поиска при проведении поисково-спасательных мероприятий / И. Б. Широков, М. А. Дурманов // «Радиотехника» Всеукраинский межведомственный научно-технический сборник, Выпуск 153. — Харьков: Харьковский национальный университет радиоэлектроники, 2008. — С. 33 — 39.

WIDEBAND FERRITE MAGNETIC ANTENNA

Skorik I. V., Avvakumova V. Yu., Zavale'kov A. A., Durmanov M. A.

Scientific adviser: Skorik I. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The device of a ferrite magnetic antenna designed for experimental studies of the penetrating ability of electromagnetic waves with frequencies from 3 kHz to 300 kHz is considered.

ЧЕТЫРЕХЭЛЕМЕНТНАЯ АНТЕННАЯ РЕШЁТКА ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Иванченко Д. С., Щекатуриной А. А.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: pulson2011@gmail.com

Аннотация — Проведено исследование влияния геометрических параметров разработанной четырехэлементной антенной решетки, выполненной на базе печатной структуры на её входные характеристики и характеристики излучения. Разработана конструкция антенной системы с коаксиальным возбуждением. Разработанная антенна формирует направленное поле излучения. Антенна может быть использована в системах управления квадрокоптерами.

1. Введение

Работа посвящена разработке четырехэлементной антенной решетки с линейной поляризацией для системы управления квадрокоптерами, получившими настоящее время широкое распространение.

Выбор геометрической структуры для излучателя обусловлен её направленностью и возможностью согласования в заданной полосе частот.

В системах управления дронами обычно используются слабонаправленные антенны [1].

Дальность работы системы может быть увеличена за счет увеличения коэффициента усиления антенны. В работе для этого предлагается применять четырехэлементную антенную решетку.

Выполнение антенны системы управления в виде решетки с линейной поляризацией позволяет упростить конструкцию антенны и уменьшить ее стоимость.

2. Основная часть

Вся современная аппаратура управления квадрокоптерами работает в диапазоне 2,4 ГГц. Это общепринятый стандарт, в данном диапазоне работают Wi-Fi роутеры и блютуз. На практике системы управления в дорогих дронах, например, DJI так и работают — пульт является Wi-Fi роутером, к которому подключается квадрокоптер [2].

На рис. 1 показана диаграмма направленности антенной решетки 2x2 в логарифмическом масштабе.

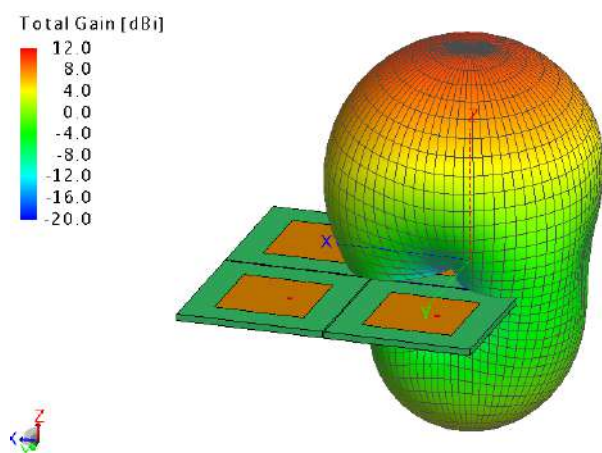
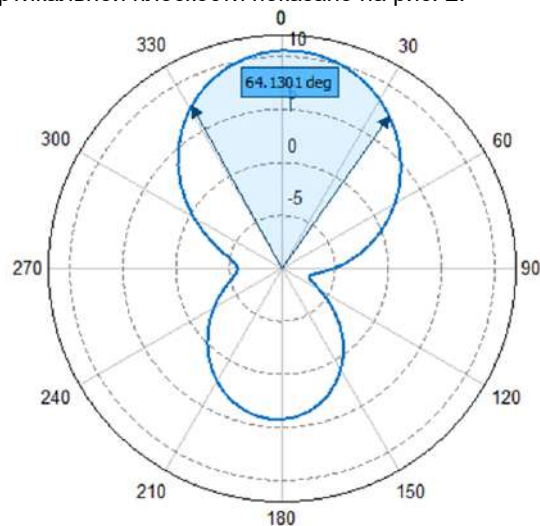


Рис. 1

Диаграмма направленности в верхнем полупространстве близка к осесимметричной.

Сечение диаграммы направленности антенны в вертикальной плоскости показано на рис. 2.



Total Gain [dBi] (Frequency = 2.4415 GHz; Phi = 20 deg) - sh2x2

Рис. 2

3. Заключение

Антенная решетка 2x2 обладает следующими характеристиками: максимальное значение коэффициента усиления — 11 дБи; ширина диаграммы направленности в вертикальной плоскости 64°.

Разработанная антенная решетка может использоваться в системах управления подвижными объектами, в том числе квадрокоптерами.

4. Список литературы

- [1] Патч-антенна для пульта управления Cendence [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://4vision.ru/products/patch-antenna-dlya-pulta-upravleniya-cendence-part-5.html?rs=yamarket1_21270741_1325&ymclid=15920247879681381991000001 (дата обращения 14.06.2020).
- [2] Какие существуют дроны и на каких частотах они работают [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.podavitel.ru/na-kakikh-chastotakh-rabotayut-kvadrokopty-i-drony.html> (дата обращения 14.06.2020).

FOUR-ELEMENT ANTENNA ARRAY FOR CONTROL SYSTEM

Ivanchenko D. S., Schekaturin A. A.

Scientific adviser: Schekaturin A. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The study of the influence of the geometrical parameters of the developed four-element antenna grating, made on the basis of a printed structure, on its input characteristics and radiation characteristics, has been carried out. The design of the antenna system with coaxial excitation has been developed. The designed antenna forms a directional radiation field. The antenna can be used in quadcopter control systems.

РАЗРАБОТКА ПОЛОСКОВОГО НАПРАВЛЕННОГО ОТВЕТВИТЕЛЯ

Сыпалова А. С., Овчаров П. П.

Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: y.tyschuk@gmail.com

Аннотация — В работе представлены результаты расчёта характеристик полоскового направленного ответвителя, используемого в качестве источника опорного сигнала во встраиваемом СВЧ измерителе комплексного коэффициента отражения.

1. Введение

На сегодняшнем уровне развития техники в ряде случаев требуется постоянный контроль различных технических параметров, удержание которых в заданных пределах позволяет обеспечить нормальное функционирование тех или иных устройств.

На современном рынке присутствует достаточно большое количество измерительной техники, но использовать её при постоянном контроле параметров достаточно неудобно, так как это чаще всего громоздкие стационарные приборы.

Наиболее удачным выходом является использование встраиваемых приборов контроля, которые не обладают универсальностью метрологических характеристик, а предназначены для контроля одного-двух параметров, изменяющихся в заданных пределах. Основные преимущества таких встраиваемых приборов — это малые геометрические размеры, требуемая точность измерения [1 — 3].

В данной работе представлена разработка одного из элементов прибора встроенного контроля параметров СВЧ трактов — направленного ответвителя.

2. Основная часть

Разрабатываемый прибор встроенного контроля выполняется в полосковом исполнении. Датчик полных сопротивлений прибора содержит в себе несколько элементов, вырабатывающих два опорных и два измерительных сигнала.

Одним из элементов, формирующих опорные сигналы является направленный ответвитель.

Прибор встроенного контроля разрабатывался для работы на частоте 1,5 ГГц.

Датчик полных сопротивлений, а, следовательно, и направленный ответвитель выполнялся в полосковом исполнении.

Для построения направленного ответвителя использовался материал FR4 толщиной 1 мм.

На рис. 1 показана схема направленного ответвителя, построенная в САПР AWR Design Environment.

На рис. 2 показана топология направленного ответвителя.

Он выполнен на двух связанных линиях с зазором 0,25 мм и длиной связи 8 мм.

Величина зазора между двумя связанными линиями выбиралась исходя из возможности реализации печатной платы направленного ответвителя ручным способом.

Длина связи выбиралась исходя из требования получить переходное ослабление на уровне в пределах от -17 дБ до -20 дБ.

Входное и выходное сопротивление ответвителя — 50 Ом.

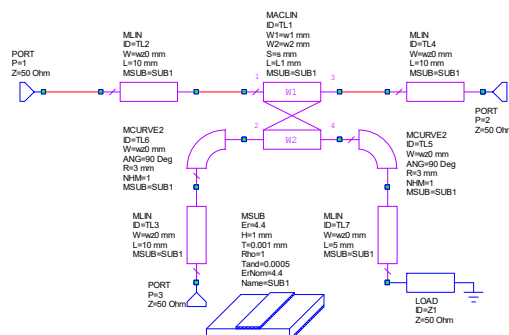


Рис. 1

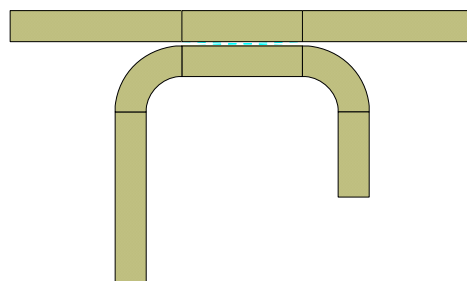


Рис. 2

3. Заключение

Разработан направленный ответвитель, предназначенный для работы в СВЧ датчике полных сопротивлений.

Направленный ответвитель обладает слабым затуханием в основном канале передачи СВЧ мощности (менее 0,1 дБ), переходным ослаблением -20 дБ

Работа выполнена в рамках внутреннего гранта ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», № 39/06-31.

4. Список литературы

- [1] Хабель, М. Основы векторного анализа цепей: Пер. с англ. / М. Хабель. — М.: Издательский дом МЭИ, 2009. — 500 с.
- [2] Куликов, А. Б. Зондовые измерительные преобразователи для анализа элементов коаксиального тракта / А. М. Кудрявцев, А. Б. Куликов, С. М. Никулин // Датчики и системы, 2009. — №8. — С. 33 — 36.
- [3] Куликов, А. Б. Построение малогабаритных векторных анализаторов цепей в СВЧ контрольно-измерительной технике на основе модульной архитектуры / А. Б. Куликов // Наука и образование - промышленному производству: материалы меж-дунар. науч.-практ. конф., Н.Новгород, 2010. — С. 93 — 94.

DESIGN OF STRIPED DIRECTIONAL COUPLER

Sipalova A. S., Ovcharov P. P.

Scientific adviser: Tyschuk Yu. N.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the results of calculating the characteristics of a strip-line directional coupler, used as a reference signal source in a built-in microwave meter of complex reflection coefficient, are presented.

РАЗРАБОТКА ПОЛОСКОВОГО НАПРАВЛЕННОГО ОТВЕТВИТЕЛЯ С МАЛЫМ ПЕРЕХОДНЫМ ОСЛАБЛЕНИЕМ

Кривобок Л. С., Овчаров П. П.

Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: y.tyschuk@gmail.com

Аннотация — В работе представлены результаты расчёта характеристик полоскового направленного ответвителя с малым переходным ослаблением, который необходим для использования во встроенном квадратурном измерителе комплексного коэффициента отражения.

1. Введение

В современной технике всё большее применение получают встраиваемые измерители параметров микроволновых трактов.

Преимущества их очевидны: они занимают гораздо меньше места, чем промышленные измерительные приборы; осуществляют измерение только требуемых параметров с заданной точностью, что приводит к значительному снижению стоимости разработки и изготовления такого встроенного прибора [1 — 3].

Один из подходов к построению таких приборов строенного контроля — это использование квадратурных модуляторов, на которые подаются два опорных и два измерительных сигнала. Опорные сигналы несут информацию только о падающей волне в тракте, измерительные — о падающей и отражённой волнах.

В результате, каждый из квадратурных детекторов вырабатывает по два ортогональных сигнала I и Q, величины которых однозначно связаны с модулем и аргументом комплексного коэффициента отражения, и могут быть рассчитаны с использованием системы измерительных уравнений.

В тех случаях, когда уровень мощности в основном СВЧ тракте низок, необходимо повысить мощность ответвлённого опорного сигнала для нормальной работы квадратурных детекторов. Для этого может использоваться направленный ответвитель с малым переходным ослаблением, который разрабатывался в данной работе.

2. Основная часть

Направленный ответвитель выполнялся в полосковом виде на двух связанных линиях. Для моделирования использовался материал FR4. Все расчёты проводились в программе AWR Design Environment.

Рабочая частота прибора встроенного контроля, для которого разрабатывался ответвитель, равна 1,5 ГГц.

Ответвитель выполнен на линиях с зазором 0,2 мм. Длина участка связи 14 мм. Ответвитель выполнен для работы в трактах с волновым сопротивлением 50 Ом.

На рис. 1 показана топология направленного ответвителя.

На рис. 2 показаны расчётные характеристики. Синяя линия с треугольниками показывает зависимость ослабления в основном СВЧ тракте. На частоте 1,5 ГГц — 0,45 дБ.

Красной линией с квадратами показано переходное ослабление, которое на частоте 1,5 ГГц составляет 10,3 дБ.

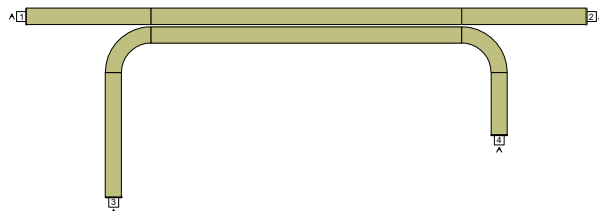


Рис. 1

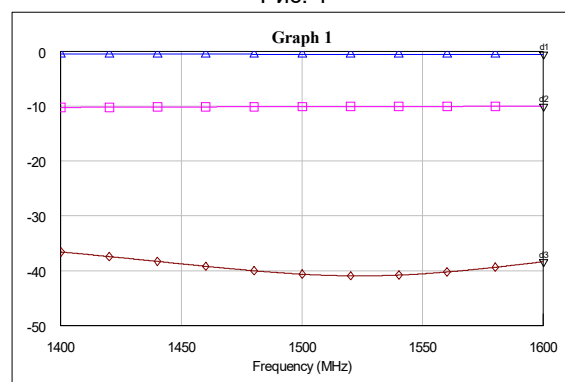


Рис. 2

3. Заключение

Разработан полосковый направленный ответвитель с уменьшенным переходным ослаблением (–10 дБ), необходимый для корректной работы прибора встроенного контроля параметров микроволновых трактов.

Работа выполнена в рамках внутреннего гранта ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», № 39/06-31.

4. Список литературы

- [1] Хабель, М. Основы векторного анализа цепей: Пер. с англ. / М. Хабель. — М.: Издательский дом МЭИ, 2009. — 500 с.
- [2] Куликов, А. Б. Зондовые измерительные преобразователи для анализа элементов коаксиального тракта / А. М. Кудрявцев, А. Б. Куликов, С. М. Никулин // Датчики и системы, 2009. — №8. — С. 33 — 36.
- [3] Куликов, А. Б. Построение малогабаритных векторных анализаторов цепей в СВЧ контрольно-измерительной технике на основе модульной архитектуры / А. Б. Куликов // Наука и образование - промышленному производству: материалы меж-дунар. науч.-практ. конф., Н.Новгород, 2010. — С. 93 — 94.

DESIGN OF STRIPED DIRECTIONAL COUPLER WITH LOW TRANSITIONAL ATTENUATION

Krivobok L. S., Ovcharov P. P.

Scientific adviser: Tyschuk Yu. N.

Sebastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the results of calculating the characteristics of a strip-line directional coupler with a small transitional attenuation, which is necessary for use in a built-in quadrature meter of the complex reflection coefficient, are presented.

ООО «Таркус»

г. Ростов-на-Дону
Тел.: +7 (863) 272-68-03; +7 (978) 727-80-03
<http://tarkus.su/>



ТАРКУС — это:

- комплексное оснащение предприятий;
- поставка измерительного оборудования;
- ремонт отечественных средств измерений;
- научные исследования;
- техническая поддержка заказчиков;
- информационное обеспечение;
- помощь в проведении поверки средств измерений;
- гарантийное обслуживание средств измерений.

Секция 5

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

ЦИФРОВОЙ КОНТРОЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ НАГРЕВА СВЧ МИКРОБЛОКА ПРИ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ПАЙКЕ

Грищенко Ю. Н., Горбач В. Р., Ланин В. Л.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Ланин В. Л.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: vlanin@bsuir.by

Аннотация — Разработана методика цифрового контроля термопрофиля при герметизации корпусов СВЧ микроблоков ВЧ пайкой с использованием терморезистора и микроконтроллера Arduino nano.

1. Введение

Микроминиатюризация РЭА в значительной степени зависит от создания функциональных приборов и блоков в микроскопическом исполнении, помещённых в общий герметичный корпус. Микроблоки СВЧ диапазона с общей герметизацией нашли широкое применение в аэрокосмической технике, средствах телекоммуникаций, мобильных устройствах управления и др. [1].

В настоящее время до 40 % корпусов БИС и микросборок герметизируется пайкой, достоинствами которой являются: ремонтпригодность изделия, невысокие температуры нагрева корпуса, нечувствительность к плоскостности паяемых кромок, возможность групповой технологии. Применение традиционного процесса пайки в печи или паяльнике имеют низкую производительность, используют в значительной мере ручной труд и не обеспечивают высокого качества паяемых соединений. Возникают трудности с использованием флюса и необходимостью удаления его остатков [2].

Целью работы является разработка методики цифрового контроля термопрофиля при герметизации корпусов СВЧ микроблоков ВЧ пайкой.

2. Основная часть

Схема проведения эксперимента (рис. 1) включает ВЧ генератор ВЧГ, основание (1), корпус (2), крышку (3), индуктор (4), магнитопровод (5), измерительную рамку для оценки напряжённости магнитного поля (6), терморезистор (7), микроплату (8), электронный вольтметр ЭВ и фильтр ВЧ и Arduino nano. Применяемая крышка была из алюминиевого сплава Д16Т ГОСТ 21631-76. Для получения необходимого термопрофиля нагрева разработана компьютерная методика контроля температурного профиля нагрева в реальном масштабе времени с использованием высокотемпературного терморезистора 100 кОм NTC 3950 (до 300 град), микроконтроллера ARDUINO и ПК, что позволило в условиях мощных электромагнитных полей вести контроль нагреваемого корпуса микроблока.

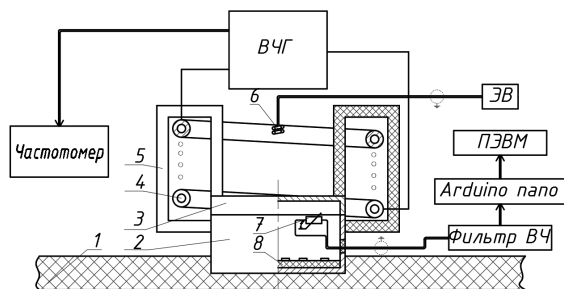


Рис. 1

Зависимости температуры в зоне пайки крышки с корпусом, измеренные с помощью терморезистора, приведены для различных конструкций индуктора (1 — без магнитопровода, 2 — с ферритовым магнитопроводом) на рис. 2.

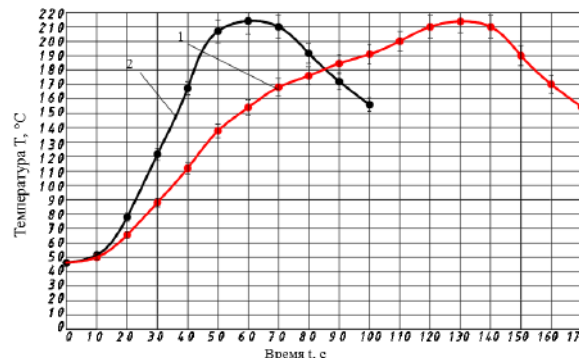


Рис. 2

3. Заключение

Данная методика контроля термопрофиля позволяет контролировать профиль нагрева в реальном масштабе времени. Анализ зависимостей показывает, что применение ферритового магнитопровода, увеличивает скорость нагрева увеличивается в 2,0 — 2,2 раза (3 — 4 °С/с при использовании магнитопровода, и 1,5 — 2 °С/с — без магнитопровода). Время нагрева до достижения температуры в 200 °С составляет около 40 — 45 секунд. Общее время пайки (температура в зоне нагрева больше 200 °С) составило 25 секунд.

4. Список литературы

- [1] Климачев, И. И. СВЧ ГИС. Основы технологии и конструирования / И. И. Климачев, И. И. Иовдальский. — М.: Техносфера, 2006. — 351 с.
- [2] Грищенко, Ю. Н. Герметизация микроблоков СВЧ высокочастотной пайкой / Ю. Н. Грищенко, В. Л. Ланин // Журнал СФУ. Техника и технология. — 2018. — № 11 (6). — С. 659 — 670.

DIGITAL CONTROL OF HEATING TEMPERATURE OF MICROWAVE MICROBLOCK DURING HIGH-FREQUENCY SOLDERING

Grishchenko Y. N., Gorbach V. R., Lanin V. L.

Scientific adviser: Lanin V. L.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus

Abstract — The technique of digital control of the thermal profile was developed when sealing the cases of microwave microblocks by HF soldering using a thermistor and an Arduino nano microcontroller.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ МИКРОВЫВОДОВ ПРИПОЯ ИМПУЛЬСНЫМ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Фам В. Т., Ланин В. Л.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Ланин В. Л.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: phamvantung2103hp@gmail.com

Аннотация — Получена зависимость температуры в тепловой зоне шарика припоя от количества импульсов лазера в пакете *SolidWorks Flow Simulations*. Использование лазерного излучения на второй гармонике (SH, 532 нм) дает возможность сокращения времени обработки.

1. Введение

Формирование выводов для flip-chip технологии — это сложный и многоэтапный технологический процесс. Для его реализации широко применяется способ нагрева лазерным излучением. Моделирование термoproфилей процесса лазерного нагрева шариковых выводов припоя в пакете *SolidWorks Flow Simulations* позволило получить зависимость температуры в тепловой зоне шарика от количества воздействующих импульсов лазера,

2. Основная часть

Для оценки качества микровыводов припоя, необходимо исследовать межфазные реакции между шариком припоя и металлизацией Au/Ni/Cu во время процесса лазерного оплавления [1]. Металлизация и формирование создают интерметаллические соединения, состав которых сильно зависит от температурного градиента процесса нагрева. Моделирование температурной профили шарика припоя при лазерном облучении дает необходимые сведения о рекомендуемых технологических режимах и их влиянии на создание интерметаллических соединений.

В модели используется LS-2131M малогабаритный Nd:YAG лазер. Распределение подающей энергии в зоне нагрева описывается гауссовским распределением [2]:

$$E(x, y) = \frac{E_{cp}}{\pi \cdot r_{laser}^2} \cdot e^{-\frac{(x-x_{laser})^2 + (y-y_{laser})^2}{r_{laser}^2}},$$

где E_{cp} — средняя мощность лазерного излучения, r_{laser} — радиус лазерного излучения, x_{laser}, y_{laser} — x-y-местоположение лазерной фокальной точки.

Характеристики лазерной установки приведены в таблице 1 [3]. Для монтажа электронных модулей BGA широко применяются бессвинцовые шарики припоя SAC. Поэтому в данном исследовании для построения модели использованы тепловые характеристики такого шарикового припоя.

Таблица 1

Параметры	Значение
Диаметр луча, мм	2
Мощность лазерного излучения	10 — 50
Расстояние до поверхности, мм	5,5
Частота повторения импульсов, Гц	10
Длина волны лазера, нм	1064, 532
Длительность импульса, нс	8 — 10
Количество импульсов	10
КПД источника лазера, %	20 %

Мощность лазерного излучения выбирается так, чтобы после воздействия 10 импульсов, температура

в нагреваемой зоне достигалась для плавления припоя, т.е. мощность лазера 532 нм — 18 Вт, а для лазера 1064 нм — 25 Вт. Процесс охлаждения шарика припоя происходит в воздухе.

На рис. 1 показана зависимость средней температуры при нагреве шариков припоя лазерным излучением с длиной волны 532 нм и 1064 нм.

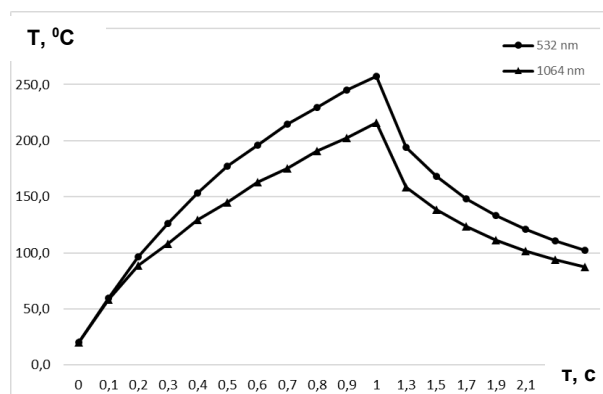


Рис. 1

3. Заключение

Использовании лазерного излучения на второй гармонике (SH, 532 нм) дает возможность сокращения времени обработки и требуемой энергии на 20 % — 25 %. Это связано с изменением коэффициента отражения металлов, который определяет эффективность поглощения лазерного излучения в металлах.

4. Список литературы

- [1] Tian, Y. Characteristics of Laser Reflow Bumping of Sn3.5Ag and Sn3.5Ag0.5Cu Lead-Free Solder Balls / Y. Tian, C. Wang // J. Mater. Sci. Technol. — 2008. — No 2. — P. 220 — 226.
- [2] LS-2131M Малогабаритный Nd:YAG Лазер [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.lotistii.com/rus/productid85.php>.
- [3] Вейко, В. П. Сборник задач по лазерным технологиям / В. П. Вейко, Е. А. Шахно ; изд. 3-е, испр. и дополн. — СПб. : СПбГУ ИТМО, 2007. — 11 с

SIMULATION OF FORMATION SOLDER BUMPS BY PULSED LASER BEAM

Pham V. T. Lanin V. L.

Scientific adviser: Lanin V. L.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus

Abstract — The temperature dependence of the solder ball on the number of laser pulses has been obtained using SolidWorks Flow Simulations package. It is concluded that using laser radiation and the second harmonic (532 nm) helps reducing required heating time, in comparison to laser with wave length of 1064 nm.

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

Клименко Ю. А., Преображенский А. П.

Воронежский институт высоких технологий, Россия, Воронеж,

E-mail: klm71165@mail.ru

Аннотация — В работе предлагается новый принцип в конструировании и применении приборов измерения и учёта электрической энергии.

1. Введение

В настоящее время в сетевых и энергосбытовых компаниях уделяется огромное внимание вопросу учёта расхода и снижения потерь электрической энергии при её поставке потребителям. Поэтому представляет интерес применение новых технологий и приборов, в этой сфере. В данной работе проводится разработка устройства измерения параметров сети с возможностью дистанционной передачи данных измерений с использованием технологии *PLC* (*Power Line Communication*) без использования измерительных проводов для соединения измерительного трансформатора тока (ТТ) и прибора учёта потребления электрической энергии.

2. Основная часть

В обычных условиях схемы соединения ТТ и электросчётчика для однофазной сети представлена на рис. 1.

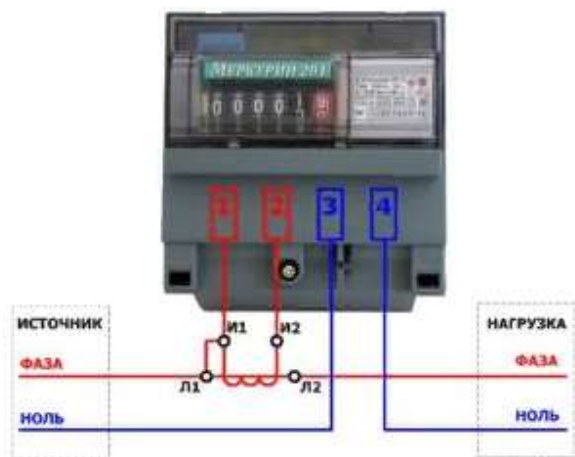


Рис. 1

Существуют определённые технические требования к размещению ТТ и электросчётчиков, что часто их совместное размещение практически невозможно. Поэтому вторичная измерительная цепь ТТ соединяется с электросчётчиком с помощью измерительных проводов. Если разместить ТТ и электросчётчик в одном корпусе, то отпадает необходимость в использовании соединительных проводов. Необходимость контроля за расходом электроэнергии визуальным способом решается возможностью обеспечить передачу данных измерения параметров сети и показаний расхода электроэнергии на расстояние.

Для этой цели необходимо использовать современные технологии *PLC* для передачи данных по силовой сети к месту размещения прибора приёма, регистрации, передачи и хранения измерительной информации. Данный прибор можно устанавливать в

любом удобном месте прохождения электрической линии.

В состав устройства измерения параметров сети (рис. 2) входит: блок измерения параметров, который включает в себя ТТ, прибор учёта электроэнергии (ПУЭЭ), адаптер *PLC*, блок приёма-передачи, отображения и хранения информации, который включает в себя адаптер *PLC* и блок для приёма, передачи, отображения и хранения измерительной информации (БППОХИ).

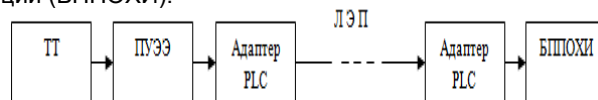


Рис. 2

Достоинствами данного устройства являются: размещение ТТ и электросчётчика совместно; отсутствие соединительных измерительных проводов; размещение на удалении от блока измерения; удобство осуществления визуального контроля результатов измерений; наличие резервного учёта потребления электроэнергии; применение в однофазном и трёхфазном исполнении.

Недостатками данного устройства являются: увеличение габаритов блока измерения в сравнении с габаритами ТТ; расстояние размещения ограничивается дальностью действия адаптеров *PLC* для создания сети передачи данных.

Указанный недостаток не является принципиальным.

3. Заключение

Разработано новое устройство измерения параметров электрической сети, которое устанавливается на токоведущие проводники в электрощитах, ячейках распределительных пунктов в местах обычного размещения ТТ и безопасных местах для визуального контроля персоналом.

4. Список литературы

- [1] Справочник по электроснабжению и электрооборудованию : в 2 т. Электрооборудование / Под общ. ред. А. А. Федорова. — М. : Энергоатомиздат, 1987. — Т.2. — 592 с.
- [2] Электрические измерения : учебник для вузов / Под ред. Фремке А. В., Душина Е. М. — М. : Изд-во Энергия, 1980. — 392 с.

DEVELOPMENT OF A DEVICE FOR MEASURING ELECTRICAL NETWORK PARAMETERS

Klimenko Yu. A., Preobrazhensky A. P.

Voronezh Institute of High Technologies, Russia

Abstract — In the paper, a new principle in the design and use of measuring instruments and metering of electrical energy is proposed.

МИКРОКОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ТЕРМОПРОФИЛЕЙ ПАЙКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА

Хацкевич А. Д., Ланин В. Л.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Ланин В. Л.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: dvpodt94@mail.ru

Аннотация — Разработана схема и прототип микрокомпьютерной системы контроля термопрофилей пайки с применением индукционного нагрева.

1. Введение

Технологии поверхностного монтажа в электронике приобрели особую актуальность в связи с высокой функциональной сложностью компонентов и интеграцией их в малых объемах микроплат и микроблоков и на сегодняшний день является наиболее распространенным методом конструирования и сборки электронных модулей на печатных платах.

Несоблюдение термического профиля приводит к увеличению риска теплового повреждения компонентов и значительно увеличивает количество дефектов.

2. Основная часть

Система состоит из двух основных частей: блок контроля и индукционный инвертор.

Блок контроля построен на основе микрокомпьютера *Raspberry pi 3* [1] (рис. 1) и выполняет функции измерения и контроля термического профиля.



Рис. 1

Система реализована на проекте с открытым исходным кодом (рисунок 2) и позволяет гибко управлять термическими профилями пайки и оперативно использовать различные датчики, необходимые для исследования процесса пайки. Использование микрокомпьютера позволяет эффективно обрабатывать полученную информацию как локально, так и в сети Internet.

Система контролирует процесс нагрева в реальном времени и может управлять удаленно с оповещением на смартфон о завершении процесса пайки.

Высокочастотный инвертор состоит из шести функциональных блоков. Первый — это генератор управляющих импульсов, второй представляет собой драйверы, которые предназначены для усиления управляющих сигналов с генератора и их гальванической развязки.

На выходе второго блока получаем четыре сигнала, которые управляют мостами ключей (третий блок). Четвертый блок — блок питания моста, представляющий собой нерегулируемый источник посто-

янного напряжения 310 В. Пятый блок — индуктор. Шестой блок содержит микроконтроллер *STM 32*, дисплей и датчики, контролирующие основные параметры индуктора.



Рис. 2

3. Заключение

Высокочастотный инвертор, благодаря использованию мостовой схемы, обладает высокой мощностью и надежностью. Конструкция не содержит дорогих компонентов. Наличие микроконтроллера позволяет контролировать основные параметры индукционного нагрева такие как, частота, напряжение, температуру в рабочей зоне и внутри изделия, например, микроблока. Блок управления обеспечивает гибкость контроля и настройки термопрофилей пайки.

4. Список литературы

- [1] Raspberry Pi 3 Model B [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b>.

MICROCOMPUTER CONTROL SYSTEM OF SOLDERING THERMO PROFILES USING INDUCTION HEATING

Hatskevich A. D., Lanin V. L.

Scientific adviser: Lanin V. L.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus

Abstract — A scheme and a prototype of a microcomputer system for control of the thermoprofile of soldering using induction heating are presented.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФЕКТОВ ПОРАЖЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ «МАШИННОГО ЗРЕНИЯ»

Нелин И. В., Лебедева Ю. М., Виноградов М. С.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Нелин И. В.
Московский авиационный институт, Россия
E-mail: vinmax98@gmail.com

Аннотация — Целью работы является развитие мысли о создании автоматической системы контроля за состоянием ЛКП и целостностью несущих конструкций самолетов гражданской и военной авиации. Описаны принципы построения сенсоров данной системы, а также возможный вариант обработки полученных данных для визуализации результатов. Данный метод является уникальным методом контроля состояния летательных аппаратов. Новизна и актуальность этого вопроса видится очевидной, а направление исследований в данной тематике весьма перспективным. Решение данной задачи способствует увеличению качества контроля состояния ЛА, сокращению времени обслуживания, а соответственно и простоя самолета, что является финансово значимым фактором для гражданской авиации и стратегически важным фактором в военной.

1. Введение

Во время эксплуатации летательного аппарата (ЛА), на его фюзеляж воздействуют различные внутренние и внешние факторы, такие как перепады температур, разность атмосферного давления, попадания в грозовые фронты, столкновения с птицами и т.д. Соответственно, с течением времени оперение и силовые элементы конструкции могут деформироваться и нуждаться в ремонте или замене, что регламентировано технической документацией изготовителя. Для упрощения и автоматизации процесса выявления дефектов, предлагается использовать систему стационарных датчиков, описанной в статье [1].

2. Основная часть

Для получения максимальной разрешающей способности и качества полученной модели ЛА, предлагается комбинировать два метода сканирования поверхности: оптический и ультразвуковой, а также обработку полученных результатов системой «машинного зрения». Отличительная особенность «машинного зрения» — абсолютная точность. Темпы развития машинных технологий стремительны. Раньше всего 70 процентов объектов распознавалось корректно, теперь точность достигает 98 процентов. Объекты не только распознаются, но и анализируются. [2]

Чтобы распознать, есть ли дефект фюзеляжа ЛА, первоначально в систему «машинного зрения» нужно загрузить эталонную модель. Для этого необходимо просканировать фюзеляж в заводском (эталонном) состоянии. Затем, сравнивая приходящую на вход системы информацию с образцовой, компьютер отображает, в каком месте присутствует дефект для дальнейшего устранения.

В систему «машинного зрения» входит два синхронизированных метода получения информации о состоянии летательного аппарата: ультразвуковой дальномер и оптическое получение изображения с дальнейшим построением 3D модели.

Полноценное моделирование несет в себе одновременное сканирование с нескольких устройств. Сканирование объектов происходит путем направления волн, представленных в виде структурированного света.

Главное преимущество использования в качестве измерителя расстояния до объекта ультразвукового дальномера заключается в том, что данный метод позволяет не только получить точное расстояние до поверхности сканируемого объекта, но и произвести не разрушаемую дефектовку поверхности (распознавать возможные трещины), сравнивая с эталоном.

Основным условием проведения сканирования является то, что объект движется относительно камеры и излучения.

В качестве источника изображения используем систему схожую с системой 3D сканеров. На объект или его часть проецируется сетка, а камеры фиксируют это изображение для составления 3D модели.

3. Заключение

Таким образом, объединив свойства и функции описанных выше устройств, можем получить датчик, удовлетворяющий потребностям системы автоматической дефектовки повреждений. Добавляя к данной системе сенсоров ЭВМ с системой машинного зрения, можно провести полноценный анализ получаемой модели ЛА и в режиме реального времени обнаружить дефекты покрытия фюзеляжа и оперения. Так как система подразумевает сканирование движущегося объекта, то процесс оценки повреждений можно совместить с транспортировкой самолета в ангар, что исключит необходимость выделения времени на осмотр и предварительную подготовку к нему, а также сократит затраты людских ресурсов.

4. Список литературы

- [1] Нелин, И. В. Автоматизированная дефектовка поражения летательного аппарата молнией / И. В. Нелин, М. С. Виноградов // Науч.-техн. вестник Поволжья. — Казань : Рашин Сайнс, 2019. — 2019. — № 6. — С. 35 — 38.
- [2] Центр2М [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://center2m.ru/vca-how-it-works>.

AUTOMATED DETECTION OF DEFECTS IN THE DESTRUCTION OF THE AIRCRAFT USING THE "MACHINE VISION".

Nelin I. V., Lebedeva J. M., Vinogradov M. S.
 Scientific adviser: Nelin I. V.
Moscow Aviation Institute, Russia

Abstract — The purpose of this work is to develop the idea of creating an automatic control system for the condition of the LCP and the integrity of the load-bearing structures of civil and military aircraft. The principles of building sensors of this system are described, as well as a possible variant of processing the received data for visualization of results. This method is a unique method for monitoring the condition of aircraft. The novelty and relevance of this issue is obvious, and the direction of research in this area is very promising. Solving this problem contributes to increasing the quality of AIRCRAFT condition control, reducing maintenance time and, consequently, aircraft downtime, which is a financially significant factor for civil aviation and a strategically important factor in the military.

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ РУДНИЧНОЙ АТМОСФЕРЫ

Евдокимов П. А., Широкова Е. И., Широков И. Б.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: evdokimov@ieee.org

Аннотация — В настоящей статье рассматривается проблема обеспечения безопасности труда при работе на рудниках. Рассмотрены основные методы контроля рудничной среды, представлена краткая оценка преимуществ и недостатков этих методов.

1. Введение

В наше время активно развивается добывающая промышленность, в частности, растет количество рудников и добывающих комплексов.

Однако стоит учитывать, что работа в таких условиях опасна, так как в рудничном воздухе вследствие взрывных работ могут содержаться оксиды азота, метан, тяжелые углеводороды и другие вредоносные газы.

Таким образом, контроль рудничной атмосферы является важной и актуальной задачей.

Целью работы был анализ основных методов контроля рудничной воздушной среды и определение перспективного направления развития в этой области.

2. Основная часть

Самым распространённым и простым в реализации является термокаталитический метод измерения концентрации газов. Принцип работы датчиков на основе этого метода следующий. Через мембрану горючий газ, диффундирует на два контролирующих элемента.

Внутри элементов размещена электроподогреваемая платиновая нить. При прохождении горючей смеси через поверхность элемента с каталитическим напылением на нём начинается реакция окисления с выделением тепла.

Повышение температуры можно регистрировать по изменению сопротивления платиновой нити внутри активного элемента, которое сопоставляется с сопротивлением пассивного чувствительного элемента. Соотношение этих сопротивлений будет пропорционально содержанию исследуемого газа в контролируемой среде.

Примером может стать сенсор на горючие газы для газоанализаторов Альтаир 4X XCell Ex [1], который, как и все датчики такого типа имеет простую конструкцию и сравнительно невысокую стоимость. Однако за счет реакции окисления срок службы такого датчиков не более 5 лет, после чего необходима его замена.

Также стоит учесть, что для беспламенного окисления горючего газа на каталитически активной поверхности элемента необходим кислород. Поэтому, если измерение производится, например, в среде чистого азота, то показания термокаталитических газоанализаторов будут значительно занижены.

Также одним из основных методов контроля газовой среды является электрохимический метод. Суть метода заключается в зависимости потенциала электродов, находящихся в среде жидкого или твердого электролита от концентрации попадающего на них газа. Зависимость обусловлена окислительно — восстановительными реакциями, возникающими на поверхностях электродов. В качестве примера реализации этого метода можно рассмотреть электро-

химические датчики XCell [2] для определения различных токсичных газов. К достоинствам этих сенсоров можно отнести высокую точность показаний даже небольших концентраций вредоносных газов и возможность определения концентрации кислорода, вплоть до 100% объема. Однако такие сенсоры имеют ограниченный срок эксплуатации даже при хранении в заведомо «чистой» атмосфере. При этом на ресурс работы и чувствительность измерений влияют такие факторы, как влажность, низкая температура, атмосферное давление.

К новым методам контроля изменения состава газовой среды можно отнести метод микроволновой фазометрии [3]. Согласно этому методу по набегу фазы микроволнового сигнала при его двукратном прохождении через исследуемую среду определяется изменение диэлектрической проницаемости среды, а следовательно, и состава воздушной смеси. При этом учитывается температура и влагосодержания среды для исключения погрешности вносимой метеорологической составляющей. Преимущества микроволнового метода измерения: высокая скорость установления показаний, защищенность датчиков от внешнего воздействия и возможность контроля большого объема пространства. Недостатком является высокая стоимость технической реализации данного метода.

В обзор были включены методы, которые в настоящее время рассматриваются или применяются для контроля рудничной среды в горно-обогатительном комбинате «Апатит».

3. Заключение

Приведенный обзор показал, что существуют различные способы контроля рудничной атмосферы, обладающие, как преимуществами, так и недостатками.

Безусловно, перспективным является метод микроволновой фазометрии с малым временем определения изменения состава газовой среды, что позволяет оперативно среагировать при утечке или выбросе газа.

4. Список литературы

- [1] Сенсор на горючие газы для газоанализаторов [Электронный ресурс] / Кипкомплект. — Режим доступа: http://www.kipkomplekt.ru/text/sens_ex.php.
- [2] XCell CO/H2S [Электронный ресурс] / Кипкомплект. — Режим доступа: http://www.kipkomplekt.ru/text/sens_co_h2s.php
- [3] И.Б. Широков, П.А. Евдокимов «Способ определения изменения содержания вредоносных газов в воздухе» Заявка на патент № 2020119796, Россия. МПК G01N 22/00 A62B 15/00 E21F 17/00 от 16.06.2020.

METHODS OF MINE ATMOSPHERE CONTROL

Evdokimov P. A., Shirokova E. I., Shirokov I. B.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the article, the problem of ensuring labor safety when working in mines is considered. The main methods of control of the mine environment are considered, a brief assessment of the advantages and disadvantages of these methods is presented.

ИЗМЕРИТЕЛЬ НАПРЯЖЁННОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

Игнатенко М. А., Зиборов С. Р., Зубков Р. Г.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: sergey.ziborov@gmail.com

Аннотация — Предложена структура цифрового измерителя напряжённости электромагнитного поля, работа которого основанная на измерении выходного напряжения измерительной антенны с встроенным детектором, которое пропорционального электрической или магнитной составляющей электромагнитного поля.

1. Введение

Одним из актуальных направлений современной радиоэлектроники является обеспечение электромагнитной совместимости радиоэлектронных устройств, реализации которого не возможна без измерения параметров электромагнитных полей, как внешних, так и самого устройства.

2. Основная часть

На рис. 1 изображена структурная схема измерителя напряжённости электромагнитного поля.

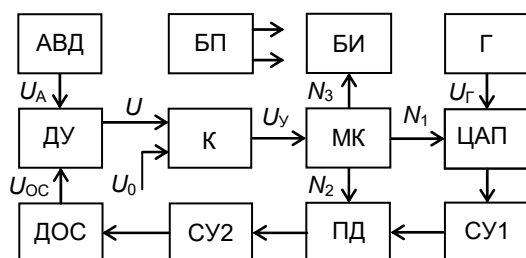


Рис. 1

При внесении антенны с встроенным детекторным АВД в электромагнитное поле выходное переменное напряжение антенны преобразуется встроенным детектором в постоянное напряжения U_A , пропорциональное либо электрической E , либо магнитной H напряжённости электромагнитного поля в зависимости от типа антенны и её ориентации в пространстве.

Напряжение U_A подается на первый вход дифференциального усилителя ДУ, на второй вход которого подается напряжение обратной связи U_{OC} . При неравенстве этих напряжений на выходе усилителя появляется напряжение U , которое поступает на сигнальный вход компаратора К. На опорный вход компаратора подается постоянное опорное напряжение U_0 , определяющее порог срабатывания компаратора.

При выполнении условия $U < U_0$, выходное напряжение компаратора соответствует уровню логического нуля. При выполнении условия $U \geq U_0$ компаратор срабатывает, и его выходное напряжение становится равным уровню логической единицы.

Выходное напряжение компаратора поступает на один из входных портов микроконтроллера МК и является для него управляющим U_y . Если уровень напряжения U_y соответствует логическому нулю, то программа микроконтроллера не запускается. Если уровень напряжения U_y соответствует логической единице, то запускается программа. и на одном из

выходных портов микроконтроллер формирует последовательность линейно нарастающих двоичных чисел N_1 , которые поступают цифро-аналоговый преобразователь ЦАП. В качестве опорного напряжения ЦАП используется гармоническое напряжений U_G с частотой 100 кГц и амплитудой 500 мВ, которое вырабатывает генератор Г. На выходе ЦАП формируется переменное напряжение, огибающая которого нарастает по ступенчатому закону. При этом ступени огибающей пропорциональны двоичному числу N_1 . Выходное напряжение ЦАП усиливается согласующим усилителем СУ1 и подается на переключатель диапазонов ПД, управляемый двоичным кодом N_2 , который вырабатывает микроконтроллер.

Выходное напряжение переключателя диапазонов усиливается согласующим усилителем СУ2 и поступает на детектор обратной связи ДОС, который преобразует это переменное напряжение в линейно нарастающей ступенчатое напряжение обратной связи U_{OC} . В момент выполнения условия $U_{OC} \geq U_A$ компаратор К переключается в исходное состояние. В результате, микроконтроллер останавливает процесс увеличения напряжения обратной связи. Одновременно с этим микроконтроллер преобразует коды N_1 и N_2 в код управления N_3 блоком индикации БИ, который индицирует результат измерения напряжённости поля.

Блок питания БП вырабатывает требуемые стабилизированные напряжения питания.

Среднеквадратическая относительная приведённая погрешность измерителя

$$\delta = \sqrt{\delta_A^2 + \delta_K^2 + \delta_{\Pi}^2 + \delta_{\text{АЦП}}^2},$$

где δ_A , δ_K , $\delta_{\text{АЦП}}$ — относительные погрешности антенны с детектором, компаратора и АЦП.

3. Заключение

Разработана структурная схема цифрового измерителя ёмкости, выбрана элементная база для его реализации и проанализирована погрешность измерения

4. Список литературы

- [1] Данилин, А. А. Измерения в радиоэлектронике: учеб пособие / А. А. Данилин, Н. С. Лавриненко. — СПб.: Изд-во Лань, 2017. — 408 с.
- [2] Афонский, А. А. Измерительные приборы и массовые электронные измерения / А. А. Афонский, В. П. Дьяконов. — М.: Солон_Пресс, 2007. — 544 с.

THE METER OF ELECTROMAGNETIC FIELD INTENSITY

Ignatenko M. A., Ziborov S. R., Zubkov R. G.

Scientific adviser: Ziborov S. R.

Sebastopol State University, Russia

Abstract — The digital meter of electromagnetic field intensity is considered. The block diagram of measuring device is worked out and a measuring error is analyzed.

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ВАРИАЦИЙ АЛАНА

¹Афонин И. Л., ¹Поляков А. Л., ²Поляков Д. А.

Научные руководители: д-р техн. наук, проф. Афонин И. Л., к.т.н., с.н.с. Поляков А. Л.

¹Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail al_polykov@inbox.ru

²Войсковая часть 17204, Россия

E-mail dima-polyakov@inbox.ru

Аннотация — Существенное влияние на точность ГСРНС оказывают показатели частотно-временной привязки. В работе проведена оценка ГСРНС на основе анализа вариаций Алана.

1. Введение

При измерении псевдодальности погрешность из-за смещения шкал времени НИСЗ непосредственно входит в погрешность измерений. Для того, чтобы эта погрешность не превышала, например, 0,3 м, смещение времени не должно превышать 1 нс.

Для повышения точности реализации системного времени сетью НИСЗ желательно сокращать период между последовательными синхронизациями, а также давать прогноз ухода частоты каждого из генераторов НИСЗ [1 — 3].

2. Основная часть

Оценка стабильности бортовых генераторов НИСЗ осуществляется на основе временного распределения при помощи двухвыборочной дисперсии (вариации Алана). Вариация Алана $\sigma_y^2(t)$ зависит от переменной t и выражает среднеквадратичное значение всех отсчетов частоты, разделенных временем t за весь период измерений T , то есть $[t_0, t_0+T]$

$$\sigma_y(t) = \left[\frac{1}{2M} \sum_{i=0}^{M-1} (y(i+1) - y(i))^2 \right]^{\frac{1}{2}},$$

где

$$M = \left\lfloor \frac{T}{\tau} \right\rfloor - 1,$$

и

$$y(i) = \frac{\langle v_1(t_0 + i \cdot \tau) \rangle_\tau - v_0}{v_0}.$$

Относительная частота в моменты времени $\langle v_1(t_0 + i \cdot \tau) \rangle_\tau$ обозначает текущую частоту тестируемого генератора, усредненную за время τ , а v_0 — частоту опорного генератора [4].

На рис. 1 представлены вариации Алана для 32-х спутников GPS. Оценки получены относительно системной шкалы времени. Каждое значение рассчитано на интервале 20 суток для времени осреднения 10^5 с. Шаг данных 1 сутки, а интервал построения графика — 10 суток. Из графиков видно, что для подавляющего большинства космических аппаратов обеих систем погрешности согласования временных шкал не превышает 4 нс. Вместе с тем, погрешности G28 — 6 нс, G01 — 9 нс, G24 — 11 нс (GPS).

Фактически, обе спутниковые навигационные системы по оценкам вариаций Алана практически не уступают друг другу, и их среднеквадратическая погрешность местоопределения из-за влияния этого показателя лежит в пределах от 1,2 до 3,3 м.

3. Заключение

Для того, чтобы получить полную оценку показателей точности спутниковых радионавигационных систем не достаточно проведения анализа вариаций

Алана. По ним можно достаточно оперативно определить те космические аппараты, задающие генераторы которых вносят «основной вклад» в погрешность работы системы и принять возможные технические меры для внесения соответствующих поправок при расчете эфемеридно-временной информации (ЭВИ) для потребителей.

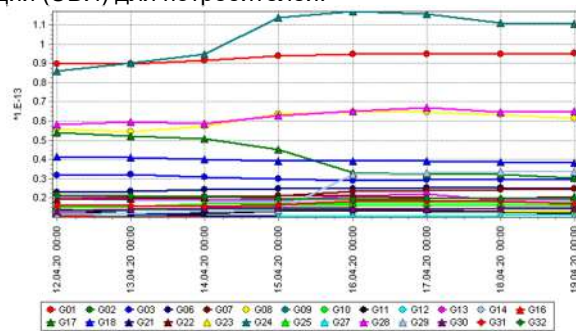


Рис. 1

4. Список литературы

- [1] Шебшаевич, В. С. Сетевые спутниковые радионавигационные системы / В. С. Шебшаевич, П. П. Дмитриев, Н. В. Иванцевич ; под. ред. В. С. Шебшаевича ; 2-е изд. — М. : Радио и связь, 1993. — 408 с.
- [2] Соловьев Ю. А. Системы спутниковой навигации / Ю. А. Соловьев. — М. : Эко-Трендз, 2000. — 270 с.

EVALUATION OF NAVIGATION SYSTEMS ACCURACY BASED ON THE ANALYSIS OF VARIATIONS OF ALLAN

¹ Afonin I. L., ¹ Polyakov A. L., ² Polyakov D. A.

Scientific adviser: Afonin I. L., Polyakov A. L.,

¹ Sevastopol state University, Russia

² Military Unit 17204, POS. The Town Of Kolomna-1, Russia

Abstract — The frequency-time binding indicators have a significant influence on the accuracy of the GSSRNS. In the paper, the SRNS was evaluated based on the analysis of Allan variations.

ИНДУКТИВНЫЙ ДАТЧИК ЭЛЕКТРОПРОВОДИМОСТИ МОРСКОЙ ВОДЫ

Янковский С. И., Сизых Д. А., Петренко А. А., Невмержицкий М. В., Фролова М. А., Дурманов М. А.

Научный руководитель: Дурманов М. А.

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», Россия

E-mail: semyon21@mail.ru

Аннотация — Рассмотрено устройство индуктивного датчика электропроводимости морской воды.

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 Российской Федерации [1].

Важным параметром, характеризующим химический состав воды, является ее солёность. Изменение этого параметра может свидетельствовать о наличии в воде нежелательных веществ, появившихся в результате, например, разлива нефтепродуктов или сброса технических отходов.

Предлагается разработка индуктивного датчика электропроводимости, входящего в состав исследовательского зонда, располагающегося на беспилотном надводном аппарате, проводящем мониторинг водной поверхности и локализирующем загрязнение.

2. Основная часть

Структурная схема разрабатываемого датчика измерения солёности (рис. 1) состоит из следующих блоков: питающего (Тр1) и измерительного трансформатора (Тр2), формирующих первичный преобразователь; генератора (Г), формирующего низкочастотный сигнал для питания первичной катушки; усилителей сигнала (У1, У2); термодатчика (ТД), предназначенного для корректировки проводимости в зависимости от температуры исследуемой жидкости; источника питания (ИП), повышающего преобразователя (ПП); а также микроконтроллера (МК), предназначенного для обработки сигналов и передачи измеренных значений на внешний модуль связи.

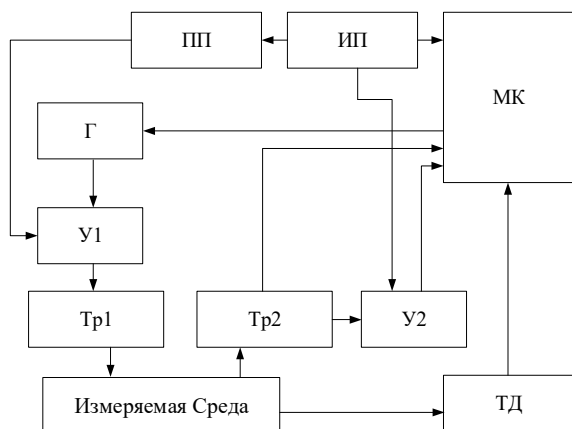


Рис. 1

При подаче переменного тока на питающую обмотку преобразователя вокруг сердечника возбужда-

ется переменное магнитное поле, под действием которого в водном витке движутся ионы, движение которых в свою очередь приводит к возбуждению переменного магнитного поля на измерительной обмотке и как следствие возникновению ЭДС индукции. Сигнал в измерительной катушке должен обуславливаться только перемещением ионов, а не переменным магнитным полем, создаваемым первичной обмоткой. По этой причине между катушками необходимо хорошее магнитное экранирование.

Напряжение на измерительной обмотке позволяет определить проводимость жидкости, по формуле [2]:

$$U_{\text{вых}} = U_{\text{пит}} \cdot \mu_0 \cdot \mu_c \cdot (w_2/w_1) \cdot 2\pi \cdot f_{\text{пит}} \cdot G_B \cdot (S_c/l_c),$$

где $U_{\text{вых}}$ — напряжение на обмотке измерительного трансформатора, $U_{\text{пит}}$ — напряжение на обмотке питающего трансформатора, μ_0 — магнитная постоянная, μ_c — относительная магнитная проницаемость тороидального сердечника, G_B — электрическая проводимость витка воды; S_c — площадь поперечного сечения сердечника, l_c — длина магнитной силовой линии сердечника, w_1, w_2 — число витков на питающей и измерительной обмотках, $f_{\text{пит}}$ — частота питающего напряжения.

Значение электропроводимости жидкости пересчитывается в солёность в соответствии с таблицей зависимости удельной проводимости морской воды от солёности и температуры.

3. Заключение

Использованный метод определения проводимости имеет ряд достоинств, наиболее существенное из которых — отсутствие гальванического контакта между исследуемой жидкостью и элементами электрической схемы индуктивного преобразователя. Кроме этого, разрабатываемое устройство имеет низкое энергопотребление и высокую точность и диапазон измерений.

4. Список литературы

- [1] Национальный экологический рейтинг [Электронный ресурс] / ООО «Зелёный патруль». Режим доступа <https://greenpatrol.ru/ru/stranica-dlya-obshchego-reytinga>.
- [2] Ковчин, И. С. Автономные океанографические средства измерений / И. С. Ковчин. — Л. : Гидрометеиздат, 1991. — 255 с.

INDUCTIVE SENSOR OF SEA WATER CONDUCTIVITY

Yankovskiy S. I., Sizih D. A., Petrenko A. A., Nevmerzhitskiy M. V., Frolova M. A., Durmanov M. A.
Scientific adviser: Durmanov M. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The device of inductive sensor of sea water conductivity is considered.

THERMAL PROCESSES IN THE METALLIZED TRACKS DURING THE FLOW OF CURRENT DISCHARGE PULSE

Evdokimova I. A., Piskun G. A., Alekseev V. F.

Scientific adviser: PhD, associate prof. Alexeev V. F.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Republic of Belarus

E-mail: piskunbsuir@gmail.com

Abstract — The thermal processes that occur in the metallized tracks, organized on semiconductor crystals of integrated circuits, during the discharge pulse of static electricity are considered. The basic formulas of heat exchange for various mechanisms of heat energy transfer are presented.

1. Introduction

Among various types of damage of IC by static electricity discharges, a prominent place belongs to the effect of melting of metallized tracks, which are narrow (with the width of a few microns), thin (thickness is about 0,5 μm), long (length is 100 μm) strips of metallization sprayed onto the surface of the oxide protective films [1 - 3].

2. Main part

When calculating the thermal regime, it is enough to consider the process of abstracting the heat flow only from the track (generally, from the most heated area of it), neglecting thermal processes of the contact pad.

Heat abstraction from the track is performed in four ways: by convection, heat radiation, heat transfer along the track and heat transfer in the depth of the semiconductor chip. The amount of heat abstracted from the metallized track per unit of time is:

— by convection (in accordance with Newton's formula) (1)

$$Q_c = \alpha_c S_c (T - T_0), \quad (1)$$

— by thermal radiation (at Stefan-Boltzmann law) (2)

$$Q_r = 4,9\varepsilon \left(\frac{T}{100}\right)^4 S_r, \quad (2)$$

— by thermal conductivity of metallized track (in accordance with the law of Fourier) (3)

$$Q_{c1} = \frac{8\lambda S}{l} (T_M - T_0). \quad (3)$$

Formulas (1) - (3) have the following denotions: α_c — coefficient of heat transfer by contact ($\text{W}/(\text{cm}^2 \times \text{K})$); S_c — area of surface participating in the heat exchange (m^2); T , T_0 , T_M — track surface temperature, ambient temperature and the temperature of track in the hottest cross section respectively (K); ε — emissivity factor of the radiating body; S_r — area of radiating surface (m^2); λ — coefficient of thermal conductivity of track ($\text{W}/\text{m} \times \text{K}$); l — track's length (m); S — cross-sectional area (m^2).

Thermal model of multilayer structures with multiple interacting heat sources on surface is very cumbersome for the analysis of dynamics of the flow of electrothermal processes. A rigorous solution of the problem of thermal transient characteristic of such model is associated with great mathematical difficulties and usually leads to the solution in form of an infinite series [1]. However, the model can be significantly simplified, if we take into account the difference between values of thermal resistance and thermal diffusivity of the individual layers and undesirable spreading of heat flow in the thin layers formed on the chip.

Based on the foregoing, we can make the following conclusions:

— silicon chip, that has a relatively small value of thermal resistance and a large thermal inertia, is an ideal heat abstraction for considered process;

— sprayed tracks are characterized with negligible warm-up time and can be considered as instantly heating layers with a low thermal resistance;

— the most significant part of thermal resistance is concentrated in the layers of lead-silicate glass and silicon oxide; moreover the value of this resistance, during the flow of current discharge pulse through the tracks, depends strongly on the ratio between the discharge time constant and thermal time constant of these layers.

The main way to increase the thermal stability of metallized tracks on the effects of static electricity discharge is to spray thicker and rather dense layers of metallization of materials with high electrical conductivity [1].

3. Conclusion

The main way to increase the thermal stability of metallized tracks on the effects of static electricity discharge is to spray thicker and rather dense layers of metallization of materials with high electrical conductivity [1].

4. References

- [1] The Impact of ESD on Microcontrollers / G. A. Piskun [et. al.]; edited by V. F. Alexeev. — Minsk : Kolorgrad, 2018. — 184 p.
- [2] Брылева, О. А. Основные механизмы повреждения микроконтроллеров вследствие влияния электростатических разрядов / О. А. Брылева, В. Ф. Алексеев, Г. А. Пискун // Вестник Белорусско-Российского университета. — 2013. — № 2 (39). — С. 130—137.
- [3] Алексеев, В. Ф. Моделирование тепловых полей электронных систем в среде ANSYS / В. Ф. Алексеев, Д. В. Лихачевский, Г. А. Пискун // BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня : сб. матер. VI Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 20—21 мая 2020 г. ; в 3 ч. — Минск : Бестпринт, 2020. — Ч. 3. — С. 282—286.

ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В МЕТАЛЛИЗИРОВАННЫХ ДОРОЖКАХ ВО ВРЕМЯ ИМПУЛЬСА РАЗРЯДА СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

Евдокимова И.А., Пискун Г.А., Алексеев В.Ф.

Научный руководитель: Алексеев В.Ф.

Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники,
Республика Беларусь

Аннотация — Рассмотрены тепловые процессы, которые происходят в металлизированных дорожках, организованных на полупроводниковых кристаллах интегральных схем, во время импульса разряда статического электричества. Представлены основные формулы теплообмена для различных механизмов переноса тепловой энергии.

СИСТЕМА СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ ДАТЧИКОВ ТОКА ВАКУУМНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Мальцев Р. В., Начаров Д. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Начаров Д. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: rodion.evpatoriya@gmail.com

Аннотация — Разработаны структурная схема, принципиальная схема и принцип работы системы сбора и обработки данных при испытаниях датчиков тока вакуумных выключателей постоянного тока.

1. Введение

Проведение испытаний является неотъемлемой частью как научно-исследовательских, так и опытно-конструкторских работ. В процессе испытаний существует необходимость сбора и обработки множества данных о специфических параметрах испытуемого объекта. В общем случае, невозможно разработать и создать такую универсальную систему, которая позволяла бы одинаково успешно испытывать различные образцы технических устройств или систем. При этом нередко системы сбора и обработки данных испытаний также имеют функциональность управления ходом эксперимента, включая функции контроля внешних воздействий и формирования управляющих сигналов. Для проведения испытаний, а именно — сбора и обработки данных испытаний, управления ходом испытаний датчиков тока (ДТ) вакуумных выключателей постоянного тока (ВВПТ) на работоспособность в условиях термоциклирования и ударно-колебательных нагрузок предлагается следующая система.

2. Основная часть

Структурная схема системы сбора и обработки данных при испытаниях ДТ ВВПТ представлена на рис. 1.

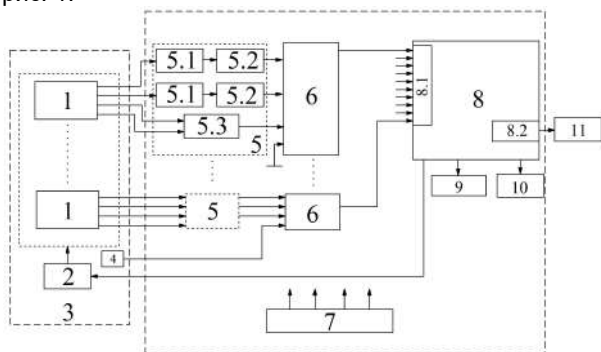


Рис. 1

Принцип функционирования системы следующий. Согласно программы испытаний происходит управление электромагнитом (ЭМ) (2), создающим ударно-колебательное воздействие на кассету (набор) ДТ (1). При этом на ДТ подается питающее напряжение +12 В и -12 В. Перед подачей питающих напряжений происходит измерение уровней напряжения на выходе блоков питания (7).

Через 1 — 5 секунд после подачи питающих напряжений на ДТ происходит измерение токов потребления ДТ посредством преобразования блоком (5.1) токов в напряжение и последующего усиления напряжений блоком (5.2), а также измерение выход-

ного сигнала ДТ, с предварительным усилением дифференциальным услителем (5.3), посредством модуля АЦП (8.1) микроконтроллера (МК) (8).

Все сигналы от ДТ, сигнал от термодатчика (4) и сигналы от блоков питания коммутируются на входы АЦП с помощью мультиплексоров 4-в-1 (6), управление которыми осуществляет МК.

Программное обеспечение (ПО) МК реализует программу испытаний посредством управления цепями питания ДТ и ЭМ. Также ПО конфигурирует и контролирует модуль АЦП, осуществляет обработку данных измерений. После обработки данных они сохраняются во внешнюю энергонезависимую память (9).

Посредством интерфейса USB (8.2) МК может быть подключен к персональному компьютеру (11) для передачи сохраненных данных измерений и/или конфигурации ПО. В течении работы системы сбора и обработки данных средства индикации (10) осуществляют индикацию служебных событий для быстрого оповещения оператора о возникшем отказе ДТ или источников питания, а также о штатном функционировании системы.

Питание узлов системы осуществляется от серийно производимого внешнего источника питания с несколькими выходными напряжениями (7) для питания микроконтроллера, мультиплексоров, усилителей напряжения, ДТ, ЭМ и других узлов системы.

Климатическая камера (3) обеспечивает термоциклирование в заданном диапазоне температур.

3. Заключение

В работе разработана структурная схема, принципиальная схема и описан принцип работы системы сбора и обработки данных при испытаниях датчиков тока вакуумных выключателей постоянного тока. Данная система позволяет не только собирать и обрабатывать данные во время проведения испытаний, но и также управлять ходом испытаний. В частности, в системе предусмотрено управление подачей питающих напряжений на датчики тока, также управление электромагнитом для формирования ударно-колебательных нагрузок согласно программе испытаний.

DATA ACQUISITION AND PROCESSING SYSTEM FOR DC VACUUM CIRCUIT BREAKERS CURRENT SENSORS TESTS

Maltsev R. V. Nacharov D. V.

Scientific adviser: Nacharov D. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The block diagram, the schematic diagram and the operation principle of the data acquisition and processing system for dc vacuum circuit breakers current sensors tests are presented.

КОНТРОЛЛЕР ПОЛЁТА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Сизых Д. А., Янковский С. И., Петренко А. А., Фролова М. А., Дурманов М. А.

Научный руководитель: Дурманов М. А.

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», Россия

E-mail: daniego@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен состав и принцип работы контроллера полета беспилотного летательного аппарата. Приведены его отличительные особенности и достоинства перед аналогами.

1. Введение

Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в настоящее время становится все актуальнее. Для управления летательными аппаратами такого типа применяется контроллер полета. Готовые полетные контроллеры, состоящие из низкокачественной элементной базы, имеют низкую стоимость и ограниченный функционал, а контроллеры, состоящие из элементной базы среднего и высокого качества с расширенным функционалом, имеют высокую стоимость [1]. Целью работы является разработка собственного контроллера полета беспилотного летательного аппарата на основе элементной базы среднего и высокого качества.

В работе представлена структурная схема контроллера полета БПЛА и рассмотрен принцип её работы.

2. Основная часть

Структурная схема контроллера полета БПЛА, показанная на рис. 1, состоит из шести функциональных узлов: микроконтроллер *ATmega328p* (МК); приемопередающее устройство *NRF24L01+* (ПП); карта памяти (КП); расширитель портов *PCA9685* (РП); индикация (И) и периферийные датчики (ПД), к которым относятся гироскоп и акселерометр *MPU-6050*, магнитометр *HMC5883L*, *GPS*-модуль *NEO-6M*, барометр *BMP180*, выступающий в роли датчика высоты, датчик температуры окружающей среды, датчик напряжения аккумуляторной батареи и датчик тока использующий эффект Холла.

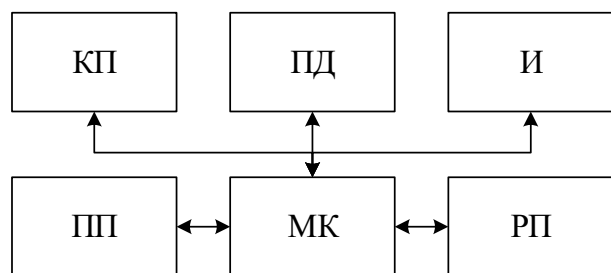


Рис. 1

Рассмотрим принцип работы полетного контроллера. Микроконтроллер, входящий в состав пульта управления беспилотным летательным аппаратом, собирает данные о положении потенциометров (рулей управления) и, используя радиопередатчик, отправляет сформированный пакет данных на радиоприемник, входящий в состав полетного контроллера. Микроконтроллер, входящий в состав полетного контроллера принимает и сохраняет в памяти данных полученный пакет. Затем он посылает запрос об ориентации и координатах в пространстве перифе-

рийным датчикам и сохраняет в памяти данных полученный ответ. Все полученные данные микроконтроллер анализирует и вычисляет необходимые значения скорости моторов и углов отклонения сервоприводов, формируя пакет данных. Данный пакет он отправляет на микросхему-расширитель портов с широтно-импульсной модуляцией. Расширитель портов формирует на своих выводах сигналы с заданной частотой и скважностью, управляющие оборотами моторов и углами отклонения сервоприводов. Микроконтроллер формирует общий пакет всех данных, сформированный за последний цикл выполнения программного кода, и сохраняет его на внешний *flash*-накопитель. Из данных всех датчиков он формирует пакет «телеметрии» и, используя радиопередатчик, отправляет данный пакет на приемник пульта управления. Микроконтроллер пульта управления обрабатывает полученный пакет и отображает данные на графическом индикаторе.

3. Заключение

Разрабатываемый полетный контроллер имеет следующие отличительные особенности. Радио приемопередатчик является интегрированным в плату полетного контроллера, что позволит уменьшить общую массу электронного блока управления, а также увеличит надежность и упростит процесс эксплуатации. В полетном контроллере предусмотрен разъем для *flash*-накопителя формата *MicroSD*. Для управления моторами и сервоприводами на схему полетного контроллера добавлен расширитель портов с поддержкой широтно-импульсной модуляции, что позволит управлять одновременно шестнадцатью моторами или сервоприводами.

4. Список литературы

- [1] Обзор контроллера полетов KK Multicopter [Электронный ресурс] / Обзоры квадрокоптеров — Режим доступа: <http://quad-copter.ru/kk-multicopter.html>.
- [2] Preliminary Product Specification v1.0 [Электронный ресурс] / SparkFun Electronics — Режим доступа: https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/SMD/nRF24L01Plus_Preliminary_Product_Specification_v1_0.pdf.

UNMANNED AERIAL VEHICLE FLIGHT CONTROLLER

Sizykh D. A., Yankovskiy S. I., Petrenko A. A.,

Frolova M. A., Durmanov M. A.

Scientific adviser: Durmanov M. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The composition and principle of operation of the flight controller of an unmanned aerial vehicle are considered. Its distinctive features and advantages over analogues are given.

АНАЛИЗ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОЛИВА

Миць Р. С.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: onemoment.ua@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены режимы работы системы автоматического полива: режим поддержания уровня влажности почвы и режим периодического полива. Определены достоинства и недостатки этих методов.

1. Введение

Орошение садовых культур является одним из основных факторов создания оптимальных условий благоприятного роста, развития и плодоношения. Почвенная влага является единственным природным источником воды для растений. Высыхание растений указывает на недостаток влаги, говорящий о том, что пропущен очередной срок полива. Для решения этой проблемы используются автоматические системы полива. В данной статье рассмотрим две простейшие реализации системы автоматического полива: режим периодического полива и режим поддержания уровня влажности почвы. Рассмотрим их достоинства и недостатки.

2. Основная часть

В режиме периодического полива полив запускается раз в заданный пользователем период (минуты, часы, дни) на заданное пользователем время [1]. Также можно привязать полив к определенному времени суток. Принцип работы режима заключается в обращении к таймеру для определения необходимости полива без учета значения влажности почвы. Для настройки данного режима пользователь вводит два значения: период полива и длительность полива.

В режиме поддержания уровня влажности почвы необходимость полива определяется показаниями датчика влажности и заданным пользователем уровнем влажности [2]. Полив запускается, если результат измерения датчика ниже заданного пользователем значения влажности почвы. Очевидно, что поддержание постоянного значения влажности почвы принципиально невозможно, поэтому в подобных системах задается «коридор» допустимых значений: максимально допустимое и минимально допустимое значение влажности почвы. Эти данные вводятся пользователем, однако можно ограничиться только введением среднего значения требуемой влажности почвы, задав предварительно в устройстве управления системой автоматического полива максимальное допустимое отклонение влажности почвы от пользовательских уставок. Таким образом, можно упростить настройку режима поддержания уровня влажности до ввода пользователем лишь одного параметра. При этом следует учитывать, что в таком случае пользователь не будет иметь возможность контролировать диапазон изменения влажности почвы.

В отличие от режима периодического полива, режим поддержания влажности почвы учитывает влияние внешних факторов благодаря наличию элемента обратной связи. Основными внешними факторами, влияющими на влажность почвы, являются осадки и нагрев солнцем почвы. В то время, как система автоматического полива в режиме периодического полива будет продолжать поливать растения даже во время выпадения атмосферных осадков, система автомати-

ческого полива в режиме поддержания уровня влажности будет ориентироваться на результат измерения датчика влажности. Возможен и противоположный случай, когда из-за засушливой погоды почва недостаточно увлажняется системой автоматического полива, работающей в режиме периодического полива при заданных значениях периода и длительности полива. Таким образом, режим поддержания влажности более предпочтителен при наличии существенного влияния внешних факторов на влажность почвы.

При отсутствии внешних факторов имелась бы возможность пересчитать границы допустимых значений влажности почвы в период и длительность полива, и наоборот. Хотя полностью избавиться от внешних факторов невозможно, можно свести их влияние к минимуму: закрыть урожай от дождя, выращивать урожай с контролем температуры. В таких условиях режим периодического полива может быть более предпочтительным.

3. Заключение

Рассмотренные в данной статье режимы имеют разные сферы применения.

Режим поддержания уровня влажности максимально эффективен при сильном влиянии внешних факторов на влажность почвы, даёт возможность большего контроля над влажностью почвы, чем режим периодического полива.

Режим периодического полива достаточен при малом воздействии внешних факторов на влажность почвы, при этом система автоматического полива, реализующая данный метод, будет иметь меньшую стоимость, чем система, реализующая поддержание влажности почвы, поскольку не использует датчик влажности для автоматизации полива. Однако этот режим менее универсален, в сравнение с режимом поддержания влажности.

4. Список литературы

- [1] Блок управления поливом 4030 Classic 24 V. Инструкция по эксплуатации [Электронный ресурс] / Gardena. — Режим доступа: <https://merchiumru.gcdn.co/users/41559/images/companies/1/1283.pdf>.
- [2] Проектирование автоматизированных систем. Метод. указания по курсовому проектированию для студентов по направлению 15.03.04 «Управление в технических системах» и 27.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств». — СПб.: СПбГЛТА, 2014. — 85 с.

ANALYSIS OF OPERATING MODES OF AUTOMATIC IRRIGATION SYSTEM

Mits R. S.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The modes of operation of the automatic irrigation system are considered: the mode of maintaining the soil moisture level and the mode of periodic irrigation. The advantages and disadvantages of these methods are determined.

МОДУЛЬ ДАТЧИКОВ КОНТРОЛЯ ПРОЦЕССОВ БЫТОВОЙ ДИСТИЛЛЯЦИИ

Петренко А. А., Кузьменко В. А., Невмержицкий М. В., Ткаченко В. С., Мединский А. А.

Научный руководитель: Кузьменко В. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: aapetrenkosevsu@gmail.com

Аннотация — Разработан модуль датчиков контроля процессов бытовой дистилляции, который может использоваться в домашних условиях. Составлена программа для микроконтроллера разрабатываемой системы. Подготовлены чертежи электрических схем модуля датчиков контроля процессов бытовой дистилляции.

1. Введение

Применение модуля датчиков контроля процессов бытовой дистилляции в настоящее время становится всё актуальнее. Наличие большого разнообразия датчиков делает задачу простой, а значит доступной практически каждому члену общества. На мировом рынке существует достаточное количество выпускаемых систем контроля различной конструкции и стоимости, однако систем бюджетных и универсальных не так много. Существующие системы, в большинстве своём, являются стандартными (заводскими). Таким образом, актуальным является разработка недорогого модуля датчиков контроля процессов бытовой дистилляции, который был бы недорог и прост в эксплуатации.

2. Основная часть

Причин, по которым именно ректификационная колонна (РК) остро нуждается в автоматике достаточно много. Процесс ректификации достаточно длительный и нет возможности всегда находиться рядом с колонной, поэтому необходимо создать устройство, контролирующее процесс.

РК очень чувствительна к подводимой мощности, поэтому нужен плавный регулятор, а при нестабильном напряжении в сети (практически везде) крайне желательно со стабилизацией выходного напряжения. Имея такой источник без труда можно с очень большой точностью подобрать рабочую мощность колонны [1].

Кроме стабильной мощности необходимо следить за стабильностью температуры в теле колонны. Если посмотреть на таблицу кипения спирта в зависимости от концентрации, то становится понятно, чтобы иметь на выходе спирт высокого качества нужно удерживать температуру на входе в дефлегматор в очень узком диапазоне в пределах нескольких сотых долей градуса. Для этого прибегают к установке термодатчика в нижней части колонны (обычно 20 — 25 см от куба), что позволяет контролировать температуру в пределах нескольких десятых долей градуса, дальнейшая же стабилизация температуры и приближение её к точке кипения азеотропа, по мере подъёма по колонне к дефлегматору, обеспечивается разделительной способностью колонны. Проще говоря удерживая температуру в нижней трети колонны в диапазоне отклонений 0,1 — 0,5 грамм, можно быть уверенным, что в дефлегматор попадает идеально очищенный спирт [2].

На основании существующих систем контроля процессов бытовой дистилляции было принято решение о разработке собственного модуля

датчиков контроля процессов бытовой дистилляции. Модуль датчиков должен иметь большой функционал, низкую стоимость и простоту реализации. На рис. 1 приведена структурная схема устройства.

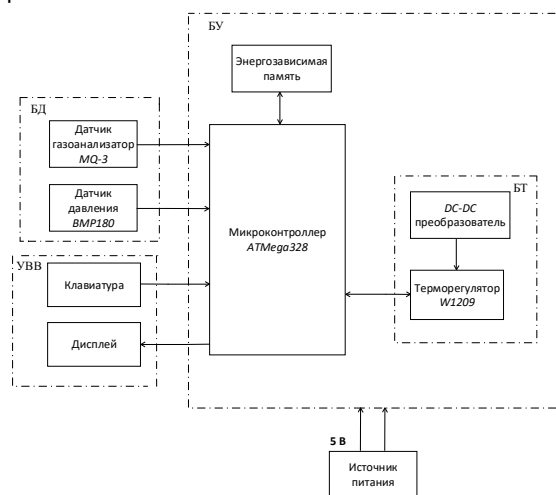


Рис. 1

3. Заключение

Проведен обзор современных систем модулей контроля процессов бытовой дистилляции, на основании чего были сделаны выводы об основных функциях и оптимальном принципе построения системы. Была выполнена разработка модуля датчиков контроля процессов бытовой дистилляции.

4. Список литературы

- [1] Степанов, И. С. Как сделать самогон / Степанов И. С., — М.: Лабиринт, 2000. — 48 с.
- [2] Белов, А. В. Конструирование устройств на микроконтроллерах / Белов А. В. — М.: Наука и техника, 2005. — 60 с.

UNIT OF SENSORS FOR MONITORING THE PROCESSES OF HOUSEHOLD DISTILLATION

Petrenko A. A., Kuzmenko V. A., Nevmerzhitskiy M. V.,
Tkachenko V. S., Medinskiy A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A sensor module for monitoring the process of household distillation, which can be used at home, has been developed. A program for the microcontroller of the system under development has been compiled. Drawings of electrical diagrams of the sensor module for monitoring the processes of household distillation have been prepared.

ЛОГАРИФМИЧЕСКИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ МОЩНОСТИ

Смекодуб В. А., Щекатурин А. А.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: Budkomes@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрены структурная схема логарифмического измерителя мощности с учетом реальной схемной реализации. Проведен анализ работы структуры измерителя мощности.

1. Введение

Современные измерители мощности для устройств НЧ диапазона обладают высокой точностью и малыми погрешностями измерения. Однако их схемы обладают очень высокой сложностью и относительно высокой стоимостью. Не всегда требуется высокая точность измерений в особенности при постоянном мониторинге рассеиваемой мощности на нагрузке. Когда есть необходимость наблюдать больше качественные параметры нежели точные значения. В данном случае применяются стрелочные индикаторы которые обладают большей наглядностью но и меньшей точностью.

С целью получения более обобщенной и наглядной информации о измеряемой мощности была разработана схема простого логарифмического измерителя мощности, который в качестве индикатора использует стрелочное табло. А логарифмическая зависимость позволяет увеличить динамический диапазон.

2. Основная часть

Измеритель мощности построен по классической схеме измерителей мощности. Входной сигнал поступает на вход операционного усилителя который имеет логарифмическую зависимость коэффициента усиления. Операционный усилитель так же выполняет функцию выделения среднего значения сигнала. Далее сигнал проходит через однополупериодный выпрямитель, это сделано по причине того, что стрелочный индикатор работает только с однополлярным управляющим напряжением. После операции выпрямления сигнал поступает на устройство выборки и хранения, эта операция необходима для точного отслеживания максимальных выбросов мощности. Таким образом мы отслеживаем пиковые значения среднего уровня измеренной мощности. Отклонения от среднеквадратичных значений составляет не более 10%.

Рассмотрим более детально схему приведенную на рис. 1. С целью упрощения схемы реализации применяется микросхема K157ДА1, в ней реализованы операции усиления, выделения среднего значения сигнала и однополупериодное выпрямление. С целью задания усиления по логарифмическому закону применен транзистор включенный в качестве диода. Транзистор является частью транзисторной сборки КР159НТ1В, где находится еще один транзистор. Второй транзистор выполняет функцию нагревательного элемента. Таким образом реализована функция термостатирования логарифмического усилителя. С выхода микросхемы K157ДА1 сигнал поступает на вход микросхемы КР1100СК2 которая выполняет функцию выборки и хранения сигнала. Задающий генератор управляет частотой сброса устройства выборки и хранения. Таким образом

можно регулировать постоянную времени интегрирования.

На рис.1 приведена структурная электрическая схема измерителя мощности.



Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, была проведена разработка структурной и принципиальной измерителя мощности НЧ. Устройство полностью соответствует заданным требованиям.

4. Список литературы

- [1] Титце, У. Полупроводниковая схемотехника / У. Титце, К. Шенк ; 12-е изд. ; пер. с нем. — М. : ДМК Пресс, 2008. — Т. 1. — 832 с.
- [2] Учеб. пособие по дисциплине «Электронные устройства на аналоговых и аналогово-цифровых интегральных схемах» для студентов очной и заочной форм обучения высших учебных заведений радиотехнических и телекоммуникационных специальностей / СевГУ; Сост. И. Л. Ветров. — Севастополь: Изд-во СевГУ, 2005. — 173 с.

LOGARITHMIC POWER METER

Smekodub V. A., Shekaturin A. A.

Scientific adviser: Shekaturin A. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A block diagram of a logarithmic power meter is considered, taking into account the real circuit implementation. The work of the power meter structure is analyzed.

АО «КБ Радиосвязи»

299053 г. Севастополь,
Фиолентовское шоссе 1/2
Тел. (8692) 53-76-17, 53-76-19



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

СОВРЕМЕННЫЕ ЦВЕТОВЫЕ СИСТЕМЫ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ

Жбанова В. Л.¹, Жбанов И. Л.²

¹ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, Россия

²Военная академия ВПВО ВС РФ, Россия

E-mail: vera-zhbanova@yandex.ru

Аннотация — В исследовании рассмотрено влияние выбора цветового пространства на изменение цветового различия контрольных цветов при работе с матричными фотоприемниками. В работе предложен программный метод исследования цветопередачи изображения, получаемого цифровыми устройствами.

1. Введение

Спектральные характеристики фотоприемников у разных изготовителей заметно отличаются друг от друга и от функций сложения рабочей системы RGB. Этим можно объяснить различие в качестве цветопередачи у разных цифровых устройств. В работе предложен программный метод исследования цветопередачи изображения, получаемого цифровыми устройствами, основанный на подборе для каждого матричного фотоприемника индивидуального цветового пространства. Для анализа и оценки возможностей спектральных характеристик матричных фотоприемников применен метод контрольных 14 цветов из атласа Манселла.

2. Основная часть

Проведен анализ полученных параметров 14 цветов по различным критериям для 7 цветовых пространств (рис. 1): 1 — M1N1P1; 2 — Wide Gamut RGB; 3 — ProPhoto RGB; 4 — AdobeRGB; 5 — DCI-P3 RGB; 6 — PAL/SECAM; 7 — sRGB [1]. Также изучено влияние выбора цветового пространства на изменение координат источника 6500 К. Основываясь на параметрах цветового различия контрольных цветов, возможно выбрать оптимальное цветовое пространство для работы с конкретным матричным фотоприемником.

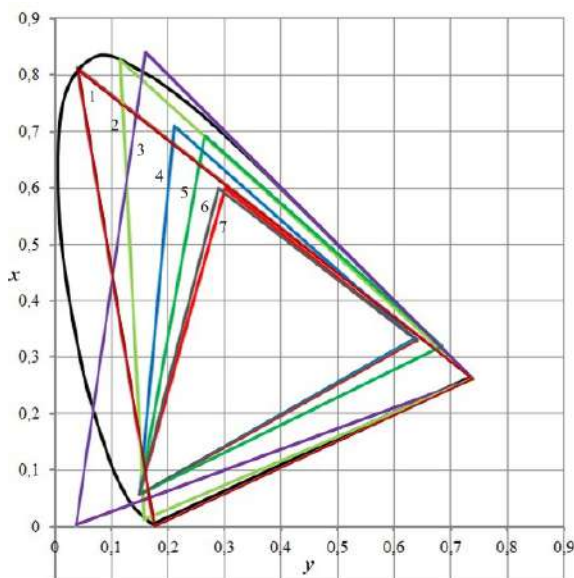


Рис. 1

Были исследованы три вида матричных фотоприемников Sony, Agilent, Kodak [2]. Таким образом, чем больше второстепенных максимумов у кривых приемника, тем меньше должно быть тело цветового

охвата, с большими отрицательными ветвями, которые, возможно, и компенсируют второстепенные максимумы приемника.

По результатам исследования наилучшими цветовыми пространствами можно назвать DCI-P3 RGB, M1N1P1, которые не имеют особых замечаний и даже включают некоторые лучшие результаты по всем матрицам. Несмотря на это, наилучшей стала матрица Sony с рабочим цветовым пространством Wide Gamut RGB с наименьшими цветовыми искажениями по всем группам контрольных образцов. В табл. 6 представлено во сколько раз цветовое различие у других матричных фотоприемников с различными системами больше, чем у Sony с цветовым пространством Wide Gamut RGB. Наихудшие результаты оказались у Agilent с отношением в 5,11 раза. У приемника Kodak абсолютные значения отличаются на сотые доли. В целом лучшим приемником стала матрица Sony, лучшие результаты по всем показателям в сравнении с другими, а цветовыми пространствами без замечаний DCI-P3 RGB, M1N1P1. Это значит, что новая система DCI-P3 RGB может быть весьма конкурентоспособной перед sRGB и AdobeRGB. И все же необходимо дополнительно разрабатывать новые пространства, т.к. и система M1N1P1 показала хороший результат и имеет ряд преимуществ.

3. Заключение

Формы спектральных характеристик матричных фотоприемников напрямую влияют на результаты цветового разрешения. Не всегда большой цветовой охват показывает лучшие результаты, многое зависит от матрицы. Но как показали результаты исследования, недостатки кривых приемника можно уменьшить подбором определенного рабочего цветового пространства. Это возможно предусмотреть предварительным расчетом цветового различия контрольных цветов.

4. Список литературы

- [1] Жбанова, В. Л. Системы цветоделения матричных фотоприемников : монография / В. Л. Жбанова. — Смоленск : Универсум, 2019. — 186 с.
- [2] Zhbanova, V. L. A method of improving colour rendition of digital photo- and videocameras / V. L. Zhbanova, V. V. Nubin // Light & Engineering, 2014. — Vol. 22. — No 2. — p. 84—89.

MODERN COLOR SYSTEMS OF DIGITAL DEVICES

Zhbanova V. L.¹, Zhbanov I. L.²

¹The Branch of National Research University "Moscow Power Engineering Institute" in Smolensk, Russia

²Military Academy VPVO Armed Forces of the Russian Federation, Russia

Abstract — The influence of color space selection on the change in color difference of control colors when working with matrix photodetectors is considered. In the paper, a program method for studying the color rendering of an image, obtained by digital devices, is proposed.

МЕТОДЫ ИНТЕРПОЛЯЦИИ ЦВЕТА ЦИФРОВЫХ МАТРИЧНЫХ ФОТОПРИЕМНИКОВ

Жбанова В. Л.

ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, Россия

E-mail: vera-zhbanova@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрены методы интерполяции цвета матричных фотоприемников пространственного типа цветоделения. Представлены результаты применения этих методов к матричным фотоприемникам двухслойного типа.

1. Введение

Каждый матричный фотоприемник имеет определенный шаблон пространственного цветоделения, состоящий из основных (красных, зеленых, синих) и дополнительных (сине-зеленый, желтый, изумрудный и др.) цветов. Для получения полноцветного изображения необходимо применение интерполяции. Были разработаны различные методы интерполяции цвета для стандартных матричных фотоприемников. Предложены многослойные матричные фотоприемники на основе оптических свойств кремния. Слои распределены таким образом, что в одном пикселе происходит регистрация двух основных цветов, что может значительно упростить алгоритм интерполяции цветов [1].

2. Основная часть

Простейшие методы, называемые линейными, осуществляют интерполяцию с помощью полифазной фильтрации. К этому классу относятся метод ближайшего соседа, билинейная и бикубическая интерполяции, фильтр Ланцоша и др. Типичные артефакты, вызываемые линейными методами, таковы: размытость деталей, эффект Гиббса (ложное оконтуривание) и зазубренность наклонных границ. Одновременно подавить все 3 артефакта линейными методами невозможно. Более сложные методы интерполяции анализируют изображение и адаптируют веса интерполяции для уменьшения размытия границ. Адаптация может быть явной, когда веса интерполяции вдоль градиента изображения уменьшаются, и неявной. Наиболее качественных результатов достигают методы суперразрешения, итерационно получающие результирующее изображение как решение системы уравнений, где рассматривается задача качественного уменьшения схематичных изображений, эмблем. При этом интересно только «чистое» масштабирование, без использования ретаргетинга. Также уже предложены методы получения изображений повышенной чёткости с помощью специального выбора ядра фильтрации и поиска оптимальных субпиксельных сдвигов (хинтования) [2].

Самые простые методы: билинейная или бикубическая интерполяция, имеют быстрое исполнение, но при этом самое низкое качество обработки.

К адаптивному методу можно отнести также краеадаптивный метод. Результирующее качество интерполяции цветовых соотношений зависит от качества исходной интерполяции зеленого цвета.

Алгоритм демонстрации Киммеля включает в себя 3 этапа: интерполяция зеленого цвета, интерполяция красного и синего цветов с использованием интерполированного зеленого цвета, стадия коррекции. Это наиболее интересный и качественный метод.

Линейный, адаптивный и метод Киммеля, а также их комбинации применены к двухслойным матричным фотоприемникам, представленным на рис. 1.

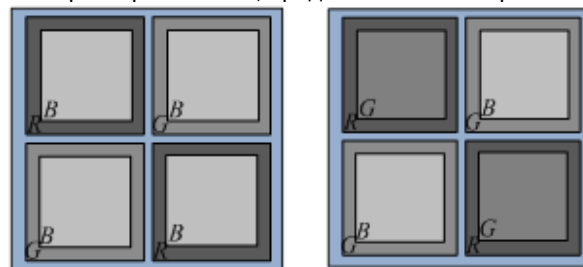


Рис. 1

В таблице 1 представлены результаты интерполяции стандартных методов и гибридных (с применением различных методов в одном алгоритме), разработанных для двухслойных матриц.

Таблица 1

Метод	Варианты	Кол-во раб. пикс.	Лин. ур-я	Квадр. ур-я	Упр. в раз
Линейный	Станд.	4	3	0	1,4
	Гибр.	2	3	0	
Адаптивный	Станд.	4	4	4	2
	Гибр.	2	2	2	
Киммеля	Станд.	6	11	4	1,23
	Гибр.	4	11	2	

3. Заключение

Разработаны алгоритмы интерполяции для матричных фотоприемников двухслойного типа. В результате предложенных гибридных методов интерполяции для представленных систем происходит упрощение алгоритма в 2 раза, уменьшается количество квадратных уравнений, уменьшается количество рабочих пикселей.

4. Список литературы

- [1] Жбанова, В. Л. Моделирование хода лучей в матричном фотоприемнике с многослойной структурой / В. Л. Жбанова, Ю. Б. Парвулюсов // Геодезия и аэрофотосъемка. — 2014. — № 4. — С.108 — 113.
- [2] Жбанова, В. Л. Системы цветоделения матричных фотоприемников : монография / В. Л. Жбанова. — Смоленск : Универсум, 2019. — 186 с. — ISBN 978-5-91412-392-2.

METHODS OF COLOR INTERPOLATION FOR DIGITAL MATRIX PHOTO RECEIVERS

Zhbanova V. L.

The Branch of National Research University
"Moscow Power Engineering Institute" in Smolensk,
Russia

Abstract — Methods of color interpolation of matrix photodetectors of spatial color separation type are considered. The results of applying these methods to two-layer array photodetectors are presented.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ГОЛОСОВОЙ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ В СРЕДЕ MATLAB

Маргарян М. С., Бадалян Б. Ф., Гомцян С. Г.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Бадалян Б. Ф.

Национальный политехнический университет Армении, Армения

E-mail: agentben@rambler.ru

Аннотация — Рассмотрена проблема построения биометрической системы идентификации личности по голосу, которая может успешно применяться в приложениях разграничения доступа. В среде MATLAB смоделирован графический интерфейс для анализа и идентификации тестовых голосовых данных.

1. Введение

Интенсивные темпы развития и широкое применение современных информационно-телекоммуникационных систем обострили проблему защиты конфиденциальной информации. Одной из распространенных средств защиты информации является разграничение доступа, включающая в себе аутентификацию и идентификацию.

Среди громадного рынка средств разграничения доступа особый интерес представляют биометрические технологии идентификации, основанные на принципах измерения и анализа уникальных и неотъемлемых характеристик человеческого организма. Такими характеристиками являются отпечатки пальцев, радужная оболочка и сетчатка глаза, лицо (статические методы идентификации), голос, подпись, клавиатурный почерк (динамические методы идентификации) и т.д.

2. Основная часть

Среди методов динамической или поведенческой идентификации интенсивно развивается голосовая идентификация, что обусловлено универсальностью и простотой аппаратно-программной реализации данной технологии.

Процесс голосовой идентификации личности состоит из следующих этапов: получение речевого сигнала, выделение отличительных признаков голоса, сравнение полученного образца голоса с шаблоном из базы данных и принятие решения «допуск/отказ» [1].

На этапе получения голосового сигнала, сигнал с выхода микрофона подвергается аналого-цифровому преобразованию, импульсно-кодовой модуляции и помещается в формат файла-контейнера (Waveform Audio File Format) для хранения записи оцифрованного аудиопотока.

Извлечение отличительных признаков обычно происходит с помощью Фурье-преобразования, вейвлет-преобразований, линейного предсказания и т.д. Коэффициенты преобразований выступают в качестве признаков. В данной работе было применено кратковременное или оконное преобразование Фурье с оконной функцией Хэмминга [2].

Далее осуществляется переход к мел-шкале, которая линейна при частотах ниже 1 кГц и логарифмическая при частотах выше 1 кГц.

На этапе классификации вычисляется вектор характеристики, который впоследствии сравнивается с базой голосовых записей. Для реализации процесса сравнения голосовых образцов использовано нейросетевое сравнение при помощи самоорганизующейся сети Кохонена.

На заключительном этапе система принимает решение разрешить или отказать пользователю в доступе.

В соответствии с перечисленными этапами, в среде MATLAB R2015a нами был сконструирован Графический Интерфейс Пользователя для регистрации и идентификации голосовых данных. Процесс успешного завершения идентификации показан на рис. 1.

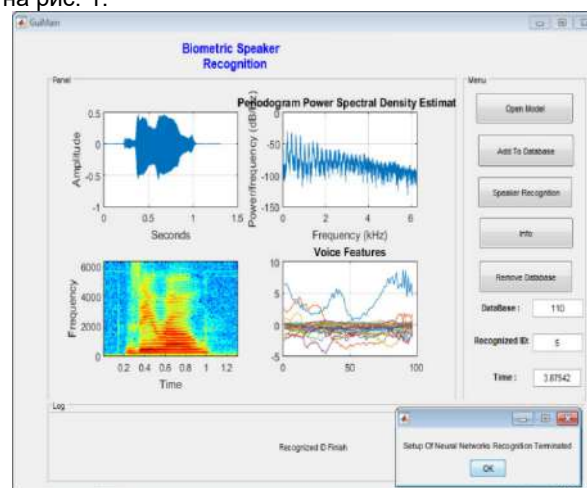


Рис. 1

3. Заключение

В статье предложена методика идентификации личности по голосу, предназначенная для применения в системах разграничения доступа. Результаты тестирования выявили коэффициент ложного отказа доступа, равный 0,02 (2%). Следует отметить, что для повышения надежности идентификации перспективным является совмещение нескольких биометрических характеристик.

4. Список литературы

- [1] Болл, Р. М. Руководство по биометрии / Р. М. Болл, Дж. Х. Коннел, Н. К. Ратха, У.Э. Сеньор. — М. : Техносфера, 2007. — 368 с.
- [2] Дьяконов, В. П. MATLAB R2007/2008/2009 для радиоинженеров / В. П. Дьяконов. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 976 с.

SIMULATION OF VOICE BIOMETRIC IDENTIFICATION SYSTEM IN MATLAB

Margaryan M. S., Badalyan B. F., Gomtsyan S. G.

Scientific adviser: Badalyan B. F.

National Polytechnic University of Armenia, Armenia

Abstract — The problem of building of biometric system of identification of the person by voice, which can be successfully used in applications of access control is considered. A graphical interface for analyzing and identifying test voice data has been simulated in MATLAB.

ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ТОЧНОСТИ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ КОМПЛЕКСНОГО СИГНАЛА ПО ЕГО КОНЕЧНОЙ ВЫБОРКЕ

Гущина О. А., Шевгунов Т. Я.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Шевгунов Т. Я.

Московский Авиационный институт, Россия

E-mail: guschinaoksana@gmail.com

Аннотация — Рассмотрено применение имитационного моделирования для анализа точности оценки параметров комплексного сигнала по его конечной выборке. Показана зависимость точности оценки параметров сигнала от соотношения сигнал/шум.

1. Введение

Сигнал в виде комплексной экспоненты играет важную роль в радиотехнике. Например, в спектральном анализе периодический сигнал можно представить в виде комплексного ряда Фурье, который является суммой взвешенных комплексных экспонент, что позволяет проводить описание модуляции и демодуляции сигналов в комплексной форме. В докладе рассматриваются результаты имитационного моделирования для анализа точности оценки параметров комплексного сигнала по его конечной выборке при изменении соотношения сигнал/шум.

2. Основная часть

Рассмотрим конечную выборку сигнала $s[n]$ из N отсчетов ($n = 0 : N-1$), определённого моделью:

$$s[n] = A \exp(j(2\pi\nu_0 n + \varphi)) + w[n], \quad (1)$$

где $w[n]$ — отсчеты Гауссовского комплексного стационарного процесса с нулевым средним, некоррелированного с $s[n]$, A — амплитуда, ν_0 — частота, нормированная к частоте дискретизации, φ — фаза.

Оптимальные оценки [1] амплитуды и фазы могут быть вычислены по следующим формулам:

$$\begin{aligned} \hat{A} &= \frac{1}{N} |x|, \\ \hat{\varphi} &= \arg(x), \end{aligned} \quad (3)$$

где
$$x = \sum_{n=0}^{N-1} s[n] \exp(-j2\pi\nu_0 n).$$

В настоящей работе были использованы формулы для нижней границы Крамера-Рао [1] оценок амплитуды A и фазы φ сигнала $s[n]$ при известной частоте ν_0

$$\begin{aligned} D(\hat{A}) &= \frac{\sigma^2}{2N}, \\ D(\hat{\varphi}) &= \frac{\sigma^2}{2N\hat{A}^2} \end{aligned} \quad (4)$$

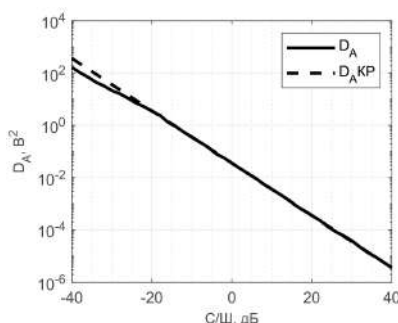


Рис. 1

Было проведено имитационное моделирование, длина выборки реализации сигнала выбиралась равной 500, количество опытов — 1000 для того, чтобы оценить пределы применимости формул (4), при изменении соотношения сигнал/шум, которое рассчитывалось как отношение σ^2 к A^2 .

Нижняя граница Крамера-Рао оценок амплитуды и фазы, а также их дисперсии, вычисленные по результатам имитационного моделирования представлены на рис. (1) и (2) соответственно в виде зависимостей от соотношения сигнал/шум.

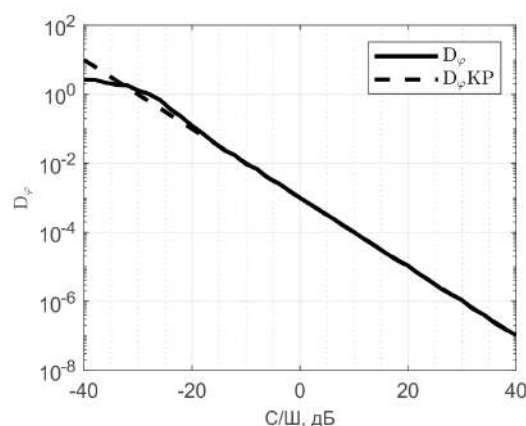


Рис. 2

3. Заключение

Результаты проведенного анализа позволяют сделать вывод, что нижняя граница Крамера-Рао для амплитуды практически совпадает с результатом имитационного моделирования. В то время как для фазы нижняя граница Крамера-Рао для значений соотношения сигнал шум, меньших -32 дБ превышает значения дисперсии, полученные в результате моделирования. Это связано с тем, что истинное распределение фазы при уменьшении стремится к равномерному распределению на окружности, при котором дисперсия не может быть больше, чем $\pi^2/3$.

4. Список литературы

- [1] Kay, S. M. Fundamentals of Statistical Signal Proc. : Estimation Theory // Prentice Hall, 1993. — p. 543.

THE USE OF SIMULATION FOR ANALYSIS OF PARAMETERS ACCURACY ESTIMATION OF COMPLEX SIGNAL FROM ITS FINITE SAMPLES

Guschina O. A., Shevgunov T. Ya.
Scientific adviser: Shevgunov T. Ya.
Moscow Aviation Institute, Russia

Abstract — The application of simulation for accuracy analysis of parameter estimation of complex signal from its finite samples is considered. The dependence of the estimation accuracy of signal parameters on the signal-to-noise ratio is shown.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛАЗЕРНОЙ РАЗМЕРНОЙ ОБРАБОТКИ

Лаппо А. И., Ланин В. Л.

Научный руководитель: д-р. техн. наук, проф. Ланин В. Л.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: Lappo@bsuir.by

Аннотация — моделирование температурно-временных зависимостей и распределение тепловых полей на поверхности кремниевой пластины при нагреве лазерным источником.

1. Введение

3D электронные модули, которые способны интегрировать множество микросхем на основе различных технологий в один единый корпус, позволяют создать устройства малых размеров, с широким набором функций и доступных по стоимости. Одно из современных направлений реализации 3D-модулей является технология TSV (Through Silicon Vias — сквозные отверстия в кремнии). Высокая плотность энергии лазерного излучения позволяет за небольшие промежутки времени достигать высоких температур нагрева, в частности температуры плавления, а затем испарения, что делает возможным применение лазерного излучения с целью формирования монтажных переходных отверстий в кремниевых подложках.

2. Основная часть

Соотношение между распределением температуры по поверхности $T(x, y, z)$ в зависимости от времени воздействия и плотности мощности q может быть определено из уравнений теплопроводности типа [1]

$$\frac{\partial T(x, y, z, t)}{\partial t} - a \cdot \Delta T(x, y, z, t) = \frac{Q(x, y, z, t)}{\rho \cdot c}$$

где Δ — оператор Лапласа, Q — объемная плотность поглощенного светового потока, a — температуропроводность ($a = k/\rho \cdot c$, где k — теплопроводность, ρ — плотность, c — теплоемкость), x, y, z, t — аргументы функции.

Особенностью нагрева материалов лазерным излучением является то, что распределение излучения обладает резко изменяющимися пространственно-временными характеристиками. Функция гауссового импульса позволяет описать профиль излучения лазерного источника и задать нормальное распределение плотности мощности падающего лазерного излучения. Распределение тепла по поверхности будем считать равным во всех направлениях от точки (x_0, y_0) нормального падения луча:

$$Q(x, y, z, t) = q_0 \cdot A \cdot e^{-\alpha z} \cdot \frac{\alpha}{\pi r^2} \cdot e^{-\frac{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2}{2r^2}}$$

где: $Q(x, y, z, t)$ — функция, характеризующая распределение плотности поглощения светового потока на поверхности материала и изменение его во времени; q_0 — плотность мощности падающего излучения; A — поглощательная способность на длине волны излучения; α — линейный коэффициент поглощения; z — ось перпендикулярная поверхности и отсчитываемая от поверхности вглубь материала; r — радиус пятна излучения.

Если размеры нагреваемого тела достаточно велики ($|x|, |y|, |z| \gg a$), то его можно считать полубесконечной средой:

$$T_{x \pm \infty} = T_{y \pm \infty} = T_{z \pm \infty} = T_H$$

где T_H — начальная температура.

Теплообменом облучаемой поверхности с окружающей средой можно пренебречь.

Моделирование распределения температуры по поверхности кремниевой пластины и зависимостей скорости роста температур выполнено в программном пакете Comsol Multiphysics 5.3a. Для расчета заданы граничные условия и характеристики лазерного источника. Окружающая среда — воздух в нормальных условиях.

В качестве источника лазерного нагрева выбран лазер Lotis TII LS-2132UTF с длиной волны 1064 мкм, энергия импульса 170 мДж, длительность импульса 5—6 нс, частота импульса 15 Гц, диаметр выходного пучка 5 мм, мощность — 750 Вт.

Моделировались тепловые поля в кремниевой пластине диаметром 25,4 мм, толщиной — 200 мкм, излучательная способность поверхности — 0,8, плотность — 2329 кг/м³, теплоемкость — 700 Дж/(кг·К), температура испарения — 2623 К. Получены температурно-временные зависимости в центре 1 и на периферии пластины 2 (рис. 1.а) и тепловые поля на поверхности кремниевой пластины (рис. 1, б).

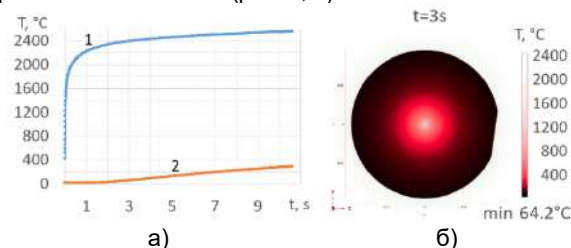


Рис. 1

3. Заключение

По результатам распределения тепловых полей на поверхности кремниевой пластины, видно, что для получения температуры испарения кремния необходимой для формирования переходного отверстия, потребовалось 3 секунды лазерного воздействия. Установлено, что с ростом продолжительности процесса растет температура всей пластины, что может негативно сказаться на качестве формируемых отверстий из-за образования наплывов наибольшей площади от точки воздействия

4. Список литературы

- [1] Либенсон, М. Н. Взаимодействие лазерного излучения с веществом (силовая оптика). Часть 2. Лазерный нагрев и разрушение материалов / М. Н. Либенсон, Е. Б. Яковлев, Г. Д. Шандыбина; под общ. ред. В. П. Вейко. — СПб.: НИУ ИТМО, 2014. — 181 с.

LASER SIZE PROCESSING MODELING

Lappo A. I., Lanin V. L.

Scientific adviser: Lanin V. L.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus

Abstract — Modeling of temperature-time dependences and distribution of thermal fields on the surface of a silicon wafer when heated by a laser source is considered.

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМ МЕТОДАМИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ЛОКАЦИИ

Байздренко А. А., Пилипенко И. Я., Шереметьев К. С.

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 — В статье рассмотрен подход к физическому моделированию современных цифровых радиолокационных систем методами ультразвуковой локации. Показана возможность такого физического моделирования, раскрыт подход к практической реализации стенда на базе современных программно-аппаратных средств, обозначен круг целесообразного и эффективного применения созданного стенда в исследовательских работах и в учебном процессе.

1. Введение

Физика процессов электромагнитных волн и волн акустической природы во многом подобны (постоянство скорости и прямолинейность распространения в однородной среде, эффекты дифракции, интерференции, отражения). Это позволяет моделировать процессы функционирования радиолокационных систем ультразвуковыми локаторами, естественно с учетом существующих масштабных и физических ограничения. Подсмотрев в природе такого рода локаторы у дельфинов, летучих мышей, некоторых видов насекомых, инженеры более ста лет используют такую локацию в практических целях (техническая диагностика, гидролокация, УЗИ).

Математическое моделирование радиолокационных устройств, которое сейчас имеет огромное распространение в научной и инженерной практике, имеет ряд ограничений. При этом физическое ультразвуковое моделирование радиолокационных систем позволяет более наглядно, относительно экономично, с высокой достоверностью, в малых габаритах практически моделировать подобные системы, с возможностью последующего переноса разработанного программного обеспечения на реальные радиолокационные устройства.

С учетом широкого внедрения цифровых технологий в радиоэлектронные устройства вообще и в радиолокационную технику в частности при разработке стенда была учтена обязательная возможность предоставления пользователям работы с исходными кодами программы, что позволяет им активно совершенствовать алгоритмы обработки информации как в ходе исследований, так и в учебном процессе.

2. Основная часть

Структурная схема стенда приведена на рисунке 1. Стенд предназначен для проведения лабораторных и исследовательских работ по локационным системам (РЛС, ГАС) путем их физического моделирования ультразвуковыми (УЗ) волнами и отработки алгоритмов первичной и вторичной цифровой обработки сигналов на ЭВМ. Стенд должен моделировать работу локационных систем различных типов: одно и многопозиционные, просветные локационные системы; системы на основе ФАР, системы синтеза апертуры антенны.

Для программирования микроконтроллера STM32F103C8 в структуру стенда введен программатор /эмулятор-отладчик для STM32-LINK. Для стыковки последовательного протокола RS-232 микро-

контроллера STM32F103C8 и USB 2.0 протокола персональной ЭВМ применен серийно выпускаемый преобразователь F232RL.

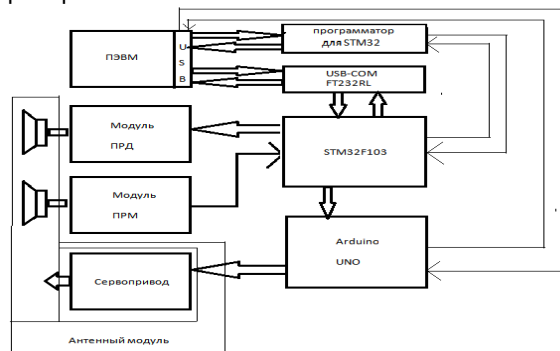


Рис. 1

Имея огромный модернизационный потенциал, стенд может быть легко конфигурирован под различные радиолокационные системы.

3. Заключение

Современное развитие радиолокации характеризуется широким внедрением достижений цифровой техники и микроэлектроники.

Все полученные результаты могут использоваться при изучении и совершенствовании радиолокационных системах различного назначения.

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. — №5. — С. 53 — 58.

LABORATORY STAND FOR STUDYING DIGITAL LOCATION SYSTEMS USING ULTRASONIC LOCATION METHODS

Baizdrenko A. A., Pilipenko I. A., Sheremetiev K. S.

Scientific adviser: Baizdrenko A. A.

Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov, Sevastopol, Russia

Abstract — An approach to physical modeling of modern digital radar systems using ultrasonic location methods is considered. The possibility of such physical modeling is shown, the approach to the practical implementation of the stand on the basis of modern software and hardware is revealed, the circle of expedient and effective use of the created stand in scientific searching works and in the educational process is indicated.

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ЯЗЫКА HASKELL

Скорик И. В., Соколова М. И.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: SokolovaM.I.2015@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрены характерные черты функционального программирования с примерами в виде программного кода на языке Haskell. Описаны некоторые преимущества функциональных языков программирования

1. Введение

В императивном программировании всегда осуществляется последовательная цепочка операций, которые, чтобы сохранять промежуточный результат, вносят изменения в среду выполнения. В функциональном программировании используются не инструкции, а функции в математическом смысле, они не имеют побочных эффектов (чистые), и в данной парадигме являются объектами первого класса.

Функциональные языки значительно отличаются от более распространенных императивных, но эти отличия могут быть выгодны при решении специфических задач. В статье рассмотрены некоторые особенности функционального программирования на примере чистого функционального языка Haskell.

2. Основная часть

1. Частичное применение.

Рассмотрим функцию языка Haskell, принимающую несколько аргументов:

```
Prelude> :i replicate
replicate :: Int -> a -> [a]
```

При вызове функции replicate через пробел от имени функции указывается число и некоторый элемент. В результате получится список, содержащий повторение элемента указанное число раз. В типе функции: Int — число, a — элемент (общего, заранее неизвестного типа), [a] — список (массив) элементов типа a.

Укажем только первый аргумент (число). В императивных языках это бы привело к ошибке. Но в Haskell такой подход называется частичным применением функции. Результат частичного применения представляет собой функцию. Создадим функцию, повторяющую полученный элемент ровно пять раз:

```
Prelude> replicateFive = replicate 5
```

```
Prelude> :i replicateFive
replicateFive :: a -> [a]
```

```
Prelude> replicateFive 'a'
"aaaaa"
```

2. Лямбда-исчисление. В функциональном программировании понятие лямбда-исчислений связано с применением анонимных функций. В Haskell их также называют лямбда-функциями. Эти функции объявляются непосредственно в момент применения и не получают имен. Пример:

```
Prelude> a = (\x -> x*2) 3
```

```
Prelude> a
```

```
6
```

Здесь переменная a определена как применение лямбда-функции (в скобках) к аргументу 3. Лямбда-функция принимает аргумент (обозначен x) и возвращает его же, умноженным на два.

3. Функции высших порядков — функции, принимающие другие функции в качестве аргумента или возвращающие функцию как результат. Пример в

Haskell — map. Map получает функцию и список, и поочередно применяет её ко всем элементам списка.

```
Prelude> map (+2) [1,2,3]
[3,4,5]
```

4. Рекурсия. В функциональных языках, если сложный расчет требует повторения каких-нибудь операций, он не может быть записан как ряд команд или их повторение — циклы. Вычисление всегда должно записываться функцией, поэтому в таких случаях применяется рекурсия. Для чисел Фибоначчи — иллюстрация рекурсии:

```
fib :: Integer -> Integer
fib 0 = 0
fib 1 = 1
fib n = fib (n - 2) + fib (n - 1)
```

Часто формат вычислений «в одну функцию» делает запись на Haskell компактнее, чем в императивных языках. Пример — создание массива всех чисел от 50 до 100, дающих остаток 3 при делении на 7.

```
Prelude> [x | x <- [50..100], x `mod` 7 == 3]
```

3. Заключение

Функциональное программирование не так популярно и известно, как другие парадигмы. В частности, Haskell получил репутацию языка, используемого в научных кругах.

Однако лаконичность записи, отсутствие побочных эффектов, тесная связь с математикой и другие особенности выгодно выделяют функциональные языки. Существует опыт применения Haskell в коммерческих разработках, играх, баз данных, обработке текста и т.д. С точки зрения систем связи Haskell может представлять интерес в области криптографии.

4. Список литературы

- [1] Холомьев, А. Учеб. по Haskell [Электронный ресурс] / А. Холомьев. — Режим доступа: <https://anton-k.github.io/ru-haskell-book/book/home.html>.
- [2] Hoogle, Haskell API search engine [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://hoogle.haskell.org>.

THE FEATURES OF FUNCTIONAL PROGRAMMING USING HASKELL LANGUAGE AS AN EXAMPLE

Skorik I. V., Sokolova M. I.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — Some features of functional programming with code examples on Haskell language are considered. Suggestions on effective usage are also given.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ РОЯ МАЛОРАЗМЕРНЫХ БПЛА

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

Аннотация — Рассмотрены особенности применения алгоритмов искусственного интеллекта для организации роя малоразмерных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

1. Введение

Объединение малоразмерных БПЛА в рой является актуальным и эффективным решением в ряде отраслей хозяйственной деятельности человека. Очевидно, что применительно к рой традиционный подход к управлению одиночным БПЛА одним оператором посредством беспроводных каналов связи не представляется возможным. В лучшем случае допускается управление по принципу: один оператор — один рой или один оператор — один кластер (роя), где кластер — это своего рода мини-рой, работающий в составе общего роя относительно самостоятельно и на определенном удалении. Понятно, что для исключения коллизий/столкновений элементов роя необходим такой инструмент автоматического управления, как искусственный интеллект.

2. Основная часть

Под искусственным интеллектом роя (ИИР) БПЛА в данной работе понимается программный комплекс с его математическим, информационным и программным обеспечением, который размещается на распределенных аппаратных ресурсах роя. Применение современных инфокоммуникационных технологий обеспечивает способность распределенной системы правильно интерпретировать внешние данные и решать поставленные задачи в условиях неопределенности при помощи гибкой адаптации.

Особенности применения ИИР будем рассматривать в связке с основными этапами функционирования роя БПЛА, которые обобщенно могут быть названы формированием, трансформацией, перемещением, кластеризацией и распадом [1]. Данный подход позволяет точнее сформулировать требования к ИИР и наиболее полно сформировать совокупность элементов всего программного комплекса.

Формирование роя включает в себя задачи инициализации, размещения элементов роя в пространстве, выдачи полетного задания. Порядок их решения зависит от типа применяемых платформ (БПЛА) и способа их запуска, от погодных условий и возможностей применяемого аппаратно-программного обеспечения. Роль оператора на данном этапе сводится к выбору ведущего элемента роя и выдаче ему полетного задания. Для исключения коллизий между БПЛА могут применяться алгоритмы помехоустойчивого кодирования [2].

Трансформация роя предполагает изменение взаимного расположения БПЛА под управлением ИИР и необходима на всех этапах функционирования роя. Особое значение трансформация имеет для повышения живучести роя в условиях воздействия на него внешних неблагоприятных факторов. Алгоритмы трансформации должны обеспечивать преобразование пространственных координат с учетом

телеметрической информации, генерируемой датчиками роя, в управляющие сигналы полетных контроллеров БПЛА.

Перемещение роя предусматривает перемещение центра масс роя из начальной точки маршрута в конечную по траектории, вычисляемой ИИР на основе полетного задания. Алгоритмы ИИР, применяемые на данном этапе, можно условно назвать алгоритмами «следования» по аналогии с инстинктивным поведением коллективов живых организмов.

Деление (кластеризация) роя — формирование по алгоритмам кластеризации ИИР двух и более роев из БПЛА исходного роя. Данное преобразование может осуществляться как по инициативе оператора, так и на основании анализа данных, выполняемого ИИР. Целями кластеризации может быть разделение маршрутов/траекторий отдельных роев, обеспечение устойчивости инфокоммуникационной сети роя к внешним помехам, повышение эффективности решения вычислительных задач.

Алгоритмы распада применяются ИИР при необходимости преобразования роя, которое сопровождается его естественной убылью и дезинтеграцией в случае утраты функциональности отдельными БПЛА роя в результате выполнения ими своего назначения или под влиянием неблагоприятных внешних факторов, приводящих к отказам аппаратно-программного комплекса роя. Назначение алгоритмов этой группы — сохранение полетной информации для последующего использования при обучении ИИР и адаптации к структурным изменениям роя.

3. Заключение

Таким образом, в работе отмечены особенности применения ИИР на различных этапах функционирования роя малоразмерных БПЛА.

Выявлены возможности применения алгоритмов помехоустойчивого кодирования и алгоритмов «следования» ИИР на этапах формирования и перемещения роя.

4. Список литературы

- [1] Кудрявченко, И. В. Описание двумерного роя частиц как объекта терминального управления / И. В. Кудрявченко // Инновационная наука. — 2016. — Ч. 2. — № 1. — С. 64 — 67.
- [2] Кудрявченко, И. В. Алгоритмы формирования роя частиц в трехмерном дискретном пространстве / И. В. Кудрявченко, В. Т. Тютюнник, М. А. Фролова // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций. — № 2. — 2019. — С. 63.

FEATURES OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE USAGE FOR ORGANIZATION OF A SUAS SWAM

Kudryavchenko I. V., Yakubov K. S., Palamarchuk D. V.
Scientific adviser: Kudryavchenko I. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The features of artificial intelligence algorithms usage for organization of a Small Unmanned Aircraft Systems (SUAS) swarm are considered.

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ СПОСОБОВ ОБНАРУЖЕНИЯ ПАУЗ В РЕЧИ

Волченков В. А., Витязев В. В.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Витязев В. В.

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина, Россия

E-mail: volchenkov.rzn@yandex.ru

Аннотация — Представлено сравнение эффективности предлагаемого способа обнаружения пауз в речи с некоторыми существующими способами при воздействии на речь транспортного шума с различным ОСШ. Приведены результаты детектирования тестового речевого сигнала.

1. Введение

Данная работа посвящена сравнению эффективности способов обнаружения пауз в речи (VAD) при воздействии на речевой сигнал транспортного шума.

2. Основная часть

Структурная схема разрабатываемого обнаружителя пауз в речи представлена на рис. 1.

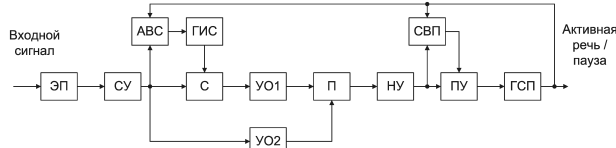


Рис. 1

В состав устройства входят: электроакустический преобразователь (ЭП), селективный усилитель (СУ), анализатор входного сигнала (АВС), генератор измерительного сигнала (ГИС), сумматоры (С), амплитудные усилители-ограничители (УО) 1 и 2, перемножитель (П), накопитель-усреднитель (НУ), схема вычисления порога (СВП), пороговое устройство (ПУ) и генератор сигнала паузы (ГСП).

Принцип работы предлагаемого детектора подробно описан в [1] и [2].

В данной работе было проведено сравнение эффективности предлагаемого способа с алгоритмом VAD кодера G.729B, а также со способом детектирования пауз на основе отношения правдоподобия (VAD LR — Likelihood-Ratio-Based VAD).

Тестовым сигналом была речь длительностью 108 секунд, состоящая из фраз, надиктованных разными дикторами, смешанная с транспортным шумом с ОСШ: 5, 10, 15, 20 и 25 дБ. Результаты определения ошибки определения речи и пауз для указанных способов обнаружения пауз в речи при воздействии на речевой сигнал транспортного шума приведены на рис. 2 и 3.

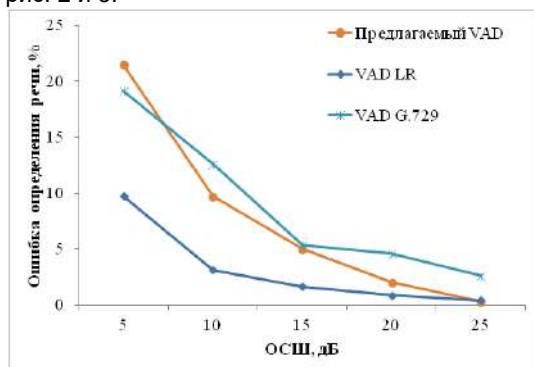


Рис. 2

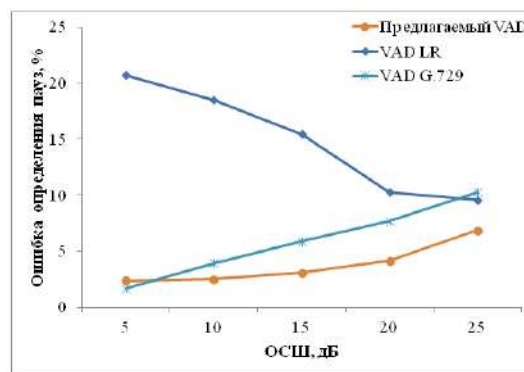


Рис. 3

3. Заключение

Предложенный способ показал себя лучше алгоритма VAD кодера G.729B почти для всех значений ОСШ. Только при ОСШ равном 5 дБ алгоритм VAD кодера G.729B справился лучше. Способ детектирования пауз на основе отношения правдоподобия показал себя лучше остальных приведенных способов с точки зрения параметра «ошибка определения речи», но с точки зрения параметра «ошибка определения пауз» оказался значительно хуже остальных. Самую низкую ошибку определения пауз почти для всех значений ОСШ показал способ детектирования пауз, предложенный в данной статье. В дальнейшей работе предполагается улучшить разрабатываемый алгоритм для уменьшения ошибки определения речи.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (FSSN-2020-0003).

4. Список литературы

- [1] Пат. 2436173 Российская Федерация, МПК G10L 15/00, G10L 11/02, Способ обнаружения пауз в речевых сигналах и устройство его реализующее / Витязев В.В., Розов В.И., Волченков В.А.; заявитель и патентообладатель Рязанский государственный радиотехнический университет. — № 2010124342/08, заявл. 15.06.10; опубл. 10.12.11, Бюл. 34.
- [2] Волченков, В. А. Методы и алгоритмы обнаружения пауз в речи / В. А. Волченков // Цифровая обработка сигналов. — 2019. — № 3. — С. 64 — 66.

COMPARISON OF THE EFFICIENCY OF SOME VAD-METHODS

Volchenkov V. A., Vityazev V. V.

Scientific adviser: Vityazev V. V.

Ryazan State Radio Engineering University named after V. F. Utkin, Russia

Abstract — In the paper, a comparison of the performance of the proposed VAD-method with some existing VAD-methods is offered. Speech has been mixed with vehicle noise with different SNR. The results of the detection are presented.

АЛГОРИТМ СЛЕЖЕНИЯ ЗА ЗАДЕРЖКОЙ ВОС СИГНАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДВУХ BPSK КОРРЕЛЯТОРОВ

Михайлова О. К., Корогодин И. В.

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

Национальный исследовательский университет «МЭИ», Россия

E-mail: mikhaylova@srns.ru

Аннотация — Рассмотрен алгоритм слежения за задержкой сигналов с модуляцией цифровой поднесущей с помощью двух традиционных каналов коррелятора, изначально предназначенных для обработки BPSK сигналов. Приведены результаты имитационного моделирования.

1. Введение

В новых современных ГНСС часто используют сигналы с модуляцией цифровой поднесущей (англ. BOC, binary offset carrier) для повышения точности оценки задержки [1]. Актуальной задачей является обработка BOC сигналов в НАП, в том числе существующей, без модификации аппаратной части коррелятора.

Часто для обработки BOC сигналов используют, так называемые BPSK-like методы. Однако в этом случае обрабатывается только половина спектра сигнала, что приводит к потере ~3дБ мощности. В докладе рассматривается алгоритм когерентной обработки BOC сигналов, в котором обработка осуществляется двумя традиционными каналами коррелятора, которые предназначены для приема BPSK сигналов.

2. Основная часть

Алгоритм получен методами статистической радиотехники на основе алгоритма дискриминатора NELP. Реализация дискриминатора в прямой форме требует создания специальных каналов коррелятора, в которых опорный сигнал содержит не только дальномерный код, но и цифровую поднесущую. Для решения этой проблемы была проведена аппроксимация цифровой поднесущей опорного сигнала ее первой гармоникой, что позволяет рассчитывать корреляционные суммы, не используя цифровую поднесущую в опорном сигнале.

$$B(x) = \text{sign}(\sin(2\pi f_B x)) \approx \sin(2\pi f_B x),$$

где f_B — частота поднесущей.

При указанном приближении получен дискриминатор задержки с использованием сплит-компонент. Расчет корреляционных сумм для этого дискриминатора возможен без использования цифровой поднесущей в опорном сигнале. Аналитически получен его статистический эквивалент — дискриминационная и флуктуационная характеристики. При помощи имитационной модели в среде Matlab выполнена верификация полученных аналитических результатов.

На рис. 1 показана дискриминационная характеристика, полученная для модуляции BOC (1,1) при времени накопления в корреляторах 1 мс и отношении сигнал/шум 27дБ. На график нанесены: сплошной линией результаты моделирования, пунктирной — результаты расчета по аналитической формуле, а также аналитическая крутизна. Результаты моделирования совпадают с аналитическим расчетом и подтверждают работоспособность предложенного алгоритма дискриминатора задержки сигнала с BOC модуляцией. На рисунке 2 приведены зависимости приведенной ко входу дискриминатора флуктуаци-

онной характеристики от отстройки early и late компонент при нулевой расстройке для рассматриваемого дискриминатора (сплошная линия) и для NELP дискриминатора (пунктирная) при использовании корреляционных сумм в прямой форме при отношении сигнал/шум 45 дБ.

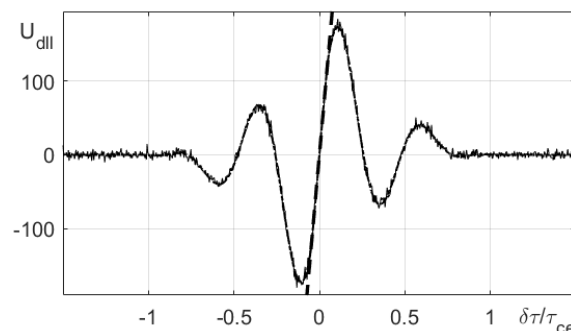


Рис. 1

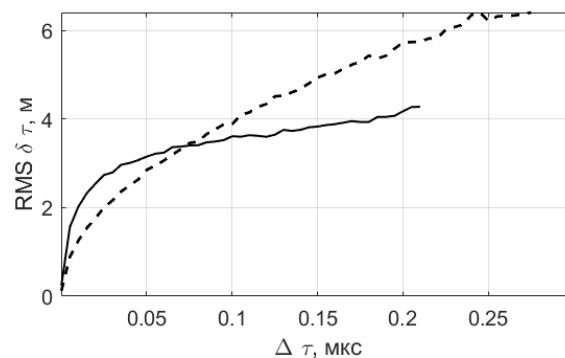


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, получен алгоритм дискриминатора задержки, позволяющий обрабатывать BOC сигналы без аппаратного усложнения традиционного канала коррелятора. Также получены его статистические характеристики.

4. Список литературы

- [1] Betz, J. W. Binary Offset Carrier Modulation for Radionavigation / J. W. Betz // Navigation. — 2001—2002. — Vol. 48. — P. 227—246.

THE DELAY TRACKING ALGORITHM FOR BOC-MODULATED SIGNALS USING TWO BPSK CORRELATORS

Mikhaylova O. K., Korogodin I. V.

Scientific adviser: Korogodin I. V.

National Research University "MPEI", Russia

Abstract — The delay tracking algorithm for BOC-modulated signals using two traditional correlator channels designed for processing BPSK signals is considered. Simulation results are presented.

SIMULATION OF THE COMPLEX IMPACT OF THERMAL AND SHOCK LOADS ON ELECTRONIC MODULES

Bavbel E. I., Alekseev V. F., Piskun G. A.

Scientific adviser: PhD, associate prof. V. F. Alexeev

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Republic of Belarus

E-mail: alexvikt.minsk@gmail.com

Abstract — A technique for the optimal design of electronic modules is proposed. At the same time, the methodology is based on the system principles of the analysis of complex systems, complex modeling of physical processes in electronic modules and finding optimal solutions.

1. Introduction

Electronic modules that are part of radio-electronic means during operation are subjected to destabilizing influences, which include thermal, mechanical and climatic factors. Most scientific research on the effects of shock or thermal loads on electronic products is aimed at obtaining data when only one type of load is applied. It seems expedient to consider the complex effects of mechanical and thermal effects. Three-dimensional modeling of the complex impact of thermal and shock loads is relevant [1, 2].

2. Main part

In most cases, electronic modules are installed in the housing, connectors are connected to them and, after assembly, a ready-made electronic device is obtained. Installation in a housing allows to reduce the risk of damage to electronic modules during operation of the device, protecting printed circuit boards with radio elements installed on them.

To carry out the simulation, a model of the generator control unit was selected. The control unit consists of four electronic modules: connection module, control module, display module, voltage converter module. Electronic modules are installed in an aluminum housing.

To reduce the requirements for computing power of the computer during simulation, the original model of the generator control unit shown in Figure 1 was simplified. The simplified model mostly consists of elements of simpler geometry, perhaps the original, simplified model is shown in Figure 2.

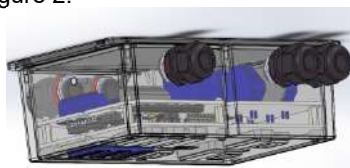


Fig. 1

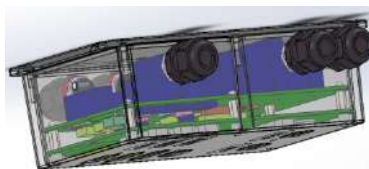


Fig. 2

The ANSYS software was chosen for the simulation. It allows you to use the results of thermal modeling when simulating the effect of mechanical loads, thus modeling the complex effect of thermal and shock loads on the device under study is achieved. Thermal and mechanical modeling uses the same engineering data (material data) and the same geometric model.

An important aspect of this modeling is the designation of the materials of the elements that make up the model. The following materials were selected for the simplified model of the device: case — aluminum, fasteners — steel, ceramic capacitors and resistors — ceramics, material for microcircuits, diodes in plastic cases — plastic, PCB material — FR4.

In the first case, an impact load of 150 N is applied to the side face of the body in 0.1 s. The temperature of the entire model is taken equal to + 20°C.

The effect of shock loading on devices with a uniform temperature is shown in Figure 3.

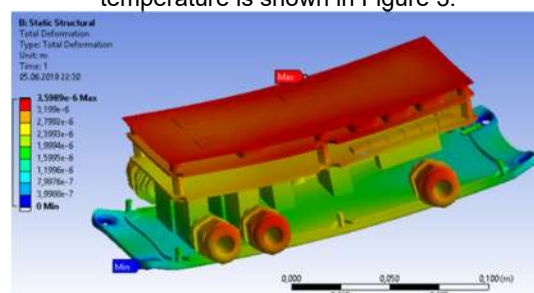


Fig. 3

By analogy, the authors carried out studies for thermal and shock loads with different values of destabilizing factors.

3. Conclusion

Criteria have been formed for obtaining initial information when carrying out mathematical modeling of the effect of heat and shock loads on electronic modules.

4. References

- [1] The Impact of ESD on Microcontrollers / G. A. Piskun [et. al.] ; edited by V. F. Alexeev. — Minsk : Kolograd, 2018. — 184 p.
- [2] Алексеев, В. Ф. Моделирование тепловых полей электронных систем в среде ANSYS / В. Ф. Алексеев, Д. В. Лихачевский, Г. А. Пискун // BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня: сб. матер. VI Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 20—21 мая 2020 г. ; в 3 ч. — Минск : Бестпринт, 2020. — Ч. 3. — С. 282—286.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕПЛОВЫХ И УДАРНЫХ НАГРУЗОК НА ЭЛЕКТРОННЫЕ МОДУЛИ

Бавбель Е.И., Алексеев В.Ф., Пискун Г.А.

Научный руководитель: Алексеев В.Ф.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь

Аннотация — Предложена методика оптимального проектирования электронных модулей. При этом в основе методики лежат системные принципы анализа сложных систем, комплексного моделирования физических процессов в электронных модулях и нахождения оптимальных решений.

АЛГОРИТМ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ С ПЕРИОДИЧЕСКИМИ КОЛЕБАНИЯМИ ДЛЯ ЛЧМ-РАДАРА W-ДИАПАЗОНА

Кравченко И. В., Вертегел В. В.

Севастопольский государственный университет, ООО «ИЦ СевГУ», Россия

E-mail: kravchenkort@gmail.com

Аннотация — Представлен алгоритм детектирования объектов с малыми относительно длины волны продольными периодическими колебаниями для радара с линейной частотной модуляцией W-диапазона частот. Алгоритм основан на анализе колебаний фазы в соответствующих выборках результата БПФ по дальности и позволяет определить частоту колебания объекта.

1. Введение

Радиоволновые методы бесконтактного обнаружения вибрирующих объектов обеспечивают работу на расстояниях в несколько метров, в условиях повышенных температур, отсутствия или плохой оптической видимости, а также для объектов с различными формами и материалом поверхности [1].

В статье представлен алгоритм, разработанный на основе однокристального ЛЧМ-радары IWR6843 и лабораторной работы *Point Cloud Demo* компании *Texas Instruments*, который позволяет обнаружить объект с периодическими продольными колебаниями, а также определить частоту колебаний.

2. Основная часть

Структурная схема алгоритма представлена на рис. 1.



Рис. 1

На вход алгоритма подаются данные из т.н. *Radar Cube*, в котором хранятся комплексные отсчеты, полученные в результате первого БПФ по дальности [2]. Вектор комплексных отсчетов «фазового» сигнала формируется из нескольких пакетов ЛЧМ-импульсов согласно схеме, представленной на рис. 2.

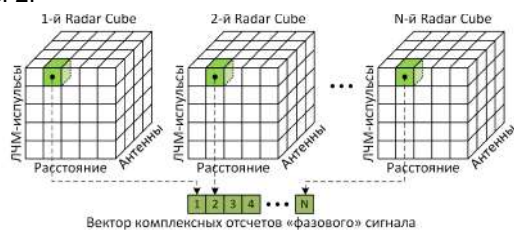


Рис. 2

Частотой дискретизации «фазового» сигнала f_s является частота следования пакетов импульсов в *Data Processing Chain* ЛЧМ-радары [2]. Для *Point Cloud Demo* период следования пакетов импульсов составляет 130 мс, что соответствует $f_s = 8,33 \text{ Гц}$.

В результате обработки N пакетов ЛЧМ-импульсов формируется вектор комплексных отсчетов, из которого выделяется «фазовый» сигнал путем экстракции фазы (рис. 3, а). После этого проводится процедура устранения разрывов фазы, устранения постоянной составляющей (рис. 3, б), взвешивание окном, фильтрация (рис. 3, в) и переход из

временной области в частотную при помощи быстрого преобразования Фурье.

К модулю результата БПФ применяется детектор с постоянной вероятностью ложных тревог (англ. *Constant False Alarm Rate, CFAR*) (рис. 3, в), на выходе которого формируется массив точек, уровень которых превысил порог обнаружения. Окончательный результат детектирования формируется после обработки полученного массива точек в блоке *Detection Logic*.

Разработанный алгоритм реализован в программе *MATLAB* и проверен с использованием входных данных, полученных из микросхемы *IWR6843* для объекта с частотой и амплитудой перемещения 30 колебаний/мин и 1 мм, соответственно. Результаты работы алгоритма представлены на рис. 3.

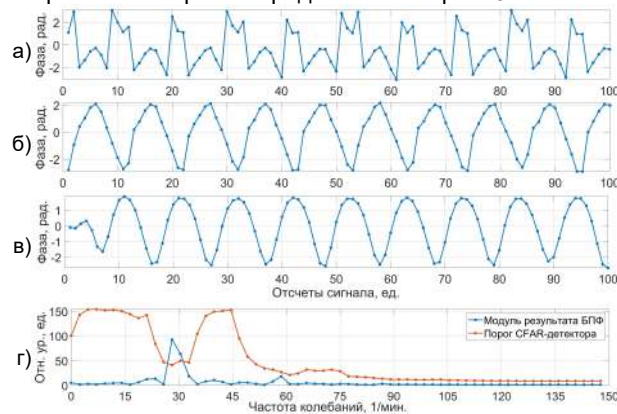


Рис. 3

3. Заключение

Разработанный алгоритм позволяет обнаруживать объекты с периодическими продольными колебаниями с использованием ЛЧМ-радары непрерывного действия W-диапазона частот *IWR6843* и лабораторной работы *Point Cloud Demo* при помощи анализа колебаний фазы сигнала в соответствующих выборках.

4. Список литературы

- [1] Николаенко, А. Ю. Анализ бесконтактных методов измерения линейных перемещений и вибраций / А. Ю. Николаенко, А. А. Львов, П. А. Львов, Н. К. Юрков // Тр. Междунар. симп. «Надежность и качество». — Пенза: ПГУ, 2018. — Т. 2. — С. 88—91.
- [2] MmWave software development kit (SDK) [Электронный ресурс] / Texas Instruments. — Режим доступа: <https://www.ti.com/tool/MMWAVE-SDK>.

VIBRATED OBJECT DETECTION ALGORITHM FOR W-BAND FMCW RADAR

Kravchenko I. V., Vertegel V. V.

Sevastopol State University,

SevSU Engineering Center Ltd, Sevastopol, Russia

Abstract — An algorithm for detecting objects with small relative to wavelength periodic longitudinal movements for W-band frequency-modulated continuous wave radar is presented. The algorithm is based on phase oscillations analysis in appropriate range-FFT sample and allows to determine object vibration frequency.

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ФАЗОВОГО СИГНАЛА В ЛЧМ-РАДАРЕ НА ОСНОВЕ CORTEX R4F

Кузьмин А. А., Кравченко И. В., Вертегел В. В.

Севастопольский государственный университет, ООО «ИЦ СевГУ», Россия

E-mail: kuzminwrk@gmail.com

Аннотация — Представлены результаты реализации алгоритма цифровой обработки фазового сигнала в ЛЧМ-радаре непрерывного действия W-диапазона. Рассмотрены особенности работы ключевых блоков на языке программирования C++.

1. Введение

При цифровой обработке сигнала на микроконтроллере в режиме реального времени, частота поступления данных накладывает определенные ограничения на время исполнения программного кода. Реализация высокопроизводительных пользовательских функций позволяет более эффективно использовать вычислительные ресурсы ЛЧМ-радар. Вторым ограничением является объем занимаемой памяти данных.

В докладе представлены способы повышения времени исполнения функций и занимаемой при этом памяти в контексте алгоритма обработки фазового сигнала ЛЧМ-радар.

2. Основная часть

Структурная схема алгоритма обработки фазового сигнала представлена на рисунке 1.



Рис. 1

Особенностью реализации фильтра нижних частот (ФНЧ), является включение в обработку сразу 4 выходных отсчетов, что накладывает ограничение на кратность длины входной выборки и порядка фильтра, но повышает производительность по сравнению с традиционной реализацией. Также, входной массив данных поступает в обратном порядке с дополнением входной последовательности нулевыми отсчетами на величину $nh - 1$, где nh — порядок фильтра. Приведенная особенность позволяет более корректно производить расчет в начале выборки и использовать один объем памяти для входных и выходных отсчетов ФНЧ, выполняя расчет от последнего элемента последовательности.

Так как на вход блока быстрого преобразования Фурье (БПФ) [1] поступает сигнал, состоящий только из действительной части, была применена реализация, при которой мнимая часть входного сигнала не дополнялась нулями, а заменялась последующим действительным отсчетом [2]. Для получения корректного результата выходные отсчеты умножаются на однократно сгенерированные разделительные множители. Представленная реализация позволяет выполнять преобразование Фурье, как для выборки с в 2-е меньшим количеством входных комплексных отсчетов.

Алгоритм детектирования с постоянной вероятностью ложной тревоги реализован таким образом,

что учитывает неполную заполняемость окна при расчете порога срабатывания на начальном и конечном участке анализируемой выборки, в отличие от реализованной функции *Texas Instruments*.

Сравнение быстродействия различных реализаций фильтра и блока преобразования Фурье, при длине выборки $N = 128$ производились с помощью микросхемы AWR1642BOOST на микроконтроллере Cortex R4F при рабочей частоте 200 МГц и представлено в таблице 1.

Таблица 1

	ФНЧ ($nh = 20$), мкс	БПФ, мкс
Традиционная реализация	397	338
Пользовательская реализация	171	205

Как видно из таблицы 1, пользовательская реализация ФНЧ с учетом преобразования последовательности поступления данных в 2,32 раза быстрее традиционной реализации и не требует дополнительной области памяти для хранения выгружаемых данных. Блок БПФ быстрее в 1,64 раза с учетом времени коррекции сигнала выходной последовательности.

Стоит отметить, что при увеличении длины обрабатываемого сигнала (до 256 отсчетов), соотношение времени обработки сохраняется.

3. Заключение

Таким образом, выполнена реализация алгоритма цифровой обработки сигнала в ЛЧМ-радаре. Рассмотрены особенности работы пользовательского ФНЧ, БПФ и алгоритма детектирования с постоянной вероятностью ложных тревог.

Выполнена количественная оценка различных реализаций основных блоков работы алгоритма.

4. Список литературы

- [1] Hannah, M. Implementation of the Double-Precision Complex FFT for the TMS320C54x DSP / M. Hannah, A. K. Aboagye // Application Report, 1999. — 8 p.
- [2] Matusiak, R. Implementing Fast Fourier Transform Algorithms of Real-Valued Sequences With the TMS320 DSP Platform / R. Matusiak // Application Report. — 2001. — 75 p.

PHASE SIGNAL DIGITAL PROCESSING ALGORITHM IMPLEMENTATION IN CW-RADAR BASED OF CORTEX R4F

Kuzmin A. A., Kravchenko I. V., Vertegel V. V.

Sevastopol state university

SevSU Engineering center Ltd, Sevastopol, Russia

Abstract — The results of digital processing phase signal algorithm implementation in the CW - radar are presented. The features of main blocks operation at the C++ programming language are considered.

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПРОФИЛЯ БЫТОВОГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Савочкин А. А., Абдулгалиев О. Р., Копцев П. А.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Савочкин А. А.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: osmandinho@mail.ru

Аннотация — Предложен вариант измерительного оборудования для автоматизированного измерения температурного профиля, разработанный с использованием микроконтроллерной платформы Arduino. Приведены результаты разработки.

1. Введение

Существует широкий класс бытовых и профессиональных приборов, предназначенных для различных целей, режим работы которых должен поддерживаться по определенной температурной программе, то есть прибор в различные промежутки времени рабочего цикла должен поддерживать определенную температуру в рабочей зоне. Проверка корректного функционирования такого оборудования требует постоянного или периодического участия оператора, обеспечивающего контроль температурного режима. Предлагаемый стенд позволяет измерять температуру в рабочей области исследуемого прибора и выводить ее в виде графической зависимости температуры от времени, что позволяет не находиться оператору около исследуемого прибора во время всего рабочего цикла. Графическая визуализация результатов исследований являются более информативной и такой вид представления информации более удобен для последующего документирования результатов и проведения анализа корректности работы прибора.

2. Основная часть

Стенд в отличие от профессиональных систем [1] выполнен на основе платформы Arduino Nano. В качестве датчика температуры применена термопара К-типа, обеспечивающая режим измерения в диапазоне более 200 градусов Цельсия. Текущая температура в реальном времени выводится на семисегментный индикатор, что позволяет использовать данное устройство как обычный термометр. Питание устройства комбинированное: автономный источник с применением литиевых аккумуляторов; стабилизированный источник питания со стабилизатором напряжения 5 В. Связь стенда с устройством управления (смартфоном) производится посредством Bluetooth канала связи, что обеспечивает удаленное пользование стенда. Для организации Bluetooth интерфейса использован модуль типа HC-05. Структурная схема стенда приведена на рис. 1.

Приложение на смартфоне отображает текущую температуру, а также строит график зависимости температуры от времени в режиме реального времени. Внешний вид главного окна приложения представлен на рис. 2. Точность измеряемой температуры определяется типом используемого датчика температуры. В случае применения с термопарой 12-разрядного ЦАП MAX6675 точность измерения датчика составляет 1,5 градуса Цельсия, а разрешение 0,25 градуса Цельсия при диапазоне измеряемой температуры от -200 до 1500 градусов.

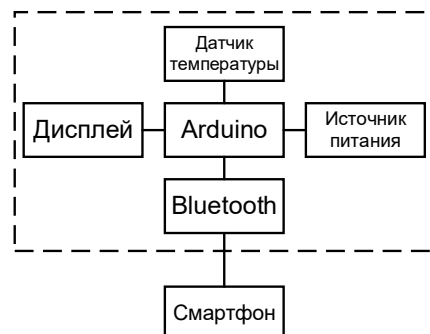


Рис. 1



Рис. 2

В работе рассматривается альтернативный вариант датчика DS18B20 с пределом измеряемой температуры 125 градусов Цельсия.

3. Заключение

Разработан стендовый макет термометра с возможностью построения графиков зависимости измеряемой температуры от времени. Данный макет позволяет автоматизировать процесс измерения и фиксирования температуры с возможностью последующей обработки и хранения полученных данных. Точность и пределы измерения зависят от выбранного типа термодатчика.

4. Список литературы

- [1] Гимпелевич, Ю. Б. Разработка и исследование модуля-носителя и модуля-мезонина измерения частоты вращения / Ю. Б. Гимпелевич, В. М. Иськов, А. В. Лукьянчиков // Актуальные проблемы электронного приборостроения (АПЭП — 2016) : Тр. XIII междунар. науч.-практ. конф. — 2016. — С. 155—158.

LABORATORY STAND FOR MEASURING THE TEMPERATURE PROFILE OF HOUSEHOLD AND PROFESSIONAL EQUIPMENT

Savochkin A. A., Abdulgaziev O. R., Koptsev P. A.
 Scientific adviser: Savochkin A. A.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — A variant of measuring equipment for automated temperature profile measurement developed using the Arduino microcontroller platform is proposed. The results of development are presented.



XI Международная молодежная НТК РТ-2015
"Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций"
Севастополь, 16 - 20 ноября 2015 г.

Секция 7

ЦИФРОВАЯ И АНАЛОГОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

АНАЛИЗ ВО ВРЕМЕННОЙ ОБЛАСТИ СХЕМЫ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ КОРРЕКЦИИ С ЧАСТОТНО-ЗАВИСИМОЙ НАГРУЗКОЙ

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 во временной области схемы усилительного каскада с высокочастотной коррекцией, выполненной на основе частотно-зависимой нагрузки, установленной в коллекторной цепи. Получены выражения для расчета временных параметров схемы, приведена рассчитанная зависимость выброса фронта от коэффициента коррекции.

1. Введение

В схемах усилителей импульсных сигналов для уменьшения длительности фронта усиленного напряжения применяют схемы высокочастотной коррекции, основанные на использовании в качестве нагрузки усилительного элемента частотно-зависимых корректирующих цепей. При этом вопросы влияния элементов коррекции на свойства каскада в частотной области в литературе рассмотрены [1, 2], однако влияние корректирующих цепей на параметры усилительных каскадов во временной области, рассмотрены не достаточно полно.

В докладе проведен анализ в области малых времен усилительного каскада с высокочастотной коррекцией, основанной на использовании в качестве нагрузки частотно-зависимых цепей, и получены соотношения, позволяющие рассчитать временные параметры каскада в зависимости от номиналов корректирующих элементов схемы.

2. Основная часть

На рис. 1 изображен усилительный каскад с высокочастотной коррекцией. Корректирующая индуктивность L и паразитная емкость выходной цепи C_0 , совместно с резисторами R_k и R_n образуют цепь частотно-зависимой нагрузки.

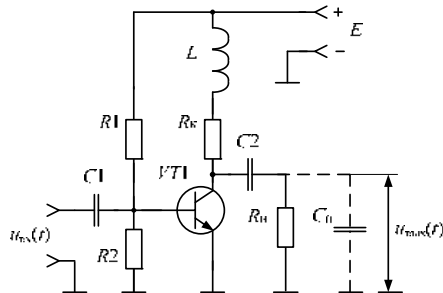


Рис. 1

В результате проведенного анализа схемы было получено выражение для комплексного коэффициента усиления каскада

$$K(j\omega) = K_0 \frac{1 + j\omega m \tau}{1 + j\omega \tau + (j\omega \tau)^2 m}$$

где K_0 — коэффициент усиления в области средних частот, $m = \frac{L}{R_k^2 C_0}$ — коэффициент коррекции,

$\tau = R_k C_0$ — постоянная времени выходной цепи, C_0 — емкость выходной цепи каскада.

Затем с использованием преобразования Лапласа были получены выражения для расчета парамет-

ров схемы во временной области. На рис. 2 изображена рассчитанная по полученным выражениям зависимость выброса фронта от коэффициента коррекции m .

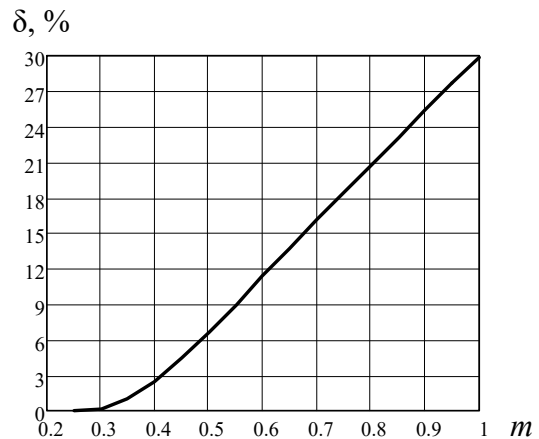


Рис. 2

Расчеты показали, что при $m > 0,25$ наблюдается выброс фронта, который достигает 1% при $m = 0,35$.

3. Заключение

Проведен анализ во временной области каскада с высокочастотной коррекцией, выполненной на основе использования частотно-зависимой нагрузки. Рассчитана зависимость выброса фронта импульсного напряжения для различных значений коэффициента коррекции. Получено, что при коэффициенте коррекции $m = 0,35$, выброс фронта достигает 1%.

4. Список литературы

- [1] Павлов, В. Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств / В. Н. Павлов. — М.: Академия, 2008. — 287 с.
- [2] Мельников, А. В. Учет влияния проходной емкости транзистора в схеме параллельной ВЧ коррекции / А. В. Мельников, В. В. Требунский // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций «РТ-2017»: матер. 13-й междунар. молодежной науч.-техн. конф., Севастополь, 20—24 ноября 2017 г. / Севастоп. гос. ун-т. — Севастополь: Изд-во СевГУ, 2017. — С. 224.

TIME-DOMAIN ANALYSIS OF HIGH-FREQUENCY CORRECTION CIRCUIT WITH FREQUENCY-DEPENDENT LOAD

Melnikov A. V., Hizhinskiy A. I.

Scientific adviser: Melnikov A. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The analysis in the time domain of the amplifier circuit with high-frequency correction, based on the frequency-dependent load in the collector circuit, is carried out. Expressions for calculating the time parameters of the circuit are obtained; the calculated dependence of the front surge on the correction factor is given.

УНЧ С КОЭФФИЦИЕНТОМ УСИЛЕНИЯ, УПРАВЛЯЕМЫМ ПАРАЛЛЕЛЬНЫМ ЦИФРОВЫМ КОДОМ

Мельников А. В., Куватов А. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Мельников А. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: mel.anat@mail.ru

Аннотация — Приведены результаты разработки усилителя низкой частоты с переменным коэффициентом усиления. Изменение усиления достигается перемножением входного напряжения на управляющий параллельный цифровой код. Устройство может быть использовано в высококачественных УНЧ, микшерных пультах, аудиокомпрессорах и др. устройствах.

1. Введение

Цифровое управление характеризуется следующими достоинствами: отсутствие шумов при регулировке, высокая надежность и долговечность, возможность управления с помощью микроконтроллера и др. [1, 2]

Предлагаемый доклад посвящен разработке усилителя с изменяемым при помощи цифрового кода коэффициентом усиления. Разрабатываемое устройство может быть использовано в высококачественных усилителях низкой частоты, микшерных пультах, аудиокомпрессорах и др. устройствах.

2. Основная часть

Структурная схема разрабатываемого устройства изображена на рис. 1.

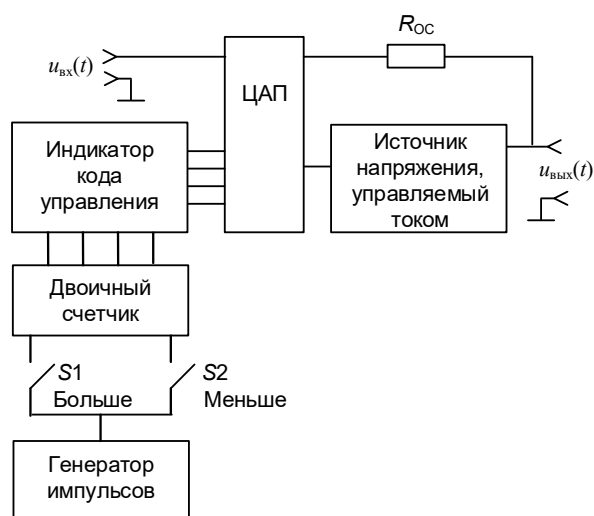


Рис. 1

Устройство содержит цифроаналоговый преобразователь (ЦАП), вывод опорного напряжения которого используется для подачи входного усиливаемого напряжения, а управляющие входы ЦАП через индикатор кода управления подключены к реверсивному двоичному счетчику. Точковый выход ЦАП подключен ко входу источника напряжения, управляемого током, преобразующего выходной ток ЦАП в напряжение. С выхода схемы через резистор $R_{ос}$ на ЦАП заведено напряжение обратной связи.

Выход генератора импульсов через ключи S1 и S2 подключен ко входам реверсивного двоичного счетчика, который в зависимости от положения ключей S1 и S2 осуществляет увеличение или уменьше-

ние двоичного кода, поданного через индикатор кода на управляющие входы ЦАП.

Выходной ток ЦАП определяется перемножением напряжения, поданного на вход опорного напряжения, на цифровой код, поданный на управляющие входы

$$I_{\text{вых ЦАП}} = -\frac{U_{\text{оп}}}{R_M} \sum_{i=1}^{10} 2^{-i} a_i, \quad (1)$$

где R_M — сопротивление ячейки резисторной матрицы ЦАП; a_i — значения разрядов двоичного кода, поданного на входы управления, которые могут принимать значения 0 или 1.

С учетом того, что входной сигнал подается на вход опорного напряжения микросхемы ЦАП, выходное напряжение усилителя, снимаемое с выхода источника напряжения, управляемого током, определяется перемножением напряжения входного сигнала на цифровой код, поданный на управляющие входы

$$U_{\text{вых}} = -U_{\text{вх}} \frac{R_{ос} + R}{R_M} \sum_{i=1}^{10} 2^{-i} a_i, \quad (2)$$

где R — сопротивление резистора, входящего в состав микросхемы ЦАП, и подключенного к выводу резистора обратной связи.

Из выражения (2) видно, что увеличению двоичного кода управления (замыкании ключа S1) напряжение на выходе увеличивается, а при замыкании S2 — уменьшается. Полное увеличение выходного напряжения от нуля до максимального осуществляется за 10 с.

3. Заключение

Таким образом, разработан усилитель с цифровым управлением коэффициентом усиления. Получено выражение для расчета зависимости выходного напряжения от цифрового кода, поданного на управляющие входы.

4. Список литературы

- [1] Павлов, В. Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств / В. Н. Павлов. — М.: Академия, 2008. — 287 с.
- [2] Микушин, А. В. Цифровые устройства и микропроцессоры / А. В. Микушин, А. М. Сажнев, В. И. Сединин. — СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 832 с.

AUDIO POWER AMPLIFIER CONTROLLED BY PARALLEL DIGITAL CODE

Melnikov A. V., Kuvatov A. V.

Scientific adviser: Melnikov A. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of the development of a low-frequency amplifier with a variable gain are presented. The gain change is achieved by multiplying the input voltage by the control parallel digital code. The device can be used in high-quality LFA, mixing consoles, audio compressors and other devices.

ЛИНЕЙНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ С ПОЛОСой ПРОПУСКАНИЯ 68—88 ГГц И ВЫХОДНОЙ МОЩНОСТЬЮ ДО 15,6 дБм НА ОСНОВЕ 130 нм SiGe БИКМОП ТЕХНОЛОГИИ

Будняев В. А., Вертегел В. В.

Севастопольский государственный университет, ООО «ИЦ СевГУ» Россия

E-mail: vadim.budnyaev@yandex.ru

Аннотация — В докладе представлены результаты разработки интегрального усилителя мощности V/W-диапазона частот с выходной мощностью 15,6 дБм на основе 130 нм SiGe БикМОП технологического процесса IHP SG13G2. Приведены результаты моделирования с учетом паразитных элементов топологии.

1. Введение

Усилитель мощности (УМ) является одним из самых сложных функциональных блоков в интегральных передатчиках КВЧ-диапазона на основе кремниевой технологии из-за ограниченного усиления и низкого напряжения пробоя транзисторов, что приводит к низкой выходной мощности и малому КПД. В докладе описывается интегральный линейный УМ миллиметрового диапазона с выходной мощностью >35 мВт (15,6 дБм) на основе SiGe гетеропереходных биполярных транзисторов и особенности его моделирования.

2. Основная часть

Упрощенная электрическая схема двойного УМ с синфазными делителем и сумматором на основе мостов Уилкинсона [1] изображена на рис. 1. Сложение мощностей двух усилителей позволяет в теории до двух раз повысить выходную мощность за счет двойного увеличения потребляемой мощности и занимаемой на кристалле площади. Два первых каскада представляют собой каскодные усилители, обладающие высоким коэффициентом усиления, высокой развязкой между входом и выходом и расширенной по сравнению с каскадом с общим эмиттером (ОЭ) полосой усиливаемых частот за счет уменьшения эффекта Миллера. В последующих трёх каскадах транзисторы включены по схеме с ОЭ для обеспечения наибольшей выходной мощности. Напряжение питания каскодных схем $V_{CC1} = 2,5$ В, а каскадов с ОЭ $V_{CC2} = 1,5$ В, напряжения смещения $V_B = 0,95$ В.

Транзисторы смещены при плотности тока покоя 9—10 мА/мм², что приводит к линейному режиму работы усилителя (класс А). Каждый каскад обеспечивает малосигнальное усиление 3—5 дБ. Согласующие цепи построены на основе сосредоточенных конденсаторов и тонких микрополосковых линий, имеющих индуктивный характер реактивного сопротивления в рабочем диапазоне частот. Межкаскадное согласование реализовано с помощью эмиттерной коррекции. Параметры МПЛ верифицированы в программе Sonnet.

Частотные зависимости основных параметров двойного УМ приведены на рис. 2. В полосе пропускания (ПП) по уровню -3 дБ 68—88 ГГц коэффициент усиления $|S_{21}|$ достигает значения 22 дБ, возвратные потери по входу $|S_{11}|$ — более 5 дБ, по выходу $|S_{22}|$ — более 7 дБ. Точка однодецибелной компрессии по выходу (OP_{1dB}) изменяется в пределах 11,2—14,2 дБм с максимумом на частоте 72 ГГц. При стандартной температуре 27 °С потребляемая мощность 288 мВт, при этом КПД по добавленной мощности достигает значения 11,5 %.

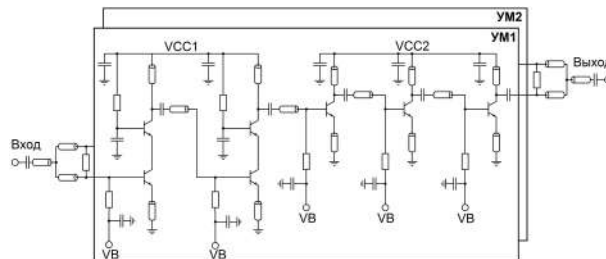


Рис. 1

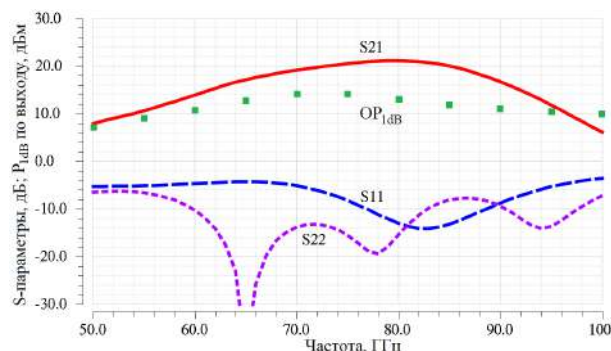


Рис. 2

3. Заключение

Сложение мощностей позволило повысить максимальную выходную мощность относительно одиночного УМ на 2,1 дБ (в 1,62 раза), что обусловлено потерями на делителе и сумматоре. Занимаемая площадь на кристалле двойного УМ — 1,38 мм² (одиночного — 0,58 мм²).

Разработанный УМ может использоваться в составе приборов V/W-диапазона частот: автомобильных радаров различного назначения, приборов активного радиовидения и высокоточного исследования погодных явлений, а также в высокоскоростных радиорелейных системах связи E-диапазона (71—76 ГГц, 81—86 ГГц) [2].

4. Список литературы

- [1] Коколов, А. А. Схемы сложения мощности для монолитных интегральных СВЧ-усилителей / А. А. Коколов, Л. И. Бабак // Доклады ТУСУРа. — 2011. — № 2 (24). — С. 24 — 30.
- [2] Antes, J. Multi-gigabit data transmission using MMIC-based E-band frontends / J. Antes [et al.] // IEEE Radio and Wireless Symposium (RWS). — 2014. — P. 10 — 12.

A 68—88 GHz LINEAR POWER AMPLIFIER WITH 15.6 dBm OUTPUT POWER IN 130 nm SiGe BiCMOS PROCESS

Budnyaev V. A., Vertegel V. V.
SevSU Engineering Center Ltd, Russia

Abstract — in the report, the development results of V/W-band 15.6 dBm output power integrated power amplifier on 130 nm SiGe BiCMOS process IHP SG13G2 is presented. The simulation results are given taking into account the layout parasitic elements.

РАЗРАБОТКА ЧАСТОТНО-ФАЗОВОГО ДЕТЕКТОРА И СХЕМЫ НАКАЧКИ ЗАРЯДА ДЛЯ СИНТЕЗАТОРА ЧАСТОТ 77—81 ГГц

Вертегел В. В., Кожемякин А. С.

Севастопольский государственный университет, ООО «ИЦ СевГУ», Россия

E-mail: ASKozhemyakinRT@gmail.com

Аннотация — В работе представлены результаты разработки частотно-фазового детектора и схемы накачки заряда для синтезатора частот 77 — 81 ГГц в 130 нм SiGe БикМОП технологии.

1. Введение

На сегодняшний день на смену традиционным узкополосным автомобильным радарам диапазона 24 ГГц приходят радары диапазона 76—81 ГГц. Данное решение позволит увеличить разрешающую способность радара по дальности и точности в 20 раз. При этом диапазон 76 ГГц используется для обнаружения на большой дальности, а 77—81 ГГц — на малой дальности с высоким разрешением.

Одна из ключевых блоков автомобильного ЛЧМ-радар является синтезатор частот, который в миллиметровом диапазоне частот строится на основе фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ).

Синтезатор частот на основе петли ФАПЧ состоит из: генератора, управляемого напряжением (ГУН) и петли обратной связи, необходимой для формирования управляющего напряжения для ГУН. Эта петля обратной связи состоит из: делителя частоты, частотно-фазового детектора (ЧФД), схемы накачки заряда (СНЗ, англ. *Charge Pump, CP*) и петлевого фильтра.

2. Основная часть

ЧФД отслеживает изменение фазы и частоты входного сигнала относительно опорного. На его выходах *UP* и *DN* формируется последовательность импульсов длительность которых равняется разности фаз между входными сигналами.

Схема накачки заряда состоит из двух переключаемых источников тока, которые преобразуют напряжения с ЧФД в корректирующий ток. После сигнал поступает на петлевой фильтр, который преобразит корректирующий ток в управляющие напряжения для ГУН.

На рис. 1 представлена принципиальная схема частотно-фазового детектора, схемы накачки заряда и петлевого фильтра.

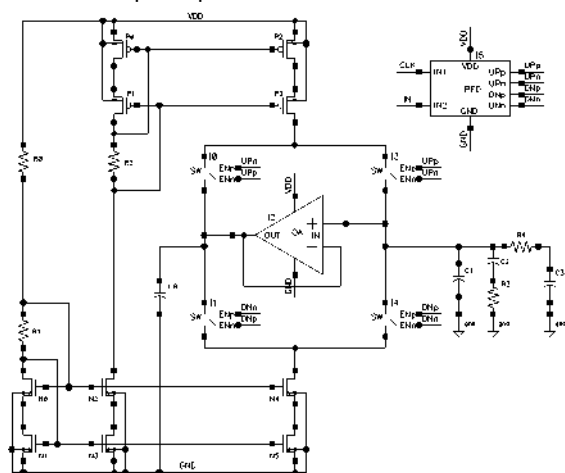


Рис. 1

ЧФД строится на основе пары *D*-триггеров (запускаемых по фронту, с их входами *D*) и схемы сброса в виде элемента 2И.

Операционный усилитель, включенный в режиме повторителя напряжения (см. рис 1), уравнивает потенциал на параллельной ветви протекания тока пропорционально потенциалу на петлевом фильтре, что гарантирует постоянства величины протекаемого тока через ветви, независимо от рабочего режима.

Пример построения схемы накачки заряда с уменьшенным эффектом разделения зарядов и улучшенным согласованием зарядного и разрядного токов представлен в статье [1, 2].

На рис. 2 представлены результаты моделирования ЧФД, СНЗ и ПФ в виде временной диаграммы при частоте входного сигнала выше тактовой.

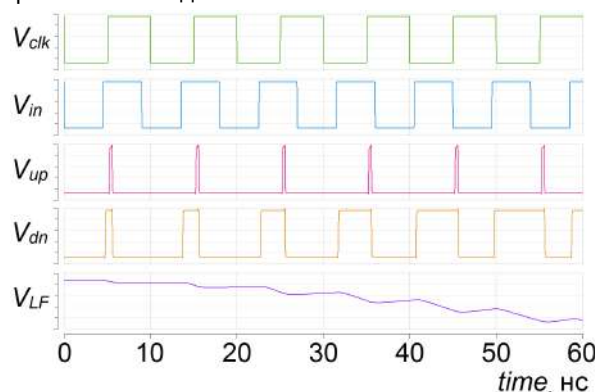


Рис. 2

3. Заключение

Разработана принципиальная схема частотно-фазового детектора и схемы накачки заряда в 130 нм SiGe БикМОП технологии.

Результаты моделирования показали, что общая потребляемая мощность составила 2,8 мВт при напряжении питания 3,3 В.

4. Список литературы

- [1] A 30.5 GHz Fully Integrated Frequency Synthesizer in SiGe BiCMOS for 61 GHz and 122 GHz Radar Applications [Электронный ресурс] / M. Kucharski [et al.] // 2017 IEEE MTT-S International Conference on Microwaves for Intelligent Mobility (ICMIM). — 2017. — P. 57—60.
- [2] Кожемякин А. С. Исследование и разработка интегральных синтезаторов ЛЧМ сигналов W-диапазона / А. С. Кожемякин, И. В. Кравченко, В. В. Вертегел // НАНОИНДУСТРИЯ. — М.: изд-во Техносфера, 2020. — С. 635—640.

DESIGN OF PHASE/FREQUENCY DETECTOR AND CHARGE PUMP FOR 77-81 GHz FREQUENCIES SYNTHESIZER

Vertegel V. V., Kozhemyakin A. S.

Sevastopol State University,

SevSU Engineering Center Ltd, Russia

Abstract — The results of design a phase/frequency detector and charge pump for 77-81 GHz frequencies synthesizer in 130 nm SiGe BiCMOS technology are presented.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО СЧИТЫВАНИЯ МАРКИРОВОК

Кулаковская Е. В., Начаров Д. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: kulakovskaya-kate@mail.ru

Аннотация — Разработано интеллектуальное устройство считывания маркировок. Алгоритм функционирования устройства формируется в результате применения машинного обучения. Распознавание маркировок производится с помощью искусственной нейронной сети, реализованной программно.

1. Введение

На данный момент существует множество видов устройств считывания маркировки. Целью данной работы является разработка интеллектуального устройства считывания маркировок, реализующего актуальный на сегодняшний день подход к решению задач распознавания образов с применением искусственных нейронных сетей. При этом также ставится задача обеспечения разрабатываемым устройством показателей, сравнимых с показателями широко применяемых промышленных устройств считывания маркировок.

2. Основная часть

В разрабатываемом устройстве использован принцип работы фотосканеров, являющихся наиболее широко применяемыми устройствами считывания на данный момент. Существенное отличие будет заключаться во внедрении механизмов машинного обучения, способных увеличить точность работы устройства и быстроту считывания маркировок.

На рис. 1 показана структурная схема устройства считывания маркировки.

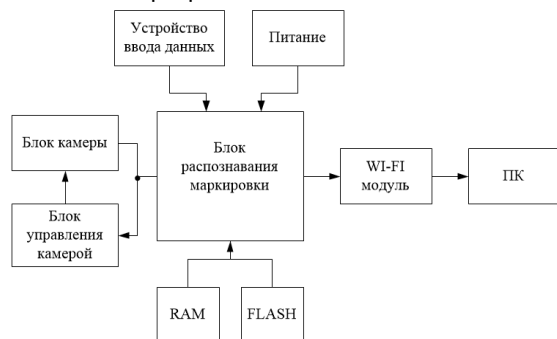


Рис. 1

Получаемое изображение в блоке камеры передается по интерфейсу SCI на блок распознавания маркировки, который отвечает за логику работы устройства и выполняет основной программный код. Устройство ввода данных осуществляет связь пользователя и блока распознавания маркировок. Блок управления камерой осуществляет конфигурацию работы камеры. ПК служит для хранения и дальнейшего использования результатов считывания маркировок.

На рис. 2 показан алгоритм работы устройства. Для расчета ошибок и коррекции весов нейронной сети использовался метод градиентного спуска, так как он оптимален для математической обработки алгебраическими методами сложных функций. Также метод удобен в случае функций множества переменных. Градиентный спуск устойчив к наличию дефектных данных.

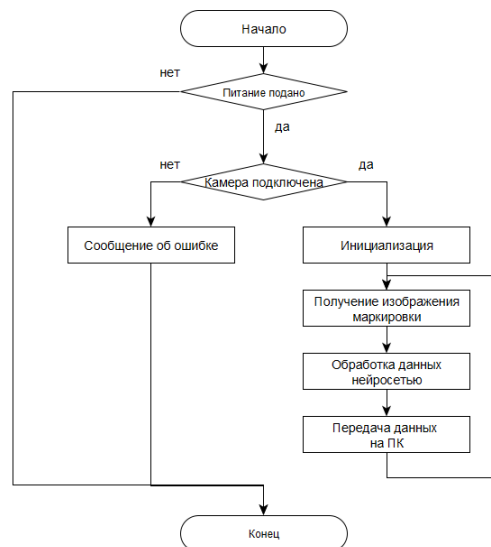


Рис. 2

Разработана нейронная сеть, как основа программного обеспечения устройства. Нейронная сеть была обучена с учителем на выборке рукописных цифр MNIST, состоящей из 60 тысяч изображений, тестирование проводилось на выборке, состоящей из 10 тысяч элементов. В процессе исследования зависимости точности от показателей количества скрытых слоев, эпох обучения и коэффициента обучения нейронной сети, удалось повысить эффективность до 97%. В конечном варианте программа представляет собой обученную нейронную сеть, состоящую из 784 выходных нейронов, 100 скрытых слоев, 10 выходов с коэффициентом обучения 0,2.

3. Заключение

Таким образом, разработаны структурная схема и алгоритм работы интеллектуального устройства считывания маркировок. Точность считывания маркировок нейронной сетью составляет 97%.

4. Список литературы

- [1] Хайкин, Саймон Нейронные сети : полный курс. 2-е издание / Саймон Хайкин. — М. : Издат. дом «Вильямс», 2006. — 1104 с.
- [2] Максимушкин, В. В. Сравнительная оценка вычислительной сложности обучения искусственной нейронной сети с жестким ядром и сети с классической структурой / В. В. Максимушкин, А. А. Арзамасцев // Вестник ТГУ. — 2006. — Т. 11. — № 2. — С. 190 — 197.

SMART MARKING READING DEVICE

Kulakovskaya E. V., Nacharov D. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — An intellectual marking reader was developed. The reader algorithm was produced using machine learning approach. Marking recognition is performed by software-based artificial neural network.

СИСТЕМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Дыбов Р. С., Широкова Е. И.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: rrost7@gmail.com

Аннотация — В статье описана новая система интеллектуального светодиодного освещения. Данная система представляет собой сеть, которая позволяет уменьшить энергопотребление объектов уличного освещения.

1. Введение

Основной задачей в развитии мировой электроэнергетики является модернизация. Необходимо перейти на качественно новый уровень энергетических систем с дальнейшим преобразованием их в интеллектуальные.

Важными составляющими энергетических систем, которые обеспечивают комфортную жизнь человека, являются системы уличного и дорожного освещения. В крупных городах подобные системы являются энергоемкими объектами, расход электроэнергии на них может составлять до 40 % от общего энергопотребления города.

Рост затрат на эксплуатацию уличного и дорожного освещения приводит к сокращению его использования вплоть до полного отказа.

В связи с этим эффективное управление энергопотреблением системы уличного и дорожного освещения — одна из наиболее важных задач модернизации энергетических систем.

В данной статье рассматривается принцип работы системы уличного освещения с применением светодиодной техники.

2. Основная часть

Принципиальная схема системы управления уличным светодиодным освещением показана на рис. 1.

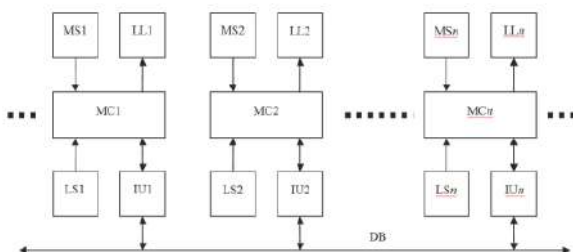


Рис. 1

Система представляет собой сеть, узлы которой соединены простой цифровой шиной передачи данных DB. Каждый сетевой узел состоит из: датчика движения MS_i, светодиодной лампы LL_i, микроконтроллера со встроенными часами реального времени MC_i, светочувствительного датчика LS_i, интерфейсных блоков IU_i.

Система работает следующим образом. Датчик освещенности посылает сигнал на вход микроконтроллера. Когда уровень внешнего естественного освещения падает ниже определенного критического уровня, все микроконтроллеры включают все светодиодные лампы с пониженным уровнем мощности. Достаточно установить светочувствительные датчики на один или несколько узлов, при условии, что уровень внешнего естественного света в зоне покрытия каждой локальной системы освещения примерно одинаков.

Данные об уровне внешнего естественного света передаются от одного узла ко всем узлам сети с использованием общей цифровой шины. Когда движущийся объект появляется в зоне обслуживания одной из локальных систем освещения (сетевых узлов) движущегося объекта, срабатывает датчик движения, например, датчик движения 1 первого сетевого узла на рис.1. Сигнал от датчика движения поступает на вход микроконтроллера MC1, через который светодиодная лампа LL1 переключается в режим высокой мощности.

Кроме того, с помощью встроенного микроконтроллера часов реального времени регистрируется момент появления движущегося объекта в этой зоне. Эта информация затем передается микроконтроллером MC1 и через интерфейсный модуль IU1 вместе с данным уникальным номером узла — на все другие узлы сети через цифровую шину. Кроме того, когда объект движется, он входит в зону покрытия другой локальной системы освещения (другого сетевого узла), например, в зону покрытия датчика движения MS2 второго сетевого узла на чертеже.

С помощью микроконтроллера MC2 этого узла сеть, используя встроенные часы реального времени, фиксирует момент появления движущегося объекта в зоне действия этого узла.

Зная расстояние между узлами сети, микроконтроллер рассчитывает скорость и направление движения объекта. Затем, согласно полученным данным, определяется количество сетевых узлов, установленных в направлении движения объекта, светодиодные лампы которого должны перейти в режим повышенной мощности.

В этом случае мощность светодиодного освещения постепенно увеличивается, когда движущийся объект приближается к соответствующему сетевому узлу, до максимального значения, когда он попадает непосредственно в зону покрытия узла.

Точка переключения и уровень мощности каждого светодиодного освещения определяются не непосредственно датчиком движения текущей локальной системы освещения, а путем вычисления рассчитанной скорости вдоль направления движения объекта и ее прогнозируемого появления в следующей рассчитанной точке.

3. Заключение

В рамках этой статьи была описана новая система интеллектуального светодиодного освещения. Эта система может быть применена к автономным электроосветительным установкам, светильникам наружного освещения, которые предназначены для освещения автомагистралей, дорог, улиц и прилегающих территорий.

INTELLIGENT LED LIGHTING SYSTEM

Dibov R. S., Shirokova E. I.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the article, a new smart LED lighting system. The system is a network that makes it possible to reduce the energy consumption of street lighting objects.

ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ НА БАЗЕ MULTI-SCROLL СИСТЕМЫ С ДИНАМИЧЕСКИМ ХАОСОМ ДЛЯ ПРЯМОХАОТИЧЕСКОЙ ЦИФРОВОЙ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Раупов Р. Р., Афанасьев В. В.

Научный руководитель: д-р. тех. наук, проф. Афанасьев В. В.
Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, Россия
E-mail: 89172662137rrr@gmail.com

Аннотация — В статье рассмотрена и проанализирована multi-scroll система с динамическим хаосом по схеме Jerk, которую можно использовать в качестве генератора хаоса в прямохаотической системе цифровой передачи информации.

1. Введение

Прямохаотическая система цифровой передачи информации является одной из эффективных практически реализованных и используемых схем беспроводной связи на основе динамического хаоса [1]. Основным элементом прямохаотической системы цифровой передачи информации является генератор хаоса. Эффективно построение генераторов псевдослучайных сигналов на основе multi-scroll системы по схеме Jerk [2].

Цель работы — анализ и моделирование multi-scroll системы с динамическим хаосом по схеме Jerk и выработка инженерных рекомендаций по выбору ее параметров с целью использования в качестве эффективного генератора хаоса в прямохаотических системах цифровой передачи информации.

2. Основная часть

Широко используемый вариант реализации схемы Jerk описывается системой уравнений [3]

$$\begin{cases} \dot{x} = y, \\ \dot{y} = z, \\ \dot{z} = -x - y - a \cdot z + f(x), \end{cases}$$

где x, y, z — переменные системы, a — параметр системы, $f(x)$ — определяет количество спиралей в фазовом пространстве динамической системы.

Численное решение системы нелинейных дифференциальных уравнений, описывающей динамику схемы Jerk, в работе проводилось методом Эйлера. Величина относительного шага временной дискретизации, нормированного к периоду квазирезонансных колебаний в моделируемой системе, выбиралась равной 0,09.

Исследовано влияние вариации параметров multi-scroll системы по схеме Jerk на ее фазовые портреты и статистические характеристики формируемых сигналов. Полученный в программной среде Mathcad для аттрактора с 4-мя спиральями характерный фазовый портрет при базовом параметре $a = 0,6$ представлен на рис.1.

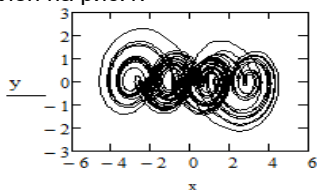


Рис. 1

В результате проведенного моделирования при вариации параметров схемы Jerk установлено, что хаотический режим наблюдается, когда параметр a выбирается в диапазоне от 0,3 до 1,1.

Для обоснования инженерных рекомендаций с оптимальным выбором параметров исследуемой multi-scroll системы в программной среде Multisim

разработана и исследована модель схемы Jerk выполненная на элементной базе ОУ.

Полученный в результате моделирования схемы характерный фазовый портрет для случая с 4-мя спиральями при параметре $a = 0,6$ приведен на рис. 2.

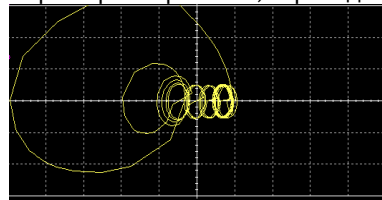


Рис. 2

Кроме того, исследованы статистические характеристики псевдослучайных сигналов, формируемых на основе исследуемой multi-scroll системы с динамическим хаосом.

3. Заключение

Таким образом, на основе разработанных средств моделирования исследованы фазовые портреты multi-scroll системы с хаотической динамикой по схеме Jerk и выработаны инженерные рекомендации по выбору параметров базовой системы с динамическим хаосом при генерации псевдослучайных сигналов. Полученные результаты возможно использовать при проектировании и оптимизации генераторов хаоса в прямохаотической системе цифровой передачи информации.

4. Список литературы

- [1] Дмитриев, А. С. Прямохаотическая относительная схема передачи данных / А. С. Дмитриев, Т. И. Мохсени, К. М. Сьерра-Теран // Системы синхронизации, формирования и обработки сигналов. — М., 2019. — Т.10. — № 6. — С. 45 — 50.
- [2] Simin, Yu. N-scroll chaotic attractors from a general Jerk circuit / Simin Yu, Jinhu Lu, Henry Leung, Guanrong Chen // Int. Symposium on Circuits and Systems (ISCAS), Kobe, Japan, 2015. — P. 1473 — 1476.
- [3] Chunxia, Liu. Research on the multi-scroll chaos generation based on Jerk Mode / Liu Chunxia, Yi Jie, Xi Xianchun, An Limin, Qian Yan // Procedia Engineering, 2012. — P. 957 — 961.

SIGNAL GENERATOR BASED ON MULTI-SCROLL SYSTEM WITH DYNAMIC CHAOS FOR CHAOS DIGITAL INFORMATION TRANSMISSION SYSTEM

Raupov R. R., Afanasiev V. V.

Scientific adviser: Afanasiev V. V.

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Russia

Abstract — In the article, a multi-scroll system with dynamic chaos based on the Jerk circuit, which can be used as a chaos generator in chaos digital information transmission system, is discussed and analyzed.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ШИРОКОПОЛОСНОГО КМОП КОРРЕКТОРА СКВАЖНОСТИ

Поморев А. С., Дученко Н. В., Ветров И. Л.

Севастопольский государственный университет, ООО «ИЦ СевГУ», Россия

E-mail: aspomorev@sevsu.ru

Аннотация — Представлены результаты разработки и моделирования широкополосного КМОП корректора скважности на основе КМОП 0,18 мкм технологии.

На рис. 1 показаны эюры напряжений в установленном режиме работы корректора скважности

1. Введение

В высокочастотных интегральных схемах (ИС), в ряде случаев возникает необходимость коррекции скважности сигнала. Так, в зависимости от их структуры, коэффициент заполнения сигнала гетеродина не равный 0,5 влечёт за собой появление нежелательных спектральных составляющих что приводит к деградации выходного сигнала. Эта задача решается с помощью встроенного в ИС корректора скважности. Они нашли широкое применение в системах модуляторов и демодуляторов с внешним гетеродином. В докладе приводятся результаты разработки широкополосного КМОП корректора скважности, позволяющем получить выходной сигнал с коэффициентом заполнения, близким к 0,5 при подаче на вход сигнала с коэффициентом заполнения 0,2...0,8 в диапазоне рабочих частот 30...1000 МГц при напряжении питания 1,8 В.

2. Основная часть

Корректор скважности является частью разрабатываемой широкополосной ИС. Упрощённая структурная схема разработанного корректора скважности, изображена на рис. 1.

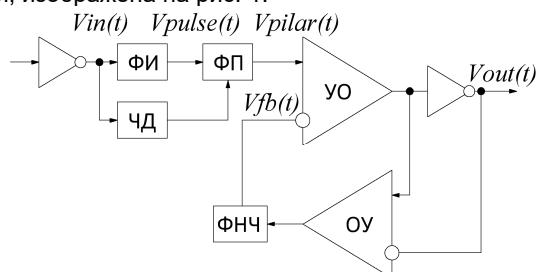


Рис. 1

Входной сигнал подаётся на инвертор для увеличения нагрузочной способности. Далее, сигнал V_{in} подаётся на формирователь импульсов (ФИ), который обеспечивает формирование импульсов в выходном сигнале V_{pilar} длительностью 250 пс по передним фронтам входного сигнала. Для формирования пила одинакового размаха при разных частотах в блоке формирователя пила (ФП), используется сигнал управления с выхода частотного детектора (ЧД), описанного в [1]. Далее, сигнал V_{pilar} подаётся на усилитель-ограничитель для преобразования в меандр. Сигнал обратной связи V_{fb} позволяет изменять скважность выходного сигнала за счёт изменения постоянной составляющей сигнала V_{pilar} . Сигнал управления скважностью формируется путём вычитания выходного сигнала из его инвертированной копии на операционном усилителе (У) а также его дальнейшей фильтрации фильтром нижних частот (ФНЧ). Таким образом, при коэффициенте заполнения 0,5, сигнал с выхода У отсутствует, и коррекция не требуется.

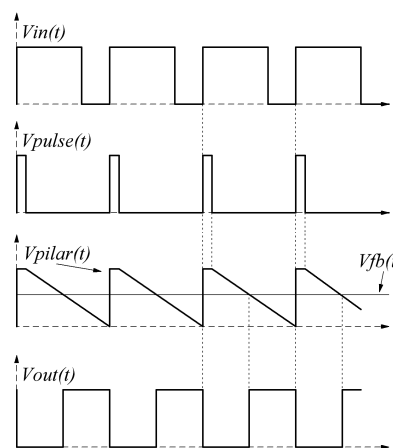


Рис. 2

В таблице 1 приведены коэффициенты заполнения выходного сигнала корректора скважности при напряжении питания 1,8В, коэффициента заполнения входного сигнала 0,2.

Таблица 1

F	$t_r, \mu s$	-60	85
30 МГц		50,12%	50,29%
300 МГц		49,98%	50,02%
1 ГГц		49,96%	50,01%

Время установления скважности выходного сигнала зависит от частоты входного сигнала и находится в диапазоне 400 нс ... 2 мкс.

3. Заключение

Разработан широкополосный КМОП корректор скважности на основе 0,18 мкм технологии.

В дальнейшем планируется модифицировать схему для работы с дифференциальными сигналами.

4. Список литературы

- [1] Поморев, А. С. Простой частотный детектор с токовым выходом для диапазона частот 30 МГц — 1 ГГц / А. С. Поморев, Д. С. Ковалевский, И. Л. Ветров // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций «РТ-2019»: матер. XV-й междунар. Молодежной науч.-техн. конф., РТ-2019, Севастополь, 14 — 18 октября 2019 г. — Севастополь: Изд-во СевГУ, 2019. — С. 149.

DESIGN AND RESEARCH OF WIDEBAND CMOS DUTY-CYCLE CORRECTOR

Pomorev A. S., Duchenko N. V., Vetrov I. L.
Sevsu Engineering Center Ltd, Russia

Abstract — The results of the development and modeling of a wideband CMOS duty-cycle corrector are presented.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ С МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Покровский В. А., Скорик И. В., Широков И. Б.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: syavunchik@gmail.com

Аннотация — Разработаны принцип работы и структурная схема лабораторного источника питания микроконтроллерным управлением.

1. Введение

Основой любого сервисного центра или центра исследований являются лабораторные источники питания. Они необходимы для проведения исследований и испытаний приборов, в качестве лабораторных стендов. Проанализировав рынок лабораторных источников питания, стало ясно, что, источников питания с напряжением 60В и выше, а также с возможным током нагрузки до 10А - немного. Существующие и доступные подобные источники питания – не имеют микроконтроллерного управления и всех доступных с ним функций. Те, что имеют все необходимые характеристики, к сожалению, достаточно дороги. В этой статье предлагается разработка структурной схемы и принципов функционирования такого устройства с заданными параметрами.

2. Основная часть

На рис.1 представлена структурная схема разрабатываемого устройства.

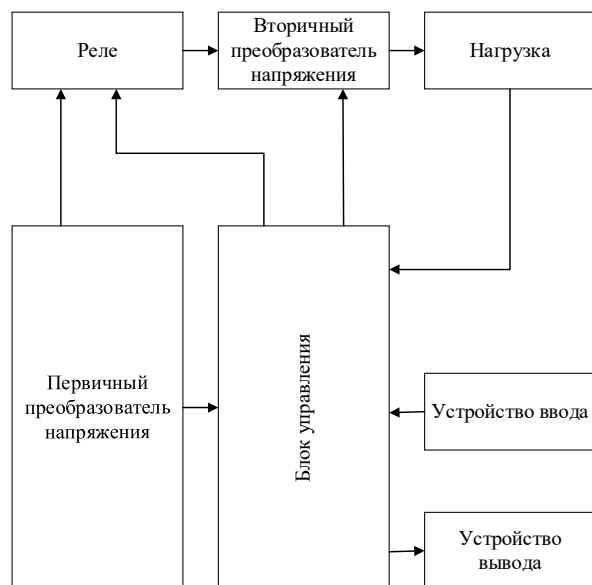


Рис. 1

Устройство состоит из двух основных блоков: первичный и вторичный преобразователи. На первичном преобразователе происходит трансформация напряжения сети переменного тока до необходимого для работы устройства.

Стабилизация, управление током и напряжением, происходит в цепи вторичного источника питания при помощи блока управления, в качестве которого, предполагается использование микроконтроллера.

Блок управления является связующим звеном с остальными блоками устройства. Его задача обеспечивать поддержание стабильных параметров на выходе устройства. В качестве блока управления

выбран микроконтроллер ATMEGA2560, так как он имеет большой запас памяти и функционала, для возможно расширения функционала устройства. Блок управления с помощью обратной связи получает информацию о значении тока и напряжения в нагрузке. Полученная информация сравнивается с заданными значениями, введенными с устройства ввода, и корректируется с помощью ШИМ-сигнала. В случае, если необходимо включить защиту, он включает реле или же снижает ШИМ-сигнал управления до нуля. Устройство может работать в таких режимах, как:

- стабилизации по напряжению.
- стабилизации по току.
- стабилизации и тока, и напряжения.

В режиме стабилизации по напряжению, контроль и управление осуществляется только по напряжению. В режиме стабилизации – только по току. С режиме контроля мощности происходит контроль и стабилизация как тока, так и напряжения.

Ввод параметров работы устройства производится с устройства ввода. Оно представлено набором кнопок и энкодеров, а также сенсорным дисплеем. Такой набор устройств для ввода позволяет удобно и точно выставлять необходимые значения работы устройства. Также предусмотрены выбор предустановленных параметров работы устройства.

Вся информация о процессе работы устройства выводится на устройство вывода. В качестве него предполагается использовать дисплей 3.5 дюйма. На него могут выводиться информационные графики с реальными данными на выходе лабораторного источника питания. Так же возможен вывод информации на компьютер, для дальнейшего построения графиков в реальном времени.

3. Заключение

Таким образом, разработан принцип и структурная схема работы мощного лабораторного источника питания, отвечающий современным требованиям и являющийся доступным и функциональным.

4. Список литературы

- [1] Раймонд Мэк. Импульсные источники питания. Теоретические основы проектирования и руководство по практическому применению, 2008.
- [2] Даташит на микроконтроллер ATMEGA2560, <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/175205/ATMEL/ATMEGA2560-16AU.html>.

LABORATORY POWER SUPPLY WITH A MICROCONTROLLER CONTROL

Pokrovskiy V. A., Skorik I. V., Shirokov I. B.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The principle of operation and block diagram of a laboratory power supply with microcontroller control are developed.

ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЦИФРОВОЙ УМНОЖИТЕЛЬ ЧАСТОТЫ

Дученко Н. В., Поморев А. С.

Севастопольский государственный университет, ООО «ИЦ СевГУ», Россия

E-mail: NVDuchenko@sevsu.ru

Аннотация — Обсуждаются результаты разработки интегрального цифрового умножителя частоты на основе 0,25 мкм SiGe БикМОП технологического процесса. Разработанный умножитель частоты имеет диапазон умножения частоты от 1 до 1023 с ошибкой не более 5%.

рисунок 2. По фронтам полученных формируется выходной сигнал частоты $M \cdot Fin$. Временные диаграммы, поясняющие принцип работы, показаны на рисунке 2

1. Введение

Умножители частоты получили широкое распространение в интегральных схемах. Часто умножитель частоты строится на основе схемы фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ). Основным преимуществом умножителей на ФАПЧ является стабильность выходной частоты, к недостаткам умножителей на ФАПЧ можно отнести ограниченный коэффициент умножения, большая площадь, высокое энергопотребление. Предложенная схема умножителя частоты лишена вышеописанных недостатков [1].

2. Основная часть

На рис. 1 показана структурная схема интегрального цифрового умножителя частоты.

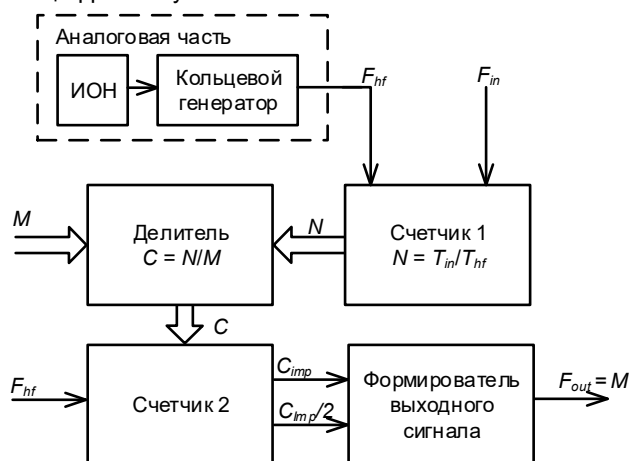


Рис. 1

В схеме умножителя частоты содержится аналоговая и цифровая части. Аналоговая часть состоит из кольцевого генератора и источника опорного напряжения, напряжение на выходе которого используется в качестве питающего напряжения для кольцевого генератора, что позволяет минимизировать зависимость частоты генерации от изменения температуры и общего напряжения питания [2].

Цифровая часть умножителя частоты состоит из двух счётчиков, делителя и формирователя выходного сигнала.

На выходе кольцевого генератора формируются прямоугольные импульсы F_{hf} высокой частоты 1,0 ГГц, которые используются для измерения длительности периода опорного сигнала Fin . Полученное число N импульсов высокой частоты в одном периоде опорного сигнала делится на заданный пользователем коэффициент умножения M . В данной схеме использован SPI интерфейс для задания коэффициента умножения. Полученные значение $C = N/K$, и его половина $C/2 = N/2K$ используются для формирования импульсов C_{imp} и $C_{imp}/2$, показанных на

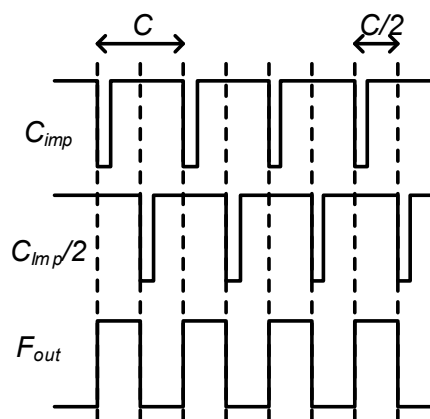


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом разработанный на технологии 0,25 мкм SiGe БикМОП технологическом процессе умножитель частоты позволяет произвести операцию умножения входной частоты прямоугольного сигнала в диапазоне от 1 до 1023 раз. Обладает сравнительно низким энергопотреблением и малой площадью. Однако недостатками предложенного умножителя является более низкая стабильность частоты, так ошибка умножения составляет не более 5%. Нижний диапазон входной частоты ограничен разрядностью счётчиков, а верхний диапазон входной частоты ограничен частотой генерации кольцевого генератора и коэффициентом умножения.

4. Список литературы

- [1] Sanjay, K. Wadhwa Programmable Digital Frequency Multiplier / Wadhwa K. Sanjay, Muhury Deeya, Thakur Krishna // 20th Int. Conf. on VLSI Design held jointly with 6th Int. Conf. on Embedded Systems (VLSID'07). — 2007.
- [2] Титце, Полупроводниковая схемотехника / У. Титце, К. Шенк — М. : ДМК Пресс, 2007. — 942 с.

INTEGRATED PROGRAMMABLE DIGITAL FREQUENCY MULTIPLIER

Duchenko N. V, Pomorev A. S.
Sevsu Engineering Center Ltd, Russia

Abstract — In the paper, the results of integrated programmable digital frequency multiplier design based on 0.25 um SiGe BiCMOS technology are described. Multiplication factor range of the designed device is 1 to 1023 with average frequency error less than 5%.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ШИРОКОПОЛОСНОГО УДВОИТЕЛЯ ЧАСТОТЫ

Поморев А. С., Дученко Н. В., Ветров И. Л.

Севастопольский государственный университет, ООО «ИЦ СевГУ», Россия

E-mail: aspomorev@sevsu.ru

Аннотация — Представлены результаты разработки и моделирования широкополосного удвоителя частоты на основе БикМОП 0,18 мкм технологии.

1. Введение

Умножители частоты нашли широкое распространение в высокочастотных интегральных схемах (ИС) для преобразования опорного сигнала. Так, в синтезаторах частот использование удвоителя частоты расширяет рабочую полосу частот. В формирователях квадратурных сигналов на основе триггерных схем, использование удвоителей частоты позволяет компенсировать уменьшение частоты квадратурных составляющих в два раза. В докладе приводятся результаты разработки дифференциального широкополосного 30 МГц... 1 ГГц удвоителя частоты в БикМОП технологии 0,18 мкм.

2. Основная часть

Удвоитель частоты является частью разрабатываемой широкополосной ИС тракта гетеродина модулятора/демодулятора. Упрощённая структурная схема удвоителя частоты изображена на рис. 1.

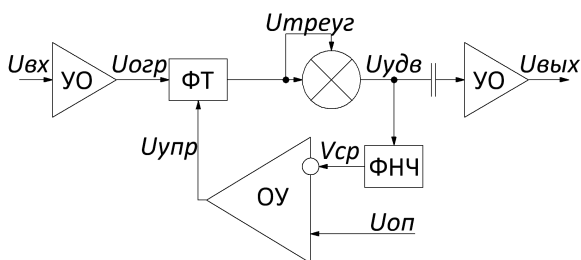


Рис. 1

Входной сигнал $U_{вх}$ подаётся на усилитель-ограничитель (УО) в виде нескольких дифференциальных каскадов для нормирования его амплитуды. Полученный меандр $U_{огр}$ подаётся на формирователь треугольного сигнала (ФТС) на основе RC-цепи. Так как на выходе RC-цепи амплитуда треугольников зависит от входной частоты, в ФТС введён перестраиваемый источник тока для изменения амплитуды выходного сигнала. Далее, сигнал $U_{треуг}$ подаётся на оба входа умножителя, выполненным в виде ячейки Гильберта. Результатом произведения сигнала треугольных импульсов является треугольный сигнал с удвоенной частотой $U_{удв}$ с постоянной составляющей, соответствующей амплитуде выходного сигнала. Далее, переменная составляющая сигнала $U_{удв}$ через разделительный конденсатор усиливается и ограничивается с помощью выходного УО. Постоянная составляющая с выхода умножителя частоты выделяется фильтром нижних частот (ФНЧ). Опорный сигнал $U_{оп}$ определяет амплитуду сигнала на выходе умножителя частоты $U_{удв} = U_{оп}$. Формирующееся напряжение обратной связи $U_{упр}$ управляет амплитудой треугольников на выходе ФТС, что позволяет в широком диапазоне рабочих частот поддерживать одинаковую амплитуду сигнала.

На рис. 2 показаны эпюры напряжений в установленном режиме работы удвоителя частоты.

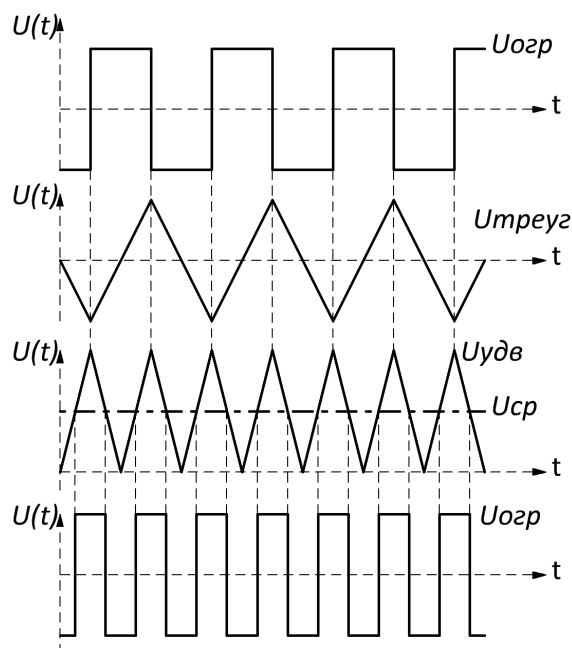


Рис. 2

Максимальное потребление составляет 5 мВт на верхней границе рабочего диапазона частот при напряжении питания 5 В. Амплитуда выходного сигнала составляет 200 мВ. Время установления зависит от частоты и не превышает 1 мкс на нижней границе рабочего диапазона частот.

3. Заключение

Разработан широкополосный удвоитель частоты на основе 0,18 мкм БикМОП технологии. Проведено моделирование топологии с учётом влияния паразитных элементов.

Обратная связь «назад» и использование усилителя-ограничителя позволяет достичь постоянной амплитуды в выходном сигнале в широком диапазоне рабочих частот 30 МГц ... 1 ГГц.

4. Список литературы

- [1] Титце, У. Полупроводниковая схемотехника // У. Титце, К. Шенк ; 12-е изд. — М. : Додэка XXI, 2015. — 942 с.

DESIGN AND STUDY OF WIDEBAND FREQUENCY DOUBLER

Pomorev A. S., Duchenko N. V., Vetrov I. L.
Sevsu Engineering Center Ltd, Russia

Abstract — The results of the development and modeling of a wideband frequency doubler based on 0.18 μm BiCMOS technology are presented.

УПРАВЛЯЕМЫЙ ОПЕРАЦИОННЫЙ УСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ АКТИВНОГО ФИЛЬТРА НИЖНИХ ЧАСТОТ

Харитонов С. А., Дученко Н. В.

Севастопольский государственный университет, ООО «ИЦ СевГУ» Россия

E-mail: saharitonov@sevsu.ru

Аннотация — Представлена схемотехническая реализация управляемого операционного усилителя для активного фильтра нижних частот с возможностью изменения частоты среза.

1. Введение

В докладе представлен вариант реализации управляемого операционного усилителя (УОУ). УОУ имеет цифровое управление через 6-разрядную параллельную шину, которое позволяет изменять его проводимость (зависимость выходного тока от входного напряжения). Такая реализация УОУ позволяет создавать активные фильтры, которые можно перестраивать по частоте без использования банков конденсаторов и резисторов.

2. Основная часть

Функциональная схема УОУ изображена на рис. 1

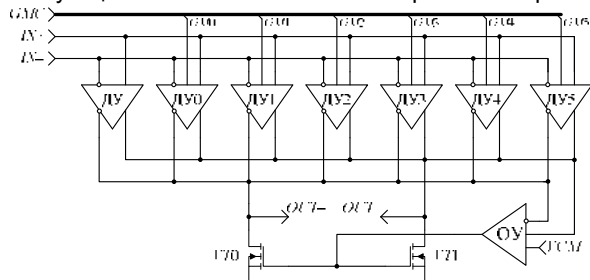


Рис. 1

Основу УОУ составляют дифференциальные усилители (ДУ), которые представляют собой дифференциальные каскады на p -канальных МОП-транзисторах с источниками тока в виде токовых зеркал. Все ДУ имеют токовые выходы, которые объединены параллельно и имеют общее подключение к нагрузке в виде двух n -канальных МОП-транзисторов $V70$ и $V71$.

Транзисторы $V70$ и $V71$ необходимы для задания и поддержания среднего выходного напряжения УОУ так как этого требуют схемы с дифференциальным выходом. ОУ сравнивает среднее выходное напряжение УОУ ($OUT+$, $OUT-$) с напряжением VCM , подаваемым на его дополнительный вход, и выдает управляющее напряжение на затворы транзисторов $V70$ и $V71$. Таким образом ОУ задает такое сопротивление транзисторов $V70$ и $V71$, чтобы среднее выходное напряжение на выходе ($OUT+$, $OUT-$) было максимально близко к напряжению VCM .

УОУ имеет возможность изменения проводимости (gm), что позволяет его применять для создания перестраиваемых активных фильтров. Представленный УОУ был разработан для активного ФНЧ Баттерворта пятого порядка.

Проводимость gm изменяется за счет подключения ДУ0—ДУ5 в различных комбинациях. Выходные токи в ДУ0—ДУ5 взвешены по двоичному закону от ДУ0 к ДУ5, таким образом получается всего 64 значения проводимости gm . Управление производится по 6-разрядной параллельной шине GMC .

В схеме имеется неуправляемый ДУ, который формирует проводимость gm необходимую для задания минимальной частоты среза ФНЧ. ДУ0 является младшим управляющим разрядом, величина его выходного тока задает шаг перестройки ФНЧ. Максимальная частота среза зависит как от количества коммутируемых ДУ, так и от величины шага перестройки ФНЧ.

На рис. 2 показаны графики зависимости проводимости gm (мкСм) от входного дифференциального напряжения УОУ при различных кодах на управляющей шине GMC .

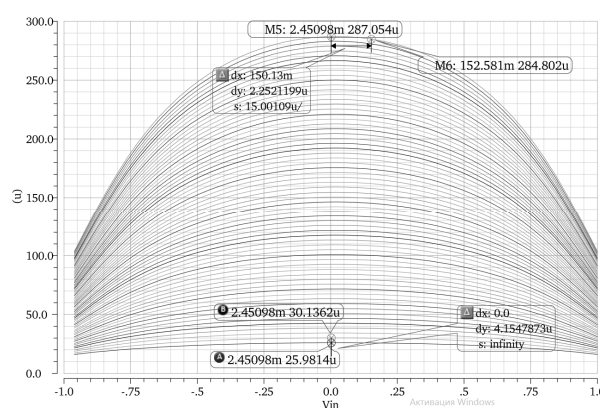


Рис. 2

Схема УОУ и построенный на его основе ФНЧ Баттерворта пятого порядка разработаны по технологии 90-нм Si КМОП отечественной фабрики Микрон.

3. Заключение

Разработанный УОУ в составе ФНЧ Баттерворта пятого порядка позволяет осуществлять перестройку частоты среза в диапазоне 5—57 МГц с шагом 850 кГц без использования банков конденсаторов и резисторов, что позволяет значительно уменьшить площадь, занимаемую перестраиваемым ФНЧ, на кристалле.

4. Список литературы

- [1] Sarrafiazhad, A. Design of a Digitally Tunable 5th Order GM-C Filter Using Linearized OTA in 90nm CMOS Technology / A. Sarrafiazhad, I. Kara, F. Baskaya // 2015 Int. Symposium on Signals, Circuits and Systems (ISSCS), 9—10 July 2015. — Iasi, Romania. — 2015.

CONTROLLED OPERATING AMPLIFIER FOR ACTIVE LOW-PASS FILTER

Kharitonov S. A., Duchenko N. V.

Sevsu Engineering Center Ltd, Russia

Abstract — The schematic implementation of a controlled operational amplifier for an active low-pass filter with the ability to change the cutoff frequency is presented.

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЯ МУТНОСТИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ПРИБРЕЖНЫХ ВОД

Воликов М. С., Дыкман В. З.

Морской гидрофизический институт РАН, г. Севастополь, Россия

E-mail: volikovms@mhi-ras.ru

Аннотация — Представлена разработка фотометрического измерителя мутности воды для системы контроля и экологического мониторинга состояния прибрежных вод.

1. Введение

Степень мутности прибрежных вод является одним из ключевых показателей уровня их загрязненности. Контроль данного параметра крайне необходим для осуществления экологического мониторинга акваторий и пляжей, определения качества воды на водозаборах систем водообеспечения.

Мутность можно рассматривать как характеристику относительной прозрачности воды. Измерение мутности — это не прямое определение количества взвеси в жидкости, а измерение величины рассеяния света на взвешенных частицах. Выбор метода измерения мутности имеет решающее значение, так как два основных вида измерителей отличаются как методом измерения, так и характеристиками в различных участках диапазона величин мутности. Это турбидиметры, которые определяют соотношение между количеством прошедшего и поглощенного света, и нефелометры, которые определяют соотношение количества падающего света и рассеянного под углом к падающему свету. В ходе разработки измерителя мутности первыми должны быть сделаны выбор метода измерения, длины волны применяемого света, длины измерительной базы (оптического пути). Далее, должны быть предприняты меры для защиты от различных факторов, ухудшающих метрологические и эксплуатационные характеристики.

2. Основная часть

Завершена разработка фотометрического измерителя мутности воды. Первичный измерительный преобразователь (датчик) реализован в виде фотометрической головки изображенной на рис. 1.

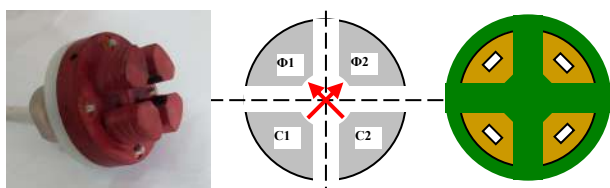


Рис. 1

Датчик представляет собой двулучевую оптическую систему (С1, С2 — светодиодные излучатели, Ф1, Ф2 — фотоприемники), которая позволяет проводить измерения прямого (турбидиметрические сигналы) и рассеянного (нефелометрические сигналы) светового потока, что взаимно компенсирует недостатки обоих методов[1]. Алгоритм обработки сигналов фотоприемников обеспечивает компенсацию внешней засветки в отсутствие рабочих импульсов света. Длина волны излучаемого света составляет 850 нм, что исключает погрешность в определении мутности воды от её цвета, образуемого различными растворенными веществами. Вторичный измерительный преобразователь реализован на базе микроконтроллера, который выполняет функцию управления световыми лучами, осуществляет оцифровку и

обработку сигналов фотоприемников с целью получения величины мутности исследуемой водной среды. Аппаратная часть измерителя обеспечивает малое энергопотребление (1.5мВт) от автономного источника питания.

Калибровка датчика произведена в лабораторных условиях с помощью набора реактивов для определения мутности воды путем приготовления нормированных растворов формазина — формазиновой шкалы по ГОСТ 3351.

Результаты калибровки представлены выходной характеристикой датчика на рис.2.,

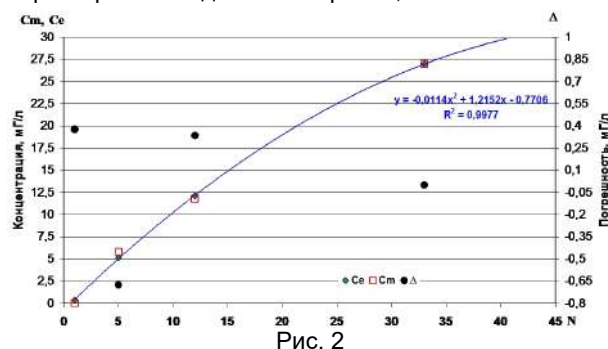


Рис. 2

где отображена зависимость выходного кода измерителя (N) от мутности воды, представленной через концентрацию растворенного в ней вещества Cm (мг/л). Cf — значение эталона — раствора формазина с мутностью в мг/л. Аппроксимация выходной характеристики выполнена преобразованием 2-го порядка, погрешность аппроксимации Δ не превышает 0,7мг/л. На графике отображен участок аппроксимирующей кривой, соответствующий диапазону измерений мутности (0-30мг/л).

3. Заключение

Разработка измерителя мутности воды проведена с учетом основных требований к обеспечению надежности и точности измерений в условиях автономного применения. В настоящий момент прибор проходит натурные испытания в составе системы прибрежного экологического мониторинга акватории г. Севастополь[2].

4. Список литературы

- [1] Фетисов, В. С. Логометрический принцип построения поточных мутномеров / В. С. Фетисов, В. Т. Валеев // Экологические системы и приборы. — 2002. — № 2. — С. 6
- [2] Development of the intelligent monitoring system for water parameters / A. A. Bezgin, E. G. Lunev, S. V. Motychev, Y. B. Gimpilevich // 2020 Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems, WECONF-2020. — 2020.

FEATURES OF DESIGN OF TURBIDITY METER FOR SURFACE COASTAL WATERS

Volikov M. S., Dykman V. Z.

Marine hydrophysical institute of RAS, Russia

Abstract — The design of an optical turbidity meter for environmental monitoring of coastal water is presented.

РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАКТИЧЕСКОЙ ТЯГИ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ

Бандурин А. Г., Скорик И. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: AntonBands@yandex.ru

Аннотация — Предложена функциональная схема и алгоритм функционирования устройства измерения фактической тяги силовой установки.

1. Введение

Измерение фактической тяги силовой установки при непосредственной эксплуатации этой установки позволяет оценить действительные значения тяги с нормированными, а потому, в случае каких-либо неполадок со значениями, заметить и выявить причину их отклонения.

2. Основная часть

Устройство использует данные различных параметров, позволяет производить измерение фактической тяги в момент ускорения аппарата. Так как, основным параметром, используемым для вычисления тяги, является ускорение, то измерение фактической тяги возможно только в тот момент, когда производится ускорение силовой установки. Функциональная схема предполагаемого устройства изображена на рис. 1, где введены следующие обозначения: У — усилитель, БУ — блок управления.

Основой устройства является блок управления, в качестве которого может выступать микроконтроллер. Данные в блок управления поступают с внешних устройств приёма — внешних датчиков и внутренних устройств приёма — акселерометр и гироскоп. Информация с них обрабатывается в преобразовывающих устройствах (АЦП/ЦАП). В блоке управления осуществляется вычисление фактической тяги. Результаты вычисления выводятся с помощью устройств вывода, а также могут быть записаны на внутренний или внешний накопитель информации.

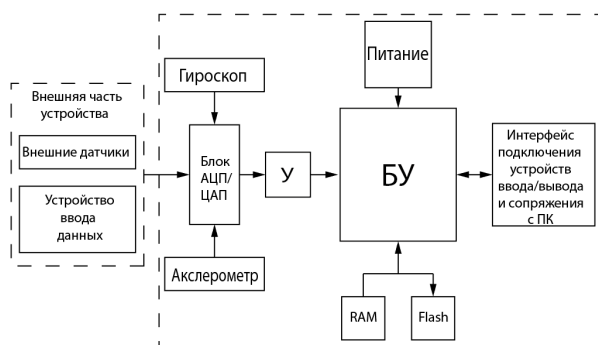


Рис. 1

Алгоритм функционирования предполагаемого устройства показана на рис. 2.

В соответствии с алгоритмом, устройство производит предварительные измерения, а именно: получает неизменные величины и записывает их во внутреннюю память. После предварительных измерений, устройство ожидает получение данных с акселерометра, затем производит измерения других динамически меняющихся параметров, и в дальнейшем, происходит вычисление фактической тяги и вывод этого значения в визуальном виде.

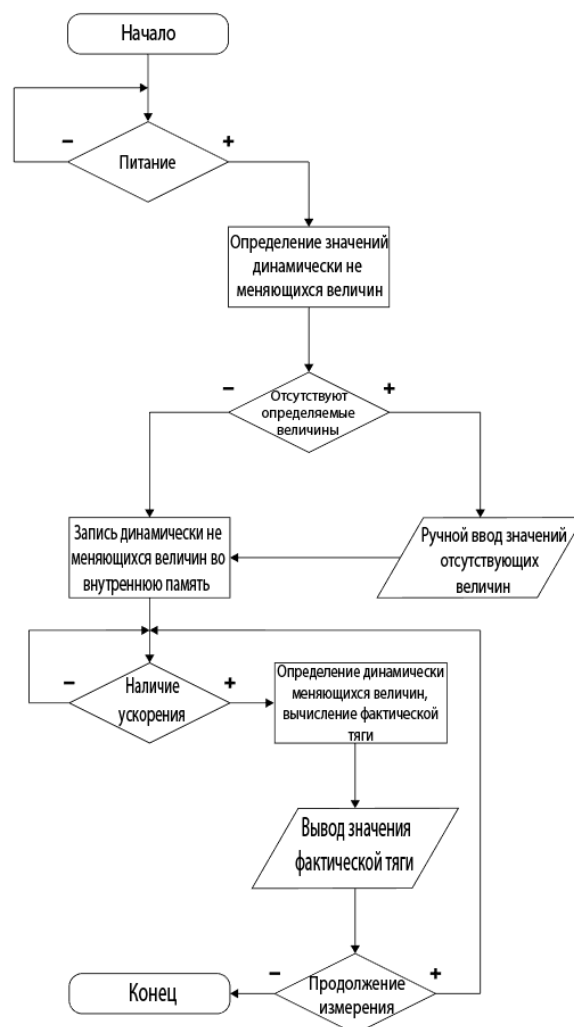


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, предложена возможная реализация устройства, для измерения фактической тяги силовой установки.

DEVELOPMENT OF PRINCIPLES OF OPERATION OF DEVICE FOR DETERMINING THE ACTUAL FORCE OF THE POWER PLANT

Bandurin A. G., Skorik I. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The functional scheme and algorithm of functioning of the device for measuring the actual force of the power plant are proposed.

МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ ФАКТИЧЕСКОЙ ТЯГИ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ

Бандурин А. Г., Скорик И. В.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: AntonBands@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрено вычисление фактической тяги силовой установки и определено количество физических величин, от которых зависит конечный результат расчёта фактической тяги.

1. Введение

Фактическая тяга — это тяга, которой обладает силовая установка при непосредственном её измерении на практике. В отличие от номинальных значений тяги для определённого случая, то есть при определённых значениях параметров, фактическая тяга не постоянна и может измениться, в зависимости от значений параметров на момент расчёта.

2. Основная часть

Определение фактической тяги силовой установки заключается в вычислении силы тяги с учётом различных сопротивлений, зависящих от силовой установки, техники, на которую устанавливается эта установка и значений физических величин в момент вычисления. Фактическую тягу можно рассчитать по формуле

$$F_{\text{фт}} = F_{\text{тсу}} - F_{\text{спр}}$$

где $F_{\text{фт}}$ — сила фактической тяги; $F_{\text{тсу}}$ — сила тяги силовой установки; $F_{\text{спр}}$ — сумма сил всех сопротивлений.

Процесс расчёта суммы сил всех сопротивлений состоит в выборе назначения техники. Таких назначений может быть три: морское судно; наземный транспорт; воздушное судно. Для каждого из этих трёх случаев сумма всех сопротивлений различна и будет состоять из разных сопротивлений.

Рассмотрим сумму сопротивлений на примере наземного транспорта

$$F_{\text{фт}} = F_{\text{тсу}} - (F_{\text{трс}} + F_{\text{св}} + F_{\text{и}} + F_{\text{п}}),$$

где $F_{\text{трс}}$ — сила трения скольжения, которую можно определять используя формулу

$$F_{\text{трс}} = \mu \cdot M \cdot g \cdot \cos(\theta),$$

где M — динамически изменяющаяся масса, $F_{\text{св}}$ — сила сопротивления воздуха, которую можно вычислить по формуле:

$$F_{\text{св}} = \frac{1}{2} \cdot C_x \cdot \rho \cdot A \cdot V^2$$

где ρ — плотность воздуха, A — площадь миделева сечения автомобиля, C_x — безразмерный коэффициент аэродинамического сопротивления, зависящий от формы тела, V — скорость автомобиля, $F_{\text{и}}$ — сила сопротивления разгону автомобиля (инерции), которую можно определить используя формулу

$$F_{\text{и}} = \delta \cdot M \cdot a,$$

где δ — коэффициент учёта вращающихся масс, $F_{\text{п}}$ — сила сопротивления подъёму, которую можно определять используя формулу

$$F_{\text{и}} = M \cdot g \cdot \sin(\theta).$$

Итоговая формула для расчёта фактической мощности для наземного транспорта имеет вид:

$$F_{\text{фт}} = M \cdot a \cdot \cos(\theta) - (\mu \cdot M \cdot g \cdot \cos(\theta) + \frac{1}{2} \cdot C_x \cdot \rho \cdot A \cdot V^2 + \delta \cdot M \cdot a + M \cdot g \cdot \sin(\theta)).$$

Из итоговой формулы следует, что для расчёта фактической тяги силовой установки требуется получение таких параметров, как: ускорение; положение тела в пространстве (угол); динамической массы силовой установки; коэффициент трения скольжения; плотность воздуха; ускорение свободного падения, что потребует наличия датчиков для определения соответствующих физических величин. Некоторые значения, из этих параметров, а именно плотность воздуха и коэффициент трения, можно принять равными константам, так как с течением времени они остаются неизменными или их измерение затруднено.

3. Заключение

Измерение фактической тяги силовой установки позволяет получить действительные значения работы техники, что позволяет наиболее точно оценить возможности силовой установки, а потому не допустить выхода за пределы рабочей нормы и последующего износа, а за ним и выхода из строя силовой установки.

Сложность измерения (вычисления) фактической тяги для наземного транспорта и других видов техники, с помощью подобных итоговых формул, заключается в количестве и сложности измерения величин, подверженных постоянному изменению.

4. Список литературы

- [1] Хусаинов, А. Ш. Теория автомобиля. Конспект лекций [Электронный ресурс] / А. Ш. Хусаинов, В. В. Селифонов. — Ульяновск: УлГТУ, 2008. — С. 17 — 23. — Режим доступа: <http://venec.ulstu.ru/lib/disk/2008/Husainov.pdf>.

METHOD OF MEASURING THE ACTUAL FORCE OF THE POWER PLANT

Bandurin A. G., Skorik I. V.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The calculation of the actual force of the power plant is considered and the number of physical quantities that determine the final result of calculating the actual thrust is determined.

ЦИФРОВОЙ СПЕКТРОАНАЛИЗАТОР АУДИОСИГНАЛА

Ткаченко М. О., Лызлов А. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: Mishko_tkach@mail.ru

Аннотация — Разработан и представлен цифровой спектроанализатор для визуализации корреляционных методов распознавания звуковых сигналов.

1. Введение

Актуальными и востребованными на сегодняшний день являются системы интеллектуального контроля и управления. Решается задача разработки и создания устройства информирования людей о событиях, сопровождающихся характерными звуками.

2. Основная часть

На рисунке 1 показана принципиальная схема устройства. Основным требованием было использования ЦСП для возможности дальнейшей реализации поставленной задачи, так же была учтена защита от короткого замыкания и переплюсовки по питанию.

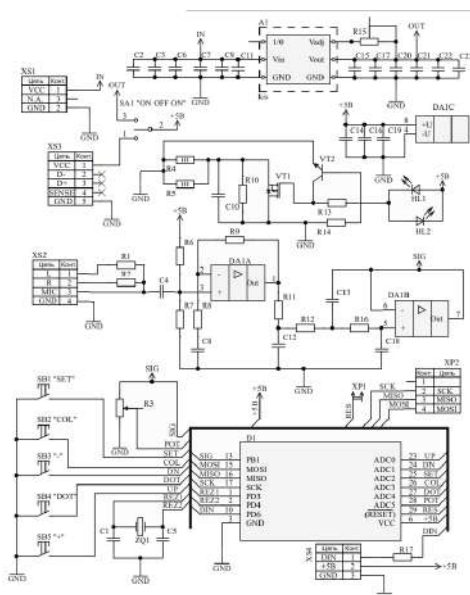


Рис. 1

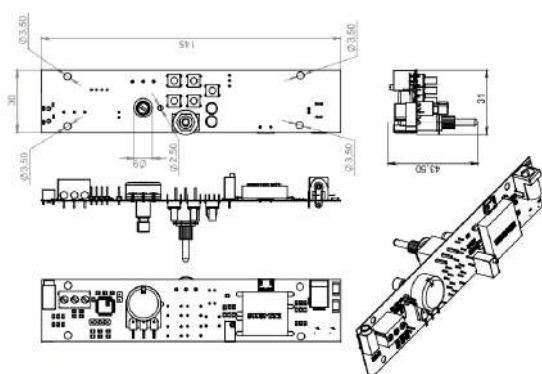


Рис. 2

На рисунке 2 представлена печатная плата в сборе. Для визуализации спектральных составляющих, Предусмотрена матрица на адресных светодиодах. Устройство может выводит на матрицу как спектр сигнала, так и уже результат корреляции в

виде заготовленных изображений. При выводе спектра сигнала, его звуковая мощность отображается с помощью цветовой шкалы. Чем теплее цвет индикатора, тем больше амплитуда звуковой волны (рис. 3).

На рисунке 4 представлена модель корпуса, которая может быть установлена как на плоскую горизонтальную поверхность (рабочий стол, полка), та и на вертикальной поверхности (стены, двери).



Рис. 3

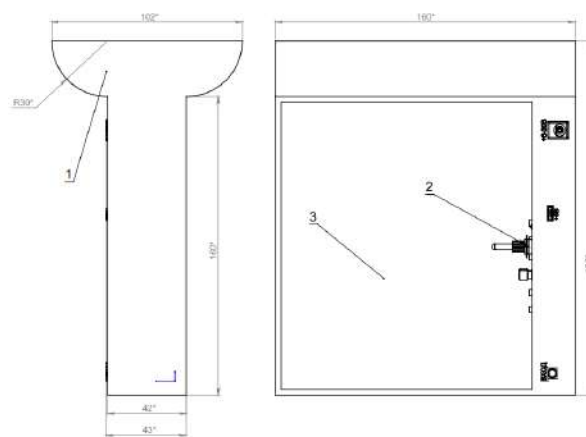


Рис. 4

3. Заключение

Было разработано устройство для визуализации процесса корреляции сигналов и визуализации результатов сравнения сигналов.

4. Список литературы

- [1] Будняев В.А., Кравченко И.В., Снегур Д.А., Ткаченко М.О., Вертегел В.В. Корреляционный метод распознавания звуков В сборнике: Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций "РТ-2017". Материалы 13-й международной молодежной научно-технической конференции. Под ред. А.А. Савочкина. 2017. С. 198.
- [2] Ткаченко, М. Одноплатный трансивер / М. Ткаченко, А. Лызлов // достижения и перспективы инноваций и технологий. — 2020. — №9. — С. 64 — 67.

DIGITAL AUDIO SPECTRUM ANALYZER

Tkachenko M. O., Lyzlov A. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A digital spectrum analyzer has been designed and presented for visualizing the correlation methods for recognizing sound signals.



12-я Международная молодежная научно-техническая конференция
"Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, РТ-2016"
14-18 ноября 2016 года



г. Севастополь

Секция 8

КОМПОНЕНТНАЯ БАЗА РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЧЕТЫРЕХБАРЬЕРНЫХ РЕЗОНАНСНО-ТУННЕЛЬНЫХ ДИОДОВ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА

Романова И. А., Коломейцева Н. В., Щербакова И. Ю., Абрамов И. И.

Научный руководитель: д-р физ.-мат. наук, проф. Абрамов И. И.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: nanodev@bsuir.edu.by

Аннотация — Представлены результаты расчета вольт-амперных характеристик (ВАХ) четырехбарьерных резонансно-туннельных диодов на основе двухслойного графена для различных ширин потенциальных барьеров. Моделирование проводилось с применением разработанной комбинированной модели, основанной на самосогласованном численном решении уравнений Шредингера и Пуассона.

1. Введение

В настоящее время перспективным является создание новых приборных структур на основе графена, которые могут с успехом использоваться в качестве активных элементов высокочастотных генераторов и сверхбыстродействующих логических вентилей [1]. При создании схем с многозначной логикой особый интерес представляет использование многобарьерных резонансно-туннельных диодов (РТД). Целью данной работы являлось исследование влияния ширин потенциальных барьеров на ВАХ четырехбарьерных РТД на основе графена.

2. Основная часть

На рис.1 приведена структура исследуемого четырехбарьерного РТД на подложке SiO_2 , где 1 — графен, 2 — подложка SiO_2 , 3 — контакты.

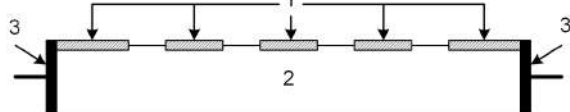


Рис. 1

Расчеты проводились с использованием разработанной численной комбинированной модели, основанной на самосогласованном решении уравнений Шредингера и Пуассона [2, 3]. Уравнения модели, методы и особенности ее реализации описаны в работе [3]. Моделирование проводилось при следующих основных параметрах: высота барьеров $H_b=3,58$ эВ, эффективная масса двухслойного графена — $0,041m_0$ (m_0 — масса покоя электрона), ширины квантовых ям — 3,4 нм, ширины приконтактных областей — 17 нм, концентрация примеси в приконтактных областях $N_D=7,5 \cdot 10^{16} \text{ м}^{-2}$, температура окружающей среды задавалась равной 300 К.

Проведено исследование влияния ширин потенциальных барьеров на ВАХ (точнее зависимости плотности тока от напряжения) четырехбарьерных РТД на основе графена на подложке SiO_2 . На рис. 2 приведены результаты моделирования для трех случаев, когда ширины барьеров равны 1,2 нм (кривая 1), 1,3 нм (кривая 2) и 1,4 нм (кривая 3). Как следует из рис. 2, увеличение ширин барьеров четырехбарьерных структур на основе графена на подложке SiO_2 приводит к уменьшению плотностей пиковых токов для первого пика, но при этом для второго и третьего пиков значения плотностей токов увеличиваются. Аналогичные зависимости были получены для четырехбарьерных РТД на основе графена на подложке h-BN.

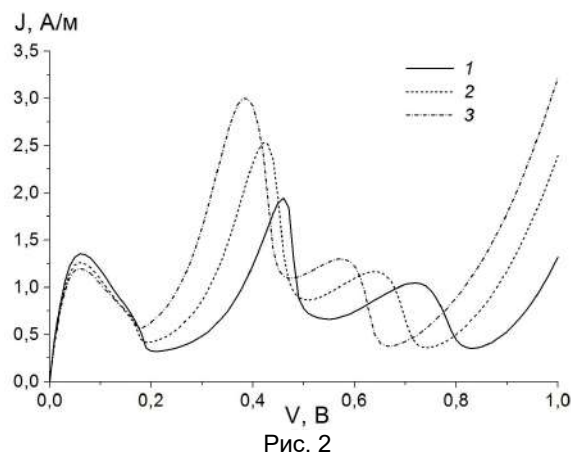


Рис. 2

3. Заключение

В работе исследовано влияние ширин барьеров на ВАХ четырехбарьерных РТД на основе графена. Установлено, что увеличение ширин барьеров в рассмотренных четырехбарьерных РТД приводит к уменьшению плотностей пиковых токов для первого пика, но при этом для второго и третьего пиков значения плотностей токов увеличиваются. Исследования проведены в рамках Государственной программы научных исследований Республики Беларусь «Функциональные и композиционные материалы, наноматериалы» («Нанотех»).

4. Список литературы

- [1] Beyond CMOS [Электронный ресурс] / Int. Roadmap for Devices and Systems, 2018. — Режим доступа: https://irds.ieee.org/images/files/pdf/2017/2017IRDS_BC.pdf
- [2] 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.
- [3] Абрамов, И. И. Моделирование резонансно-туннельных приборных структур на основе углеродных наноматериалов / И. И. Абрамов, Н. В. Коломейцева, В. А. Лабунев, И. А. Романова // Нанотехнологии : разработка, применение — XXI век, 2017. — Т. 9. — № 3. — С. 3 — 11.

MODELING OF FOUR-BARRIER RESONANT TUNNELING DIODES BASED ON GRAPHENE

Romanova I. A., Kolomeitseva N. V., Shcherbakova I. Y. Abramov I. I.

Scientific adviser: Abramov I. I.
Belarussian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus

Abstract — In the paper, the results of IV-characteristics calculations of four-barrier resonant tunneling diodes based of bi-layer graphene for different barrier widths are presented. Modeling was performed with the use of developed combined model, based on self-consistent numerical solution of Schrödinger and Poisson equations.

РАСЧЕТ ВАХ ПОЛЕВЫХ ГРАФЕНОВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ НА ОСНОВЕ ДИФфуЗИОННО-ДРЕЙФОВОЙ МОДЕЛИ

Коломейцева Н. В., Романова И. А., Щербаклова И. Ю., Абрамов И. И.

Научный руководитель: д-р физ.-мат. наук, проф. Абрамов И. И.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: nanodev@bsuir.edu.by

Аннотация — В работе проведено моделирование характеристик двухзатворных полевых графеновых транзисторов (ПГТ) с учетом рассеяния с помощью комбинированной диффузионно-дрейфовой модели. Получено хорошее согласование с экспериментальными данными.

1. Введение

Разработка моделей приборов на графене, в частности ПГТ, является актуальной задачей исследований в области наноэлектроники.

2. Основная часть

Предложенная модель является комбинацией физико-топологической и электрической моделей [1]. Её детальное описание приведено в [2].

В работе исследуемым прибором являлся двухзатворный ПГТ с длиной канала 18 мкм на подложке SiO₂/Si. Графеновый канал находится между диэлектриками h-BN и Al₂O₃. В расчетах h-BN пренебрегаем из-за малой толщины, а диэлектриком нижнего затвора является SiO₂ толщиной 285 нм, верхнего затвора — Al₂O₃ толщиной 26 нм. Энергия оптических фононов для Al₂O₃ на графене соответствует значению 55 мэВ. Другие данные приведены в [3].

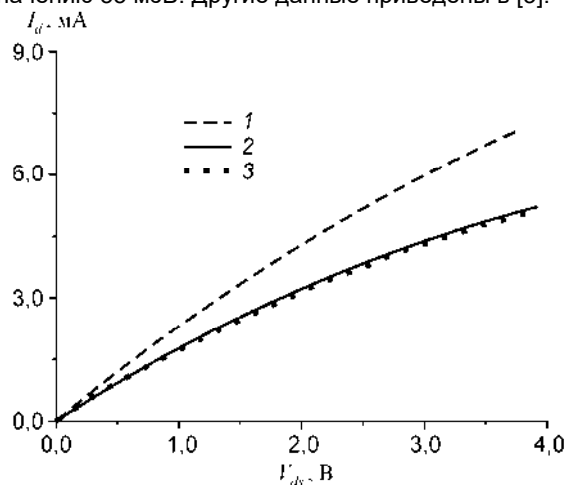


Рис. 1

На рис.1 приведены результаты расчета выходных характеристик ПГТ при различных напряжениях на верхнем затворе V_{gt} . Кривая 1 соответствует $V_{gt} = 6$ В, кривая 2 — 2 В, кривая 3 — экспериментальные данные [3]. Наилучшее согласование с экспериментальными данными (кривая 2) получено при следующих параметрах: напряжение между нижним затвором и истоком равно 70 В, напряжение на верхнем затворе 2 В, напряжение Дирака на верхнем затворе -2,5 В, напряжение Дирака на нижнем затворе 0 В, сопротивления стока и истока равны 69 Ом, температура 300 К, параметры $\hbar$ и m , использованные при расчетах эффективной подвижности равны 0,165 м²/В·с и 1,0 В².

При тех же основных параметрах рассчитаны передаточные ВАХ ПГТ при различных напряжениях на

стоке (рис. 2). Кривая 1 соответствует значению 2 В, кривая 2 — 1,5 В, кривая 3 — 1 В.

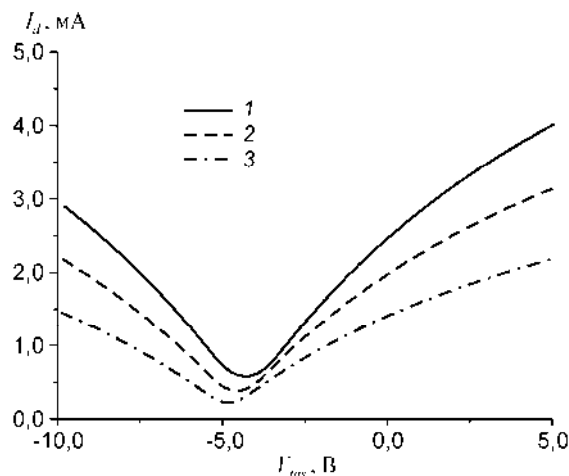


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, полученные результаты подтверждают адекватность разработанной комбинированной модели ПГТ. Работа выполнена в рамках Государственной программы научных исследований "Конвергенция" Республики Беларусь.

4. Список литературы

- [1] Абрамов, И. И. Основы моделирования элементов микро- и наноэлектроники / И. И. Абрамов. — LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken, Germany, 2016. — 444 с.
- [2] Абрамов, И. И. Моделирование передаточных характеристик двухзатворных полевых графеновых транзисторов / И. И. Абрамов [и др.] // Нано- и микросистемная техника. — 2018. — № 11. — С. 643 — 650.
- [3] Feijoo, P. C. Scaling of graphene field-effect transistors supported on hexagonal boron nitride: radio-frequency stability as a limiting factor / P. C. Feijoo [et al.]. — Nanotechnology. — Vol 28. — P. 485203-1-10.

CALCULATION OF IV-CHARACTERISTICS FOR GRAPHENE FIELD-EFFECT TRANSISTOR BASED ON DRIFT-DIFFUSION MODEL

Kolomejtseva N. V., Romanova I. A.,

Shcherbakova I. Y., Abramov I. I.

Scientific adviser: Abramov I. I.

Abstract — In the paper, the modeling of field-effect transistor IV-characteristics was carried out with the use of combined drift-diffusion model. A good agreement with the experimental data was obtained.



Секция 9

WEB-ТЕХНОЛОГИИ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

WEB-ОРИЕНТИРОВАННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ СТАЦИОНАРНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ ЛЕЧЕБНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Чернега В. С., Генералов Н. Н., Гладченко Р. О.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: v_chernega@rambler.ru

Аннотация — Изложены особенности построения универсальной медицинской информационной системы (МИС) уровня стационара лечебно-профилактического учреждения (ЛПУ), состоящей из базового модуля, решающего типовые функции, характерные для стационарных отделений ЛПУ различных профилей и дополнительных модулей, позволяющих медицинскому персоналу самостоятельно адаптировать МИС для реализации специфических функций конкретного отделения.

1. Введение

Существует множество различных медицинских информационных систем, призванных повысить эффективность работы ЛПУ, снизить затраты на ведение текущей документации, учета статистических данных и высвободить медицинский персонал для собственно лечения больных [1, 2]. Однако большинство из них спроектированы без учета специфики работы медицинского персонала стационарных отделений, не избавляя их от необходимости вести и заполнять традиционные бумажные формы. Общим недостатком таких систем является жесткая структура, не позволяющая адаптировать их к специфическим потребностям разнородных стационарных отделений лечебно-профилактических учреждений.

Целью настоящей работы является разработка универсальной МИС, состоящей из базовой части, предназначенной для решения типовых задач стационаров ЛПУ и позволяющей конфигурировать ее медицинскому персоналу для выполнения дополнительных функций, характерных для узкоспециализированных стационарных отделений.

2. Основная часть

В процессе анализа специфики работы стационарных отделений различного профиля были сформулированы основные требования, предъявляемые к разрабатываемой универсальной МИС, к которым относятся:

- наличие расширяемой общей базы для анализов, информации о пациентах, курсе и результатах их лечения;
- динамическое расширение и модификация ресурсов системы и печатных форм медперсоналом ЛПУ, в зависимости от потребностей отделений;
- возможность одновременного доступа к персональным и мобильных устройств (кроссплатформенность);
- возможность работы без выхода в сеть Интернет;
- возможность печати всех типовых форм отчетных документов для отделения;
- снижение рутинной рукописной и многократно повторяющейся работы;
- обеспечение надежного доступа защиты персональных данных;
- уменьшение времени регистрации пациентов, оформления документов при посещениях и осмотрах;

— удобство интерфейса и легкость освоения медперсоналом, минимизация обучения для полноценной работы.

Исходя из требования пользователей проектируемой МИС о независимости ее от типа устройств доступа, было выбрано решение о использовании обособленных модулей для реализации клиентской и серверной частей приложения, в частности WEB API подход для реализации серверной и Single Page Application (SPA) подход для клиентской частей.

Клиентская часть взаимодействует посредством стандартизированного прикладного программного интерфейса JSON WEB API. Благодаря данной реализации появляется возможность проектировать и реализовывать клиенты под любые платформы, не изменяя при этом серверную часть. Работа приложения основывается на получении HTTP-запросов от клиента по зашифрованному каналу связи, а также их обработке и возвращению полученных результатов в формате JSON.

В качестве основы для межмодульного взаимодействия, выбрана многоуровневая или называемая «луковая» архитектура, которая позволяет разрабатывать приложения, при этом порождая меньшее количество связей между модулями.

База данных универсальной МИС разработана с учетом возможностей вводить врачебному персоналу дополнительные виды анализов и обследований, изменять количество палат и койкомест в отделении, информации о пациентах и др.

3. Заключение

Таким образом, разработанная универсальная МИС обладает высокой гибкостью и масштабируемостью, позволяет получать авторизованный доступ медицинскому персоналу с любых стандартных устройств, создаваемые выходные документы идентичны принятым бумажным формам, что высвобождает врачебному и среднему медицинскому персоналу время для непосредственной работы с больными.

4. Список литературы

- [1] Гусев, А. В. Медицинские информационные системы : состояние, уровень, использование и тенденции // Врач и информационные технологии. — 2011. — № 3. — С.6 — 14.
- [2] Назаренко, Г. И. Медицинские информационные системы : теория и практика / Г. И. Назаренко, Я. И. Гулиев, Д. Е. Ермаков. — М. : Физматлит, 2005. — 320 с.

WEB-ORIENTED MEDICAL SYSTEM FOR STATIONARY HOSPITAL DEPARTMENT

Chernega V. S., Generalov N. N., Gladchenko R. O.

Scientific adviser: Chernega V. S.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — Features of the construction of a universal medical information system of the level of a hospital of a medical and preventive institution are described.

ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ВЕБ-ПОИСКУ

Канатуш С. В., Андриевская Н. К.

Научный руководитель: Андриевская Н. К.

Донецкий национальный технический университет, ДНУ

E-mail: nataandr@yandex.ru

Аннотация — Статья посвящена онтологическому подходу к веб-поиску. В статье представлены способы повышения релевантности поисковых запросов. Описано разработанное PHP — приложение и приведены результаты его работы.

1. Введение

При создании системы управления информационными ресурсами научно-образовательных организаций (OKMS — organization's knowledge management system) одним из модулей блока приобретения знаний является модуль поиска в сети Интернет [1].

При анализе существующих решений задачи поиска данных было обнаружено, что поисковые запросы возвращают недостаточно релевантные результаты по ряду причин: резкий рост объемов информационного наполнения, порожденный популярностью и дешевизной Web-технологий; формат данных не ориентирован на автоматическую обработку; неудовлетворительная работа поисковых машин из-за огромного количества ресурсов современного Web - пространства; неправильные формулировки текстов запросов пользователями; отсутствие семантики в запросах и др.

Так как дальнейшее развитие Интернет связано с повсеместным использованием семантического веба (Semantic Web), то будем использовать семантические Web-технологии при разработке поисковой модуля разрабатываемой системы OKMS.

2. Основная часть

Технологии Semantic Web активно развиваются в двух направлениях. Первое связано с языками описания, представления и извлечения данных (URI, XML, RDF, SPARQL). Второе связано с представлением знаний о предметных областях, т.е. онтологиях, и с вопросами их спецификации (OWL).

Пользователь часто формулирует запрос, который не полностью, в силу различных причин, отражает его потребности. Во-первых, пользователь может не знать специфических терминов по теме запроса, не всегда точно может сформулировать сам поисковый запрос, иногда просто допускает ошибки в тексте запроса. Во-вторых, не менее существенную роль играют в формировании правильного запроса расширение области поиска за счет использования синонимов, а также слов, которые часто встречаются в контексте поисковой фразы.

Использование онтологического подхода при формировании поисковых запросов позволило:

- устранить опечатки и ошибки;
- расширить область поиска за счет подбора и ранжирования терминов с помощью готовых словарей и веб-ресурсов [2];
- расширить область поиска за счет поиска терминов из собственной прикладной онтологии системы OKMS, что для документов, имеющих достаточно стандартную структуру (например, статьи), и улучшить качество поиска;
- оперировать не словами (plain words), а смыслами (senses of words), т.е. перейти к новому семантическому уровню представления данных.

На рис. 1 описан класс для работы с Wiki-ресурсами.

```
class WSem implements ISemanticParsable
{const T_TAG = 'div.mw-parser-output ol li';
private $parser; private $wikiApi;
public function __construct()
{ $this->parser = new PHPQueryParser();
  $this->wikiApi = new WikipediaApi(); }
public function getTByW(string $word): string
{return $this->parser->ParseText($this->
wikiApi->GetWikiPage($word), self::T_TAG);}}
```

Рис. 1

Полученные итоговые расширенные поисковые фразы сведены в таблицу 1.

Таблица 1

№	Ключ поиска	Поисковая фраза
1	operating system	operating system, Linux, Windows, Android, MacOS, iOS
2	computer languages	computer, PHP, SQL, programming languages, Java, Kotlin, Swift, Objective-C
..	..	..
20	database	Database, DB, PostgreSQL, MySQL, SQLite, SQL Linux

Для наглядности представления результатов поиска приведем фрагмент текста, отображаемый в окне PHP - приложения (см. рис. 2).

use **SQL**. It is easy to setup a web **server** with **PHP** support on any **operating system**, including **MacOS**, **Linux** and **Windows**. For developing on **Android** platform from **Google**, firstly, you need knowledge of **Java** or **Kotlin**. And for **iOS** platform from

Рис. 2

3. Заключение

Поисковый модуль был реализован на базе технологий Semantic Web и онтологического подхода. Тестирование показало существенное повышение релевантности пользовательских запросов за счет расширения и ранжирования терминов поисковой фразы.

4. Список литературы

- [1] Андриевская, Н. К. Основные принципы и подходы при разработке системы управления профессиональными знаниями сотрудников вуза / Н. К. Андриевская // Информатика и кибернетика. — Донецк : ДонНТУ, — 2019. — № 4 (18). — С. 49 — 56.
- [2] Андриевская, Н. К. Онтологический подход в системах обработки данных научных и научно-образовательных организаций / Н. К. Андриевская // Проблемы искусственного интеллекта. — 2020. — № 1 (16). — С. 23 — 36.

ONTOLOGICAL APPROACH TOWARDS WEB SEARCH

Kanatush S. V., Andrievskaya N. K.

Scientific adviser: Andrievskaya N. K.

Donetsk National Technical University

Abstract — The paper devoted an ontological approach towards web search. Ways to increase the relevance of search queries were described. PHP application was realization and tested.

СОЗДАНИЕ ЭХО-БОТА В МЕССЕДЖЕРЕ TELEGRAM

Соколова М. И., Колтунов А. С.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: SokolovaM.I.2015@yandex.ru

Аннотация — В статье описывается создание простейшего бота в мессенджере Telegram, в частности обеспечение его связи с сервером для отправки и получения сообщений. Реализация на конкретном языке программирования опущена.

1. Введение

Бот — это программа, которая контактирует с пользователем через чат в Telegram. Пользователь начинает чат и может отправлять различные команды и сообщения. Разные боты могут делать новостную рассылку, находить цитату из Википедии, GIF-изображение, проводить онлайн-платеж или запускать внутри чата игру.

Особенность создания бота в том, что такая программа должна будет общаться с сервером через Telegram API (веб-интерфейс Telegram), то есть, используя определенный набор http-запросов. Для начинающего разработчика это полезный опыт. В статье мы рассмотрим алгоритм создания наиболее простого бота — эхо-бота, отправляющего сообщения пользователя ему же в ответ.

2. Основная часть

1. Регистрация.

Чтобы создать собственного бота, нужно начать беседу со специальным Telegram-ботом под названием BotFather. Для регистрации нужно указать имя нового бота, далее его создатель получает токен (к примеру, 1293826138:AASMwYErXBirp7tvz8oP8ehHEEzRh8). Это своеобразный ключ, он служит для идентификации (поэтому должен храниться в секрете) и используется в различных действиях (входит в http-запросы).

2. Получение обновлений.

Все новые сообщения, отправленные пользователями боту, можно увидеть через метод /getUpdates. (Отправив запрос по адресу https://api.telegram.org/bot*token*/getUpdates). Ответ от сервера — данные в формате JSON (список сообщений со множеством полей: «порядковый номер», «отправитель» и содержимое, например «текст» или «изображение»). Но одного запроса недостаточно, обновления нужно получать регулярно, еще лучше — сразу после каждого сообщения.

Существуют различные модели получения обновлений, и в данном проекте мы будем использовать модель лонг-поллинга (long poll). При лонг-поллинге сервер получает запрос и, если обновлений нет, ставит его на паузу. Как только обновления появляются, сервер отправляет ответ. В Telegram API для лонг-поллинга к запросу /getUpdates можно добавить опции: timeout — время ожидания/паузы в секундах и offset — номер следующего ожидаемого сообщения. (Пример записи https://api.telegram.org/bot*token*/getUpdates?offset=1234&timeout=18000). Сообщение считается новым, если его номер (или номер больше него) еще не запрашивали.

Алгоритм был составлен таким образом: при запуске программа отправляет запрос обновлений. В течение пяти часов может быть пауза, если обновлений нет. Если через пять часов новой информации

так и не появилось, сервер отправляет пустой список, и в таком случае запрос повторяется.

Когда новое сообщение есть, оно обрабатывается, а номер последнего сообщения запоминается. Так каждый раз в запросе будет обновляться номер ожидаемого сообщения (если он известен).

3. Отправка ответа.

Пользователь может отправить боту сообщение определенного типа: текст, видео, картинка и т.д. В списке обновлений в формате JSON каждый тип описывается определенными полями. (Например, условно: «изображение»: {«ширина», «высота», «размер», «ID файла»}). В свою очередь, чтобы отправить сообщение от имени бота, для каждого типа есть отдельный метод: /sendMessage, /sendSticker, /sendAnimation и т.д., и в этих методах так же, как и в /getUpdates, можно указывать параметры (характеристики сообщения).

Для отправки зеркального ответа задача сводится к тому, чтобы определить тип сообщения, извлечь содержимое нужных полей и указать те же параметры при отправке (самое простое: извлечь «текст» текстового сообщения и создать запрос с методом /sendMessage?chat_id= *адрес чата с пользователем* &text= *текст*). Технически главная сложность в том, чтобы обработать JSON-формат (сделать парсинг JSON) и перевести его в нужный, например, в текстовый формат для адреса http-запроса. В различных языках программирования для парсинга JSON, так же как и для отправки http-запросов, используются специальные пакеты. В языке Haskell это Aeson и Network.HTTP соответственно.

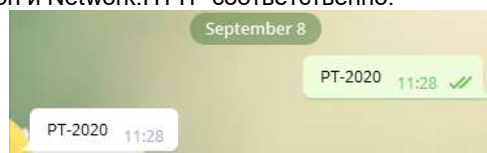


Рис. 1

3. Заключение

Рассмотрен механизм, который используется для создания простейшего бота на базе Telegram. Подробности написания кода для конкретного языка программирования опущены. Такой проект полезен для изучения работы с Web API. Освоив получение и отправку сообщений, разработчик может добавить боту и более сложный функционал.

4. Список литературы

- [1] Bots: An introduction for developers [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://core.telegram.org/bots>.
- [2] Hackage : The Haskell Package Repository [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://hackage.haskell.org>.

CREATING AN ECHO-BOT FOR THE TELEGRAM MESSENGER

Sokolova M. I., Koltunov A. S.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the article, the creation of a simple bot in the Telegram messenger, in particular, providing its connection with the server for sending and receiving messages, is described. Implementation in a specific programming language is omitted.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ТАБЛО С БЕСПРОВОДНЫМ ПОДКЛЮЧЕНИЕМ

Копцев П. А., Абдулгазиев О. Р., Савочкин А. А.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: pashakoptsev@gmail.com

Аннотация — В докладе рассматриваются технические возможности разработки информационного табло с беспроводным подключением. Проводится обзор существующих вариантов и выполняется обсуждение их недостатков, а также рассматриваются области применения информационных табло.

1. Введение

Всё чаще и чаще в различных сферах жизни человека, в организациях и учреждениях, на транспорте и быту используются информационные табло, выполненные на основе *LED* элементов. В основном они используются для отображения рекламы, оповещения о температуре и визуализации другой важной информации. Зачастую, используются *LED* элементы одного цвета, что не всегда корректно вписывается в дизайн места установки. Более перспективное и универсальное решение — это реализация информационного табло на основе управляемых многоцветных светодиодов. Также, для удобства и оперативности управления, предлагается оснастить устройство интерфейсом связи, в виде *Wi-Fi* модуля.

2. Основная часть

Конструктивно *LED* элементы объединяются в виде светодиодной ленты, выполненный в виде узкой гибкой ленты со светодиодами, длиной до 5 м [1].

Напряжение питания *LED* элементов может изменяться от 5 до 12 В постоянного тока. Обычно для 5 и 12 вольтовых лент используют специализированные блоки питания.

Светодиодная лента *RGB* состоит из многоцветных светодиодов и имеет четыре входа, один общий +12 В (анод), и три минуса (катода) на каждый цвет, поскольку внутри одного корпуса светодиода содержится три светодиода разных цветов. Для таких лент используют контроллеры, силовая часть которых выполнена на полевых транзисторах и микроконтроллер, который управляет режимом работы, таким образом обеспечивая возможность включить любой цвет.

Светодиодная лента с адресацией, представляет собой ленту *RGB* светодиодов и встроенного контроллера. Внутри светодиодного узла находится контроллер с тремя транзисторными выходами. Благодаря этому обеспечивается возможность управления цветом любого светодиода в ленте для создания графических эффектов. Лента с адресацией обычно имеет сигнальный интерфейс с 3-4 контактами для подключения. Разрешение устройства определяется его назначением.

В работе рассматривается возможность создания информационного табло 8 × 42 точек. Для создания матрицы светодиодов возможно использовать последовательное соединение.

На табло может выводиться как рекламный текст, так текст с разными эффектами (горение камина или звёздное небо и другие варианты компьютерной графики), дополнительно в постоянном режиме может выводиться специальная информация. Например, температура помещения. Табло может быть интегрировано с пожарной сигнализацией. Тогда в случае срабатывания пожарной сигнализации, на

табло можно выводиться направление движения к ближайшему выходу. Упрощенная блок-схема информационного табло представлена на рис. 1.

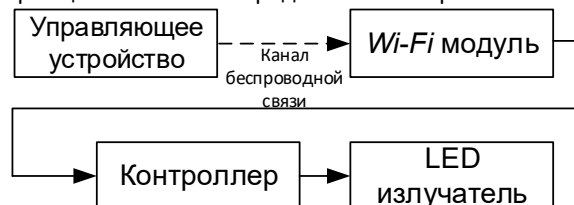


Рис. 1

Так как, в светодиодной ленте с адресацией можно управлять цветом каждого отдельного светодиода, это позволит информационному табло лучше вписаться в дизайн помещений, в сравнении с аналогами, в которых светодиоды светятся только одним цветом.

Для обеспечения задачи конфигурирования устройства, и возможно реализации интернет сервисов, например, вывода погодной обстановки, следует в состав табло ввести сетевой контроллер с обеспечением работы программ сетевого обслуживания и поддержки полного функционала IP протокола.

Для реализации интерфейсной части к контроллеру следует подключить *Wi-Fi* модуль, например, типа *ESP8266*. Это позволит управлять информационным табло с различных устройств, таких как смартфоны или компьютеры при помощи *web*-технологий. Важно, что в случае использования беспроводного режима, можно изменить место расположения информационного табло.

3. Заключение

Таким образом, в работе произведено сравнение существующих вариантов светодиодных элементов: в самых простых вариантах используются светодиоды, которые могут светить только одним цветом; светодиодная лента *RGB* может изменять цвет светодиодов одновременно; лента с адресацией позволяет настраивать цвет каждого светодиода индивидуально. Разработана упрощенная структура варианта реализации светодиодного табло с беспроводным подключением.

4. Список литературы

- [1] Как выбрать и подключить светодиодную ленту [Электронный ресурс] / Я сам дома мастер. Авторский сайт для мастеров непрофессионалов. — Режим доступа: <https://ydoma.info/ehlektrotehnika/lampy-kakaya-luchshe/lampy-svetodiodnye-lenty.html>.

INFORMATION BOARD WITH WIRELESS CONNECTION

Koptsev P. A., Abdulgaziev O. R., Savochkin A. A.

Scientific adviser: Savochkin A. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the report, the technical possibilities of developing a wireless information board is discussed. The available configurations are reviewed and its shortcomings are discussed, as well as areas of application of information boards.

УМНЫЙ ДОМ. ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Кушнарев И. А., Клещев Н. С., Табакаев Д. И.

Научный руководитель: старший преподаватель Табакаев Д. И.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: vannek201486@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрено понятие «умного дома», примеры управляемых комплексом систем. Изучены история и перспективы развития, аналитика строительных компаний, работающих с умными системами.

1. Введение

«Умный дом» — интеллектуальная система управления домом, которая обеспечивает автоматическую и слаженную работу всех систем безопасности и жизнеобеспечения здания. Такие системы могут самостоятельно распознавать изменения в помещении и реагировать на них соответствующим образом. Основная особенность технологии заключается в объединении отдельных устройств и подсистем в единый автоматически управляемый комплекс.

2. Основная часть

На рис. 1 показана совокупность систем в едином комплексе «умного дома».



Рис. 1

Идея управлять различными датчиками и системами через электропроводку дома «родилась» в США в 1978 году. Именно тогда две американские компании выпустили на рынок кабельную технологию, которая, тем не менее, получила распространение лишь в пределах одной конкретной страны ввиду возможности её работы лишь в американских электросетях. После этого был разработан особый стандарт шины бытовой электроники, который был открытым. Это означало, воспользоваться им могла любая компания, если её разработки будут соответствовать определённым правилам. В мае 1999 года произошло слияние трёх европейских организаций в одну. Все они занимались автоматизацией зданий. С начала 2000-х годов технология становилась всё более популярной и распространялась среди простых жителей, которые перестали удивляться самостоятельно открывающимся дверям и автоматическому включению света. В наши дни «Умный дом» управляется при помощи сенсорных или клавишных панелей управления либо через интернет со смартфона или планшета [1]. Технология «умного дома», имеет возможность регулировать температуру помещений, освещенность, обеспечивает комфорт и безопасность, дистанционное управление бытовой

техникой, контроль расходования электроэнергии, газа, воды и т. д. [1].

Внедрение самых основных элементов «умного дома» лишь на этапе строительства офисного здания или жилого дома, позволяет впоследствии объединять эти «умные здания» в единую сеть. В ближайшем будущем данное явление будет встречаться чаще, но уже на уровне небольших районов [2]. Это означает, что в перспективе строительство «умных домов» может превратиться в создание «умных городов».

Преимущества внедрения систем автоматизации, диспетчеризации и безопасности в городских объектах жизнеобеспечения: сбор и учет необходимой статистической информации с последующим формированием отчетов для административных служб города; контроль работы инженерных систем, планирование профилактических и ремонтных работ, увеличение срока эксплуатации оборудования; мониторинг и учет потребления городских ресурсов (вода, газ, электроэнергия), увеличение эффективности их использования;

Опираясь на опыт строительных компаний, наиболее успешными и продаваемыми проектами являются дома и офисы с интегрированными системами контроля. Все чаще покупатель интересуется не только дизайном проекта, но и современными системами, позволяющими экономить [2]. Из этого следует вывод: за «умными домами» — будущее.

3. Заключение

Таким образом, изучена история возникновения системы «Умный дом» и рассмотрен пример системы.

Выявлены перспективы развития и основные преимущества интеллектуальной системы.

4. Список литературы

- [1] Волгунов, А. Д. Обзор функциональных возможностей и перспектив развития систем домашней автоматизации / А. Д. Волгунов // Молодой ученый. — 2015. — № 8. — С. 199—202.
- [2] Перспективы рынка систем «Умный дом» [Электронный ресурс] / Вира. — Режим доступа: <http://www.vira.ru/exp/reviews/umdom.html>.

SMART HOUSE. HISTORY AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT

Kushnarev I. A., Kleshchev N. S. Tabakaev D. I.

Scientific adviser: Tabakaev D. I.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The concept of a "smart home" and examples of complex-controlled systems are considered. The history and prospects of development, analytics of construction companies working with smart systems are studied.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОЙ ПЛАТФОРМЫ ARDUINO ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

Копцев П. А., Абдулгалиев О. Р., Савочкин А. А.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: pashakoptsev@gmail.com

Аннотация — В докладе проводится обзор платформы Arduino, рассматриваются оценка и выбор комплектующих для управления графического табло с беспроводным подключением. Проводится анализ характеристик требуемых элементов.

1. Введение

Платформа *Arduino* ориентирована на разработку практических решений в области электроники, требующих применения микроконтроллерного обеспечения. Аппаратная часть платформы включает в себя большое количество вариантов реализации процессорных модулей *Arduino* со встроенными программируемыми микроконтроллерами, а также дополнительные модули. Программная часть состоит из среды разработки (программ для написания скетчей и создания прошивок микроконтроллеров *Arduino*), упрощенного языка программирования, огромного множества специализированных функций и библиотек. Известно, что платформа *Arduino* создавалась для обучения студентов и школьников программированию, радиоэлектронике и системам автоматизации. На *Arduino* создаются проекты автоматизации, устройства умного дома, портативные метеостанции, роботизированные манипуляторы и множество других устройств [1].

2. Основная часть

Для программирования микроконтроллеров на платформе *Arduino* используется специальная среда разработки *Arduino IDE*. Это программное обеспечение для пользователей, позволяющее писать свои программы (скетчи) для платформы *Arduino*. Язык программирования *Arduino* является стандартным C++ (используется компилятор *AVR-GCC*) с некоторыми особенностями, облегчающие написание программ. Платформа *Arduino* является основой для множества различных устройств, в том числе, платформа может послужить основой для реализации информационного табло. Для полноценного управления информационным табло требуется главный микроконтроллер, который будет обрабатывать информацию и выводить её на матрицу светодиодов, *Wi-Fi*-модуль, который позволит осуществлять управление по беспроводным каналам связи и матрица управляемых светодиодов для вывода требуемой информации. В качестве управляющего микроконтроллера используется *Atmel ATmega328*. Основные параметры микроконтроллера: рабочее напряжение 5 В; тактовая частота 16 МГц; размер памяти 32 Кб флеш-памяти, 2 Кб ОЗУ, 1 Кб *EEPROM*; имеет интерфейсы *I2C*, *SPI*, *UART*, *ICSP*. Микроконтроллер *ATmega328* является 8-ми разрядным CMOS микроконтроллером с низким энергопотреблением, основанным на усовершенствованной AVR RISC архитектуре [2]. Также контроллер поддерживает специальные функции, такие как: сброс при включении питания и программное распознавание снижения напряжения питания; внутренний калибруемый генератор тактовых импульсов; обработка внутренних и внешних прерываний; шесть режимов сна (пониженное

энергопотребление и снижение шумов для более точного преобразования АЦП).

В качестве *Wi-Fi*-модуля возможно использовать ESP8266, который разработан компанией *Ai-thinker*. Ядро ESP8266 интегрировано в *Tensilica L106* – 32-битный микроконтроллер с ультранизким энергопотреблением. Модуль поддерживает тактовые частоты 80 и 160 МГц и технологию *RTOS*. В составе устройства используется микрополосковая антенна [3]. Модуль поддерживает стандарт *IEEE802.11 b/g/n*, полный стек *TCP/IP* протоколов. Краткие характеристики: встроенный 32-битный *MCU* с низким энергопотреблением; встроенный 10-битный АЦП; встроенный стек протоколов *TCP/IP*; *Wi-Fi* 2,4 ГГц, поддержка *WPA/WPA2*; уровень выходной мощности 20 дБм. Для вывода графической информации предлагается использовать светодиодную ленту с возможностью адресации. В этом случае каждым светодиодом ленты можно управлять в отдельности, что позволит создавать на табло различные графические эффекты.

3. Заключение

В работе произведён обзор платформы *Arduino* и среды разработки программ. Определены основные узлы необходимые для удалённого управления информационным табло. Приведены характеристики управляющего микроконтроллера *Atmel ATmega328* и *Wi-Fi*-модуля ESP-12E.

4. Список литературы

- [1] Savochkin, A. Development of NFC reader for access control system / A. Savochkin, P. Koptsev, O. Abdulgaziev // Recent Achievements and Prospects of Innovations and Technologies : матер. IX Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных к 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. — 2020. — С. 166—169.
- [2] Устройство микроконтроллера ATmega328 — описание, характеристики [Электронный ресурс] / Robolive.ru. Современная радиотехника. — Режим доступа: <https://robolive.ru/mikrokontroller-atmega328-opisanie-kharakteristiki>.
- [3] ESP-12E WiFi модуль (ESP8266) [Электронный ресурс] / Radio Prog. — Режим доступа: <https://radiopro.ru/shop/merch/33>.

FEATURES OF USING ARDUINO MICROCONTROLLER PLATFORM FOR SOLVING PROBLEMS OF INFORMATION VISUALIZATION

Abdulgaziev O. R., Koptsev P. A., Savochkin A. A.

Scientific adviser: Savochkin A. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the report, an overview of the Arduino platform is presented. The evaluation and selection of components for controlling a graphical display with a wireless connection are provided. The characteristics of the required elements are analyzed.

РАЗРАБОТКА ПАКЕТА ПРОГРАММ ДЛЯ СОЗДАНИЯ MQTT-СЕРВЕРА

Лызлов А. В., Файден Д. А., Ткаченко М. О.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: Mishko_tkach@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена проблема выбора бесплатного MQTT-брокера, а также методика создания собственного MQTT-сервера, не имеющего лимитов на подключения или отправки сообщений.

1. Введение

MQTT — упрощённый сетевой протокол, работающий поверх TCP/IP, ориентированный для обмена сообщениями между устройствами по принципу издатель-подписчик. Протокол ориентируется на простоту в использовании, невысокую нагрузку на каналы связи, работу в условиях постоянной потери связи, лёгкую встраиваемость в любую систему.

Основное предназначение — работа с телеметрией от различных датчиков, устройств. Использование шаблона подписчика обеспечивает возможность устройствам выходить на связь и публиковать сообщения, которые не были заранее известны или предопределены, в частности, протокол не вводит ограничений на формат передаваемых данных.

Упрощённая структурная схема сети по протоколу MQTT представлена на рис.1

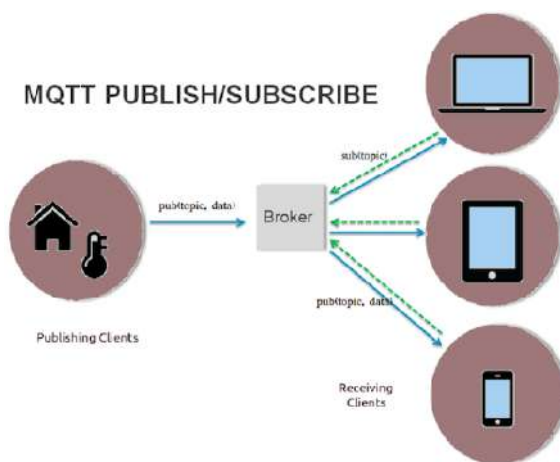


Рис. 1

2. Основная часть

В связи с тем, что многие бесплатные MQTT-брокеры имеют жесткие ограничения на количество подписчиков или издателей, было предложено создать собственный пакет программ для легкого и быстрого старта MQTT-сервера на персональном компьютере.

Разработанный пакет программ является кроссплатформенным, бесплатным, с открытым исходным кодом. В его состав входят: *DENWER*, *MosquittoMQTT*, *MQTT.fx*, *Brackets*.

Таким образом на персональном компьютере создается собственный WEB-сервер, на который установлен MQTT-брокер *MosquittoMQTT*, далее пользователю необходимо создать учетную запись и проверить соединение с MQTT-брокером. При удачном подключении можно подключать устройства и наблюдать данные метрики с помощью WEB-сайта,

где также есть возможность отсылать команды устройствам.

Иллюстрация удачного подключения к MQTT-брокеру приведена на рис.2

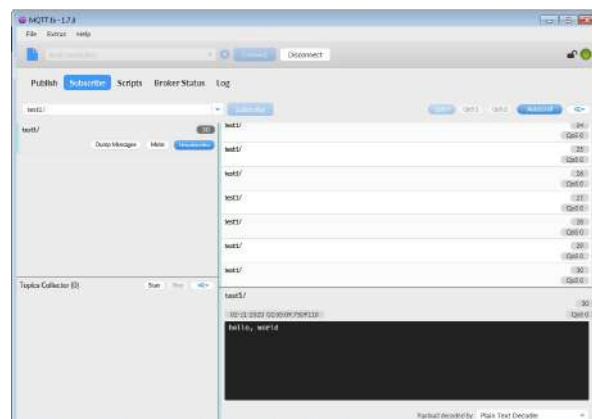


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, разработан пакет программ, позволяющий любому пользователю создать свой собственный MQTT-сервер, у которого не будет ограничений на подключения или отправки сообщений.

4. Список литературы

- [1] How to setup a Mosquitto MQTT broker with TLS/SSL protection using self-signed certificates and connect it to Mongoose OS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/SugarFreeOrbit/MosquittoMQTT> (03.08.2020).
- [2] Brackets для сомневающихся и новичков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/242623/> (03.08.2020).
- [3] Денвер для разработчиков и не только [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://semantica.in/blog/denver-dlya-razrabotchikov-i-ne-tolko.html> (03.08.2020).

DEVELOPMENT OF A SOFTWARE PACKAGE FOR CREATING AN MQTT SERVER

Lyzlov A. V., Faiden D. A., Tkachenko M. O.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The problem of choosing a free MQTT broker is considered, as well as the method of creating your own MQTT server that does not have limits on connecting or sending messages.



Секция 10

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ И ИНФОРМАЦИИ

ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ В ЗАДАЧЕ УПРАВЛЕНИЯ РОЕМ МАЛОРАЗМЕРНЫХ БПЛА

Кудрявченко И. В., Герасимчук К. В., Дурягин Д. С., Палесика Я. Ю.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: inform_kaf@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены принципы организации защиты информационных потоков в задаче управления роем малоразмерных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

1. Введение

Задачи, которые необходимо решать в процессе управления роем малоразмерных БПЛА, усложняются по мере развития современных технологий. Очевидно, что человек-оператор не способен эффективно контролировать все устройства роя, содержащего десятки или сотни элементов, а использование наземных измерительно-вычислительных комплексов для автоматизированного управления роем значительно ограничивает дальность его перемещения. Следовательно, должна обеспечиваться автономность роя, что требует постоянного поддержания связи между всеми БПЛА. В этом случае может использоваться искусственный интеллект (ИИР), объединяющий распределенные ресурсы роя [1].

Информационные потоки, циркулирующие в пределах роя, обеспечивают его работу по назначению. Несанкционированное изменение или потеря информации могут приводить к сбоям в работе основных подсистем роя (диагностики и контроля, управления, распознавания и идентификации, навигации, ИИР), что, в свою очередь, делает невозможным выполнение поставленных перед роем задач.

2. Основная часть

Одним из основных методов защиты информационных потоков роя является обеспечение скрытности его работы. Для этого, в частности, могут использоваться каналы обмена информацией, не связанные с применением электромагнитных волн радиочастотных диапазонов.

Информационные сигналы могут быть переданы и приняты при помощи электронно-оптических и оптоэлектронных преобразователей инфракрасного диапазона волн. В этом случае, для повышения надежности связи между элементами роя, необходимо устанавливать по несколько излучателей и приемников на каждый БПЛА. Так же для уменьшения влияния шумов и помех предлагается использовать алгоритмы, обеспечивающие передачу сигналов по оптическим каналам связи при помощи промежуточных устройств роя, расположенных наиболее близко к прямой, проходящей между отправителем и получателем.

Альтернативным способом передачи информации внутри роя является использование акустических колебаний. Для минимизации вероятности обнаружения роя потенциальным противником желательно использовать акустические колебания вне слышимого звукового диапазона, то есть применять инфра-, гипер- или ультразвук. При использовании малоразмерных БПЛА предпочтение следует отдать ультразвуку, так как в этом случае обеспечивается оптимальное соотношение критериев максимальной

пропускной способности, минимальной сложности реализации и максимальной дальности связи.

Не следует исключать использования радиоволн для связи между БПЛА. Однако, в этом случае желательно, чтобы применялись шумоподобные сигналы, а радиоканалы работали в пределах прямой видимости на небольших расстояниях. Данным условиям удовлетворяют радиоканалы с маломощными излучателями диапазонов СВЧ и миллиметрового диапазона волн. Отметим, что при обнаружении роя, использующего радиоканалы, эффективным средством защиты может являться введение режима радиомолчания. Однако, использование подобного режима ограничивает распределенную работу ИИР.

Так же возможно применение контактных методов передачи информации. Данные методы подразумевают значительные риски, связанные с критическим сближением летательных аппаратов и могут иметь ограниченное применение при построении роя из БПЛА коптерного типа.

Отдельно следует отметить методы, связанные с модификацией данных, циркулирующих в информационных потоках роя. В частности, могут с успехом применяться алгоритмы шифрования, основанные на использовании генераторов псевдослучайных числовых последовательностей [2].

3. Заключение

Для защиты информационных потоков в задаче управления роем БПЛА могут применяться:

- каналы обмена информацией на основе ультразвуковых и инфракрасных волн;
- радиоканалы СВЧ и миллиметрового диапазонов при работе в пределах прямой видимости на малых уровнях мощности;
- шумоподобные сигналы;
- методы модификации данных на основе псевдослучайных числовых последовательностей.

4. Список литературы

- [1] Наумкин А.М. Система распределенного хранения данных на основе локальной вычислительной сети/ Наумкин А.М., Кудрявченко И.В. //Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, РТ-2017. — С.273.
- [2] Герасимчук К.В. Метод шифрования на основе псевдослучайных числовых последовательностей/ Герасимчук К.В., Кудрявченко И.В., Карлузов В.Ю. //Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, 2018.— №1.— С.217

PROTECTION OF INFORMATION FLOWS IN TASK OF CONTROL OF SWARM OF SMALL-SIZED UAVS

Kudryavchenko I. V., Gerasimchuk K. V., Duryagin D. S., Palesika Y. U.

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

Abstract — The organizing principles of a information flows protection in a task of a swarm of small-sized unmanned aerial vehicles control are considered.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОРГАНОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ВЛАСТИ В СУБЪЕКТЕ РФ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ВОЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Ковалев Я. В., Рыжов Г. Б.

Научный руководитель: д-р воен. наук, проф. Рыжов Г. Б.

Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, Россия
E-mail: yan.kovalev1972@mail.ru

Аннотация — В настоящее время необходим принципиально иной подход к поиску оптимальных путей обеспечения военной безопасности РФ, укрепления обороноспособности страны. Использование передовых и перспективных, инновационных, технических разработок нового поколения в целях организации взаимодействия органов государственной власти в субъекте РФ играет одну из ключевых ролей в обеспечении военной безопасности.

1. Введение

Военная безопасность государства, структурно входящая в систему национальной безопасности государства и являющаяся одним из ее видов, имеет перед собой цель — защита национального достояния и суверенитета всем комплексом совокупного потенциала (политическими, экономическими, дипломатическими средствами, включая и военными). Военная безопасность выступает как фактор обеспечения национальной безопасности Российской Федерации (далее-РФ).

2. Основная часть

В настоящее время необходим принципиально иной подход к поиску оптимальных путей обеспечения военной безопасности РФ, укрепления обороноспособности страны.

В ответ на активность НАТО в 2020 году в Черноморском регионе Россия провела весеннюю серию масштабных войсковых учений на Крымском направлении. Так в марте на Крымском полуострове состоялись масштабные учения ВДВ с участием свыше 1500 десантников и 300 единиц техники, 15 самолетов Ил-76МД военно-транспортной авиации ВКС и больших десантных кораблей Черноморского флота. В июле проведены организационно-мобилизационные учения, где одним из вопросов стоял отработка вопросов взаимодействия органов государственной власти в рамках обеспечения военной безопасности и способность органов государственной власти республики Крым и г. Севастополь решать поставленные задачи в рамках этих учений.

Безусловно, что проведение таких мероприятий невозможно без использования самых передовых средств связи, передачи данных, радиоэлектронного противодействия, а также применения передовых инфокоммуникационных технологий.

Создание повседневного и защищенного (запасного), на случай введения военного положения, единого, централизованного, координационного центра на всех уровнях государственной власти, в том числе и на уровне субъекта РФ, который бы в себя включил представителей всех органов государственной власти, главной целью которого стало бы межведомственное взаимодействие и

координация по образу и подобию Национального центра управления обороной ВС РФ (рис. 1)

Создание единого инструмента (ключей) передачи оперативной, конфиденциальной информации по техническим средствам связи ограниченного доступа между заинтересованными органами государственной власти в субъекте РФ.

Использование передовых и перспективных, инновационных, технических разработок нового поколения в целях организации взаимодействия органов государственной власти в субъекте РФ.



Рис. 1

3. Заключение

Обеспечение военной безопасности в субъекте вовлекает в свой процесс большое количество участников, сил, материальных, финансовых и других ресурсов, требует умелого и рационального управления ими. Решение этой задачи в современных условиях невозможно без применения передовых инфокоммуникационных технологий и систем связи.

IMPROVEMENT OF TOOLS FOR INTERACTION OF STATE AUTHORITIES IN THE RUSSIAN FEDERATION SUBJECT FOR ENSURING MILITARY SECURITY

Kovalev Ya. V., Ryzhov G. B.

Scientific adviser: Ryzhov G. B.

Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Russia

Abstract — At present, a fundamentally different approach is needed to find optimal ways to ensure the military security of the Russian Federation and strengthen the country's defense capability. The use of advanced and promising, innovative, technical developments of a new generation in order to organize the interaction of state authorities in the subject of the Russian Federation plays a key role in ensuring military security.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Фирсов А. В., Преображенский А. П.

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

Воронежский институт высоких технологий, Россия

E-mail: komkovvvt@yandex.ru

Аннотация — Решение проблем, связанных с выбором средств защиты информации является актуальной задачей. Целью работы состоит в разработке методики определения средств защиты с точки зрения повышения защищенности предприятия.

1. Введение

Информация на предприятиях может быть защищена на основе разных подходов. Правильный выбор средств защиты (СЗ) уменьшает риски и повышает уровень информационной безопасности (ИБ). В работе даются предложения по методике выбора СЗ.

2. Основная часть

Полезный эффект от применения СЗ будет расти в ходе обеспечения ИБ [1]. Для реализации злонмеренных действий будет уменьшение вероятности. Происходит повышение полезного эффекта СЗ на условный эффект. Для показателя конкурентоспособности по i -му СЗ имеем

$$P_i = \frac{a_i F_i + \mathcal{E}_{\text{уИБ}}^i}{C_i E_i Z_i}. \quad (1)$$

При этом считаем $\mathcal{E}_{\text{уИБ}}^i$ — для каждого СЗ от

$\mathcal{E}_{\text{уИБ}}$ в виде доли условного эффекта. $\mathcal{E}_{\text{уИБ}}$ — это условный эффект. Его рассчитывают в виде произведения денежной оценки ущерба, когда будут игнорированы вопросы ИБ компании и разности единицы, а также коэффициента изменения конкурентоспособности, когда есть ИБ. Z_i — по каждому СЗ от Z является долей затрат. При этом Z рассматривается в виде затрат по реализации СЗ и средств ИБ. Пусть $\mathcal{E}_{\text{уИБ}} = d_i \mathcal{E}_{\text{уИБ}}$ — доля условного эффекта для каждого СЗ. Сумма (2) является условным эффектом

$$\mathcal{E}_{\text{уИБ}} = d_i \mathcal{E}_{\text{уИБ}} + \dots + d_n \mathcal{E}_{\text{уИБ}}. \quad (2)$$

Здесь $\forall i$ коэффициенты $d_i \geq 0$. При этом суммируем так $d_1 + \dots + d_n = 1$. Величину

$Z^i = d_i Z$ рассматриваем в виде доли затрат для каждой услуги. Тогда по следующей формуле (3) рассчитывается конкурентоспособность i -го СЗ

$$K_i = \frac{P_i}{P_i^6} = \frac{a_i F_i + \mathcal{E}_{\text{уИБ}}^i}{a_i^6 F_i^6} \times \frac{C_i^6 E_i^6}{C_i + E_i + Z_i}. \quad (3)$$

Получается формула защищенности фирмы (4)

$$K_n = \sum_{i=1}^n a_i b_i \frac{a_i F_i + \mathcal{E}_{\text{уИБ}}^i}{a_i^6 F_i^6} \times \frac{C_i^6 E_i^6}{C_i + E_i + Z_i}. \quad (4)$$

Без учёта обеспечения ИБ конкурентоспособность фирмы до внедрения системы защиты информации осуществляется по формуле:

$$K_n^{\text{безИБ}} = \sum_{i=1}^n a_i b_i \frac{a_i F_i}{a_i^6 F_i^6} \times \frac{C_i^6 E_i^6}{C_i + E_i + Z_i} + \sum_{i=1}^n \theta_i, \quad (5)$$

где
$$\theta_i = a_i b_i \frac{a_i F_i}{a_i^6 F_i^6} \times \frac{C_i^6 E_i^6}{C_i + E_i}.$$

Также $\sum_{i=1}^n a_i = 1, 0$; b_i — относительный вес

рынка, на котором представлено СЗ, a_i — доля СЗ в объёме продаж за анализируемый период, доли единицы, $i = 1, 2, 3, \dots, n$, b_i — предлагается принимать для внутреннего рынка — 0,5; для промышленных развитых стран — 1,0; для остальных стран — 0,7. В этом случае коэффициенты d_i рассчитываются так:

$$d_i = \frac{\theta_i}{K_n^{\text{безИБ}}}. \quad (6)$$

По формулам (7) считаем доли затрат и условного эффекта при равенстве коэффициентов d_i ,

$$Z_i = \frac{Z}{n}, \mathcal{E}_{\text{уИБ}}^i = \frac{\mathcal{E}_{\text{уИБ}}}{n}, \quad (7)$$

где n — количество СЗ на предприятии.

Итоговая формула вычисляет объективные количественные оценки, и даёт возможность применять эту формулу в качестве критерия выбора варианта системы защиты информации.

3. Заключение

На основе представленной в работе методики есть возможности для оценки обеспечения информационной безопасности компании с использованием средств защиты.

4. Список литературы

- [1] Преображенский, Ю. П. Информационная безопасность — вызовы современного мира / Ю. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. — 2017. — № 2 (21). — С. 60 — 63.

THE DEVELOPMENT OF INFORMATION PROTECTION METHODS AT THE ENTERPRISE

Firsov A. V., Preobrazhenskiy A. P.

Scientific adviser: Preobrazhenskiy A. P.

Voronezh Institute of High Technologies, Russia

Abstract — Solving the problems associated with the choice of information security tools is an urgent task. The aim of the paper is to develop methods for determining protection means in terms of increasing the competitiveness of an enterprise.

РАЗРАБОТКА ОТКАЗОУСТОЙЧИВОЙ СЕТИ ДЛЯ АПК «БЕЗОПАСНЫЙ ГОРОД»

Василенко Е. Д., Большаков Б. В., Лашченко И. В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Лашченко И. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: vasilenko.elena.d@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены причины отказов в системах обработки данных и методы противодействия для их устранения.

1. Введение

Управление учётом ресурсов и энергосбережением, связь с коммунальными службами, организация контроля времени и качества исполнения заявок потребителей и устранения аварийных ситуаций современного города должны осуществляться через информационную систему в рамках проекта «Умный город/Безопасный город».

2. Основная часть

Современные коммунальные службы работают с системой обработки данных, в которой по определённым причинам могут произойти ошибки. Установим семь категорий ошибок, которые могут привести к общему системному отказу:

- ошибка оператора;
- проблемы аппаратного обеспечения вычислительной техники;
- проблемы запоминающих устройств;
- проблемы программного обеспечения;
- сетевые проблемы;
- атаки с целью нарушения нормального обслуживания пользователей;
- отказы вследствие стихийных бедствий.

В настоящее время корпоративные сети используют множество приложений и поддерживают большое количество пользователей. Сеть должна полностью обеспечивать возможность связи между различными компьютерными платформами и клиентами, рассредоточенными территориально, но даже при тщательном планировании, мониторинге и оценивании трудно предотвратить все отказы.

Ошибки оператора вызваны непосредственно действиями человека и подразделяются на намеренные и непреднамеренные.

Приблизительно 25% всех отказов происходят в результате проблем аппаратного обеспечения. Даже высококачественные жёсткие диски, используемые в большом количестве, могут стать причиной отказов. На нижних уровнях модели отказы происходят из-за неисправности сетевых адаптеров, кабелей и соединений, повреждения в маршрутизаторах и коммутаторах. Улучшение технологий сокращает количество отказов на нижних уровнях модели, но увеличивает на прикладном уровне, так как повышается сложность программного обеспечения.

Атаки с целью нарушения нормального обслуживания пользователей являются главным источником сетевых отказов.

Отказы, вызванные форс-мажорными обстоятельствами (внезапными и длительными отключениями электричества), влиянием стихийных бедствий (наводнения, землетрясения, ураганы, торнадо и пожары) также имеют значение. Кроме того причиной может быть воровство, вандализм, поджог, война и террористические акты.

Для анализа защищённости сети требуется провести моделирование в пакете *Cisco Packet Tracer*. Разработанная трёхуровневая модель сети представляет собой иерархическую структуру передачи данных (не в терминах протоколов или моделей OSI или TCP/IP, а в терминах функционирования абстрактных элементов сети). Из названия видно, что все элементы сети делятся на три уровня. Это деление позволяет строить отказоустойчивые, надёжные, масштабируемые сети передачи данных. Роль уровней скорее логическая, и не обязательно существует физическая привязка к конкретному оборудованию.

В данной реализации построения сети используются коммутаторы для взаимодействия компьютеров и оборудования внутри организации, для взаимодействия между организациями используются коммутаторы агрегации и маршрутизаторы, при помощи которых перенаправляется трафик между подсетями организаций. Используемая схема подключения кольца в данном случае позволяет нам резервировать нашу сеть так, что при выходе из строя одного из маршрутизаторов (отключении оборудования или обрыве оптики) срабатывает резервирование маршрута, по которому пойдёт трафик, без потери связи. Настройка выполняется на маршрутизаторах: в таблицах маршрутизации специальным образом прописываются маршруты.

3. Заключение

Результаты моделирования сети с использованием схемы подключения кольца показали возможность создания отказоустойчивой сети за счёт резервирования маршрутов. При построении сети необходимо распределить все сетевые объекты по иерархическим уровням, в зависимости от выполняемых ими функций. Тогда при анализе одного из иерархических уровней сети можно не учитывать функции других уровней, что позволяет упорядочить все компоненты.

4. Список литературы

- [1] Продукты, решения и услуги — Cisco [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.cisco.com/c/ru_ru/products/index.html.

DEVELOPMENT OF FAULTTOLERANCE NETWORK FOR THE HARDWARE AND SOFTWARE COMPLEX «SAFE CITY»

Vasilenko E. D., Bolshakov B. V., Lashchenko I. V.
Scientific adviser: Lashchenko I. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The reasons for failures in data processing systems and methods of counteraction to eliminate them are considered.

ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА В ТЕЛЕФОННОМ АППАРАТЕ В СРЕДЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ COMSOL

Лукманова О. Р., Хорев А. А.

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

Национальный исследовательский университет «МИЭТ», Россия

E-mail: oksanlukman@yandex.ru

Аннотация — Одним из важных технических каналов утечки речевой информации является акустоэлектрический канал. В статье описывается модель пьезоэлектрического преобразователя TFM-27DM, встроенного в звонковую цепь телефонного аппарата Gigaset DA210, и исследуются основные характеристики в среде моделирования COMSOL Multiphysics.

1. Введение

На основе телефонного аппарата Gigaset DA210, в звонковой цепи которого установлен пьезоэлектрический преобразователь TFM-27DM, в среде моделирования COMSOL спроектирована модель пьезоэлемента [1]. Построенная модель позволяет изучить акустоэлектрический канал утечки информации, без использования дорогостоящего контрольно-измерительного оборудования.

2. Основная часть

В основе исследуемой модели звонковой цепи лежит цилиндрический пьезоэлектрик диаметром 30 мм и высотой 9 мм. Пьезоэлемент изготовлен из пьезокерамики PZT-8, поляризация материала направлена в отрицательном направлении оси Z. Нижняя часть пьезоэлемента заземлена, на верхнюю подается напряжение. На рис. 1 показана деформация пьезоэлемента при воздействии напряжением 9В, направление электрического поля обозначено черными стрелками.

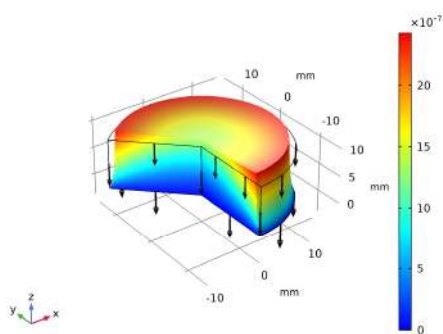


Рис. 1

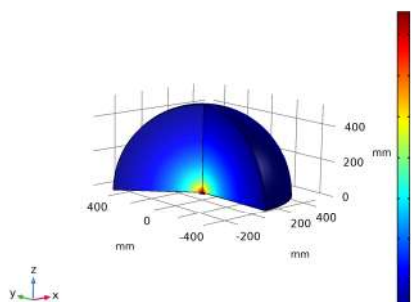


Рис. 2

На рис. 2 показано исследование уровней звукового давления в воздухе (дБ), создаваемое пьезоэлементом для частоты 1 ± 0.5 кГц. В данной модели полусфера имитирует безграничное воздушное пространство вокруг возбудителя звуковых колебаний.

Для моделирования акустоэлектрического канала утечки информации на пьезоэлемент подается типовой уровень акустического давления при громкой речи — 75 дБ (черный конус рис. 3).

На рис. 3 отображена диаграмма индуцируемого напряжения (В), напряжение в верхней части пьезоэлектрика равно 23,20 мкВ, вектор деформации обозначен розовыми стрелками. Полученные значения напряжения достаточны для возникновения акустоэлектрического канала утечки информации.

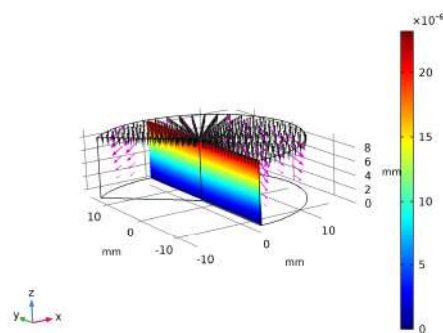


Рис. 3

3. Заключение

Таким образом, на основе разработанной модели пьезоэлемента звонковой цепи телефона, исследованы его основные характеристики, выявлена возможность утечки речевой информации по акустоэлектрическому каналу.

Полученные результаты могут быть использованы при подготовке специалистов по направлению «Информационная безопасность».

4. Список литературы

- [1] Tichy, Jan Fundamentals of piezoelectric sensorics : mechanical, dielectric, and thermodynamical properties of piezoelectric materials / Jan Tichy, Jirý Erhart, Erwin Kittinger, Jana Privratska. — Springer. — 2010. — 207 p.

STUDY OF THE ACOUSTOELECTRIC EFFECT IN TELEPHONE USING COMSOL SIMULATION ENVIRONMENT

Lukmanova O. R., Horev A. A.

Scientific adviser: Horev A. A.

National Research University of Electronic Technology, Russia

Abstract — One of the important technical leakage channels of a speech information is the acoustoelectric channel. In the paper, a model of a piezoelectric transducer TFM-27DM is described. The transducer is integrated into a buzzer circuit of a Gigaset DA210 telephone. The main characteristics in the COMSOL Multiphysics software are studied.

УЛУЧШЕНИЕ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КОМПЬЮТЕРОВ

Букач А. Б., Гевниш А. Б.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Букач А. Б.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: bukach1948@mail.ru

Аннотация — В статье приводятся результаты исследования электромагнитного излучения компьютеров в широком частотном диапазоне спектра от 9 кГц до 7,5 ГГц.

1. Введение

В компьютере в каждом его блоке, при работе возникают излучения, имеющие свои характерные особенности. Диапазон возможных частот электромагнитных излучений составляет от 10 кГц до 40 ГГц. Важно оценить вид спектра и уровень излучений компьютеров. Известно также, что компьютеры разных типов и производителей имеют различные уровни и соответственно различную дальность таких излучений [1].

2. Основная часть

Существуют несколько методик исследований по регистрации излучений компьютеров [1, 2]. Все они сводятся к определению мощности излучения с помощью селективных измерительных приборов необходимого диапазона частот, в частности анализаторами спектра.

В статье проведены исследования электромагнитного излучения компьютера с помощью анализатора спектра Rohde&Schwarz FSH20. Исследования проводились в специальном экранированном помещении для исключения влияния внешних помех (рис. 1).

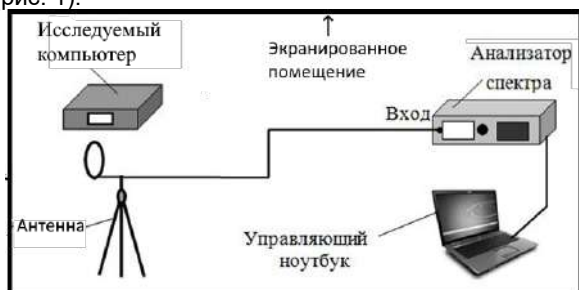


Рис. 1

Реальный сигнал от компьютера (рис. 2) имеет бесконечную последовательность двоичных импульсов конечной длительности. Излучения возникают при различных режимах работы компьютеров: выводе информации на экран монитора, записи и чтении информации на накопители, выводе данных на периферийные устройства-принтеры, плоттеры, и т.д. Это излучение есть сумма большого числа излучателей (случайных антенн), у каждого из которых своя амплитудно-частотная характеристика со своими пиками и провалами, резонансами и т.д.

Амплитуда излучения измерялась в децибелах на милливольт (дБмВ). Величина дБмВ используется в качестве удобной меры обозначения уровня сигнала. То есть — $\text{дБмВ} = 20 \log_{10} (V_{\text{ВЫХ}}/1\text{мВ})$ где $V_{\text{ВЫХ}}$ выражено в мВ. На некоторых частотах амплитуда уменьшается значительно: например в пике на частоте 3 МГц она снижается с 60 дБмВ до 30 дБмВ, то есть с 1000 мВ до 3 мВ, при увеличении расстояния с

5 см до 3 м. Очевидно, что с дальнейшим увеличением расстояния до десятков и сотен метров амплитуда излучения будет изменяться в пределах единиц и десятков микровольт.



Рис. 2

На рис. 2 представлена суперпозиция 3-х измерений излучения полученная с помощью анализатора на различных расстояниях. На рисунке видно, что по мере увеличения расстояния приемной антенны от исследуемого компьютера амплитуда излучения падает. Существующая приемная аппаратура имеет чувствительность порядка десятка микровольт, поэтому угроза съема информации существует на расстоянии нескольких сотен метров и более. Для более точного определения расстояния в дальней зоне требуется, в соответствии с ГОСТом, специальная аппаратура, позволяющая учитывать направленность сигнала, отражение от объектов и стен.

3. Заключение

Для специалистов по информационной безопасности важно изучение спектра, для определения частот на которых возможна наибольшая утечка информации.

Таким образом проведенные исследования позволяют качественно оценить угрозу съема информации, а также тестировать различные типы компьютеров.

4. Список литературы

- [1] Кондратьев, А. В. Техническая защита информации. Практика работ по оценке основных каналов утечки / А. В. Кондратьев. — М. : Горячая линия — Телеком, 2016. — 304 с.
- [2] Торокин, А. А. Инженерно-техническая защита информации : учеб. пособие для студентов, обучающихся по специальностям в области информационной безопасности / А. А. Торокин. — М. : Гелиос, 2005. — 960 с

IMPROVEMENT OF THE METHOD OF STUDY OF ELECTROMAGNETIC RADIATION OF COMPUTERS

Bukach A. B., Gevnish A. B.

Scientific adviser: Bukach A. B.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The article presents the results of a study of the electromagnetic radiation of computers in a wide frequency range of the spectrum from 9 kHz to 7.5 GHz.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ФАЙЛЫ И ВЕРИФИКАЦИЯ МАССИВОВ ДАННЫХ, СОДЕРЖАЩИХ ИНФОРМАЦИЮ О ВОЗДЕЙСТВИЯХ, ПРИ РАССЛЕДОВАНИИ ИНЦИДЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Гибилinda Р. В., Синадский Н. И.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Синадский Н. И.

Уральский федеральный университет, Россия

E-mail: r.v.gibilinda@urfu.ru

Аннотация — В работе описан вектор признаков, идентифицирующих файл, предложен алгоритм идентификации воздействий на файлы. Использование предложенного алгоритма позволяет верифицировать массивы данных, содержащие признаки, идентифицирующие файлы, а также идентифицировать воздействия на них.

1. Введение

Обеспечение информационной безопасности (ИБ) информационных систем (ИС) представляет собой комплексный эволюционный процесс, основанный на результатах проведения аудита ИБ и расследования возникающих в процессе функционирования ИС инцидентов ИБ. Несмотря на принимаемые по результатам аудита меры защиты информации, наблюдается рост киберпреступлений, являющихся причиной инцидентов ИБ, которые необходимо подробно расследовать.

2. Основная часть

Информация, обрабатываемая ИС, хранится в виде файлов, а процесс ее обработки непосредственно связан с воздействиями на файлы. Под файлом будем понимать вектор характеризующих его признаков $V(t)$, описываемый выражением

$$V(t) = \{I(t), D(t), N(t), C(t), X(t)\}, \quad (1)$$

где: $I(t)$ — идентификатор файла, $D(t)$ — идентификатор родительского каталога файла, $N(t)$ — имя файла, $C(t)$ — содержимое файла, $X(t)$ — иная служебная информация о файле.

Зависимость признаков, идентифицирующих файл, от времени обуславливается тем, что их значения представляют собой фиксированное состояние файла на момент времени t , который может быть выбран до или после т.н. файловой операции — процесса модификации значений компонентов вектора идентифицирующих признаков $V(t)$, приводящий к переходу файла от одного состояния к другому. Каждая файловая операция лежит в основе воздействия на файл — совокупности файловых операций, связанных по назначению, разделенных по времени и приводящих к изменению состояний одного или нескольких файлов.

Фиксация воздействий осуществляется с использованием разноформатных массивов данных: временные отметки файлов, журналы событий операционной системы и т. д. Анализ массивов данных является основой процесса идентификации воздействий на файлы в рамках расследования инцидента ИБ. В то же время использование указанных массивов требует одновременной их верификации ввиду возможности искажения содержащихся в них данных.

В работе [1] авторами предлагается событийная модель M процесса идентификации воздействий на файлы, построенная на математическом аппарате сетей Петри, описываемая выражением

$$M = (P, T, E, Q, \mu, \delta, \tau), \quad (2)$$

где: P — множество позиций, T — множество переходов, E и Q — входная и выходная функция соответственно, μ — маркировка сети фишками, δ — функция «накопителя» файловых операций, τ — временная задержка, характеризующая время выполнения файловой операции.

На основе признаков, идентифицирующих файл (1), и предложенной модели (2) разработан алгоритм, который позволит идентифицировать файловые операции, а соответственно и воздействия на файлы. Результатом работы алгоритма является идентифицированная файловая операция, помещенная в накопитель δ . Воздействие на файл считается идентифицированным, когда все файловые операции, его составляющие, попали в накопитель. В случае, когда комбинация идентифицирующих файл признаков не удовлетворяет условиям алгоритма, специалист, проводящий расследование инцидента ИБ, должен детально изучить массив данных о воздействиях на файлы на предмет наличия искажений — провести его верификацию.

3. Заключение

Большинство упоминавшихся ранее массивов данных по одиночке не содержат в себе полный перечень необходимых значений идентифицирующих файл признаков и должны анализироваться совместно. Предложенный на основе модели алгоритм формализует требуемый набор признаков, тем самым обеспечивая взаимосвязи между массивами данных. Применение алгоритма позволяет однозначно идентифицировать воздействия на файлы, а также выявить искажения информации.

4. Список литературы

- [1] Гайдамакин, Н. А. Событийная модель процесса идентификации воздействий на файлы при расследовании инцидентов информационной безопасности, основанная на математическом аппарате сетей Петри / Н. А. Гайдамакин, Р. В. Гибилinda, Н. И. Синадский // Вестник СибГУТИ. — 2020. — № 1. — С. 73 — 88.

FILE IMPACTS IDENTIFICATION AND VERIFICATION OF FILE DATA ARRAYS WITH INFORMATION OF IMPACT IN CASE OF SECURITY INCIDENTS INVESTIGATION

Gibilinda R. V. Sinadskiy N. I.

Scientific adviser: Sinadskiy N. I.

Ural Federal University, Russia

Abstract — In the paper, a vector of features that identify a file is described. An algorithm for identifying impacts on files is proposed. Usage of the proposed algorithm makes it possible to verify data arrays containing features that identify files, as well as to identify the impacts on them.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СЕТЕВОГО УЗЛА НА ОСНОВЕ ПРОФИЛЯ СЕТЕВОГО ТРАФИКА

Пырьев М. С., Синадский А. Н.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия

E-mail: alexsin@e1.ru

Аннотация — Рассмотрен метод классификации сетевых узлов и выявления их аномального поведения без активного сетевого взаимодействия.

1. Введение

Современные методы обнаружения инцидентов безопасности в телекоммуникационных сетях основываются на сигнатурном анализе сетевого трафика и методах выявления аномалий. В качестве дополнительного предлагается использовать метода формирования профиля сетевого трафика объекта защиты и контроля отклонения от него, не требующего взаимодействия с узлами и сохраняющего целостность защищаемой системы.

2. Основная часть

В комплексном средстве мониторинга информационной безопасности DATAPK, одной из задач которой является контроль сетевой активности узлов, имеется возможность получать копию всего трафика сети. Встроенный модуль GoDPI позволяет выделять из всего трафика потоки. Поток — это набор сетевых пакетов, использующих одинаковые протоколы на всех задействованных сетевых уровнях и направленных от одного сетевого адреса к другому. Поток *Flow* имеет вектор характеристик $CV = \{cv\}_{i=0}^{lenCV}$, длина которого *lenCV* зависит от количества сетевых протоколов, присутствующих в пакете. Для каждого вложенного протокола в качестве характеристик cv_i описываются адреса отправителя $cv_i.src$, получателя $cv_i.dst$ и следующий протокол $cv_i.next$ (в случае, если он существует). Все используемые в потоке протоколы хранятся в характеристике *cv.proto*.

Таким образом, весь набор потоков *Flows* длиной *lenFlows* описывается набором характеристик

$$Flows = \{Flow\}_{i=0}^{lenFlows} = \left\{ \{cv.src, cv.dst, cv.proto\}_{j=0}^{lenCV} \right\}_{i=0}^{lenFlows}$$

В качестве идентификатора каждого узла *host* из множества классифицируемых узлов *Hosts* длиной *lenHosts* используется набор адресов источника на всех уровнях сетевой модели.

$$Hosts = \{host\}_{i=0}^{lenHosts} = \left\{ \{cv.src\}_{j=0}^{num_protos} \right\}_{i=0}^{lenHosts}$$

Количество уровней соответствует количеству вложенных протоколов.

Основные характеристики узла — количество потоков *host.num_flows*, относящихся к нему и используемых в этих потоках протоколов. Для каждого узла описывается вектор характеристик *host.proto* = $\{value\}_{i=0}^{host.num_protos}$, длина которого *host.num_proto* соответствует общему количеству известных протоколов во всём массиве потоков, а каждый элемент *value* характеризуется числом от 0 до 1, зависящим от количества потоков, относящихся к этому узлу и имеющих в своём составе указанный описываемый протокол.

Узел имеет набор ярлыков *labels* = $\{label\}_k^{numTypes}$, каждый из которых характеризует его принадлежность к одному из классов. Группы классов формируются независимо по двум признакам: роль

узла (например, ПЛК, АРМ, коммутатор, ...), операционная система (Windows XP, Windows 7, Linux Ubuntu, Linux CentOS, ...). Групп классов две, поэтому *numTypes* = 2, но при необходимости список может быть расширен без изменения остальной модели.

Также узел характеризуется количеством потоков, связывающих его с узлами определённых классов (*host.connected_with*). Хранится как общее количество связей с узлами различных классов (*host.connected_with_all_labels*), так и нормализованное количество связей с каждым типом узлов — множество *host.connected_with*, длина которого зависит от количества типов узлов в исследуемой сети.

Свойства связи с узлами различных типов добавляются в характеристический вектор узла, и вместе они являются профилем трафика узла.

Сначала система обучается на тренировочной выборке. Тренировочная выборка состоит из набора потоков, для всех входных данных (адресов источника, для каждого узла *host_i*) в которых заранее известен ответ — тип узла *label*.

С помощью готовых функций библиотеки scikit-learn для языка Python на основе тренировочных данных для каждого набора *labels* создаётся модель наивного байесовского классификатора. Каждый класс теперь описывается набором характеристических векторов, соответствующих ему. Классификация узлов в дальнейшем будет производиться с помощью этой обученной модели.

В режиме работы при появлении нового потока *flow_{lenFlows+1}* из него выделяются адреса источника на каждом уровне *cv.dst* и набор используемых протоколов. Характеристический вектор узла *host.proto* дополняется протоколами, а счётчики количества потоков *host.num_flows* и *lenFlows* увеличиваются на единицу. После этого модель заново классифицирует узел по каждому набору *labels*, относя его к одному из классов. Если при этом класс узла изменяется, то это считается аномалией, и сообщение об этом передаётся офицеру безопасности.

3. Заключение

Разработана система создания профилей сетевого трафика узлов, классификации узлов и контроля изменения их классов, позволяющая выявлять аномалии в абсолютно пассивном режиме. Сейчас метод позволяет с точностью не менее 80% определять класс узлов. Для повышения точности планируется заменить наивный байесовский классификатор на более сложную модель.

ESTIMATION OF NETWORK NODE CHARACTERISTICS BASED ON NETWORK TRAFFIC PROFILE

Pyr'ev M. S., Sinadskiy A. N.

Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin, Russia

Abstract — A method for classifying network nodes, and identifying its anomalous behavior without active network interaction is considered.

СТАТИСТИКО-ЭНТРОПИЙНЫЙ МЕТОД ОБНАРУЖЕНИЯ ГРАНИЦ ПОЛЕЙ В НЕРАСПОЗНАННОМ СЕТЕВОМ ТРАФИКЕ

Домуховский Н. А., Синадский А. Н.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия

E-mail: alexsin@e1.ru

Аннотация — Рассмотрен метод выделения границ полей сетевых протоколов без информации об их структуре.

1. Введение

В приказе ФСТЭК России от 25 декабря 2017 г. № 239 в качестве меры АУД.5 по обеспечению безопасности значимых объектов указан «Контроль и анализ сетевого трафика». При проведении мониторинга в условиях закрытых или слабо документированных протоколов, распространённых как в сетях АСУ ТП, так и IoT, средство анализа сетевого трафика не может дать достаточно информации для обеспечения мер по защите сетевых ресурсов. Описывается способ получения границ полей протоколов, информация о структуре которых отсутствует.

2. Основная часть

Для разбора сетевого трафика без априорной информации о его структуре предлагается опираться на такие характеристики, как энтропия отдельных байтов пакета и взаимная информация смежных байт.

Считываются пакеты сетевого трафика $\{D\}_{i=0}^{lp}$ в количестве lp , состоящие из байт $D = \{d\}_{i=0}^{lb}$, где lb — длина пакета.

Для каждого значения i оценивается количество вхождений $vh_{i,j}$ каждого значения байта d_i и количество вхождений $vmi_{i,k}$ пар значений. Всего вариантов одиночных значений может быть $2^8 = 256$, поэтому $j \in (1, 256)$, а пар значений — $(2^8)^2 = 65536$, поэтому $k \in (1, 65536)$.

По формуле $Ph_{i,j} = \frac{vh_{i,j}}{lp}$, где i — смещение байта от начала пакета, $j \in (1, 256)$, определяется вероятность появления определённого значения в этой позиции для каждого байта пакета, то есть $i \in (1, lb)$, $j \in (1, 256)$. Аналогично вычисляется $Pmi_{i,j} = \frac{vmi_{i,j}}{lp}$, $i \in (1, lb)$, $j \in (1, 65536)$.

По формуле Шеннона рассчитывается 256-значная энтропия для каждого смещения $H_j = -\sum_{i=1}^{lp} Ph_{i,j} \log_{256} Ph_{i,j}$, где j — определена аналогично расчёту вероятности выше. В результате вычислений формируется матрица-строка H длиной $\max(lb)$.

После расчёта энтропии для каждого смещения от минимального до максимального $j \in (1, \max(lb) - 1)$ рассчитывается взаимная информация $MI_j = -\sum_{i=1}^{lp} Pmi_{i,j} \log_{65536} \frac{Pmi_{i,j}}{Ph_{i,j} * Ph_{i,j+1}}$.

После того, как энтропия каждого байта и их взаимная информация рассчитаны, можно приступить к определению границ пакета. Создаются матрицы-строки Hr , MIr и Res длиной $\max(lb)$, причём $Hr_1 = 'start'$, $MIr_1 = 'start'$, $Res_1 = 'start'$.

Для $j \in (2, \max(lb))$ Hr_j принимает значение 'start', если $Hr_{j-1} = 'end'$, иначе 'field', если $H_{j-1} < H_j$, иначе 'end'. Для $j \in (2, \max(lb) - 1)$ MIr_j принимает значение 'start', если $MIr_{j-1} = 'end'$, иначе 'field', если $MI_{j-1} > MI_j$, иначе 'end'.

После определения границ полей пакета для энтропии и взаимной информации в отдельности для принятия совместного решения о расположении границ во входных данных задаётся порог расходимости T , который обозначает возможное отличие принятия решения по энтропии и по взаимной информации.

Для каждого $j \in (2, \max(lb))$, если $Hr_j = MIr_j$, то $Res_j = Hr_j$. Иначе если границы поля по энтропии и по взаимной информации были определены с небольшим смещением ($\exists Hr_{k_1} = 'start'$, $\exists MIr_{k_2} = 'start'$, $|k_1 - j| < T$ и $|k_2 - j| < T$), то смещение j считается границей поля ($Res_j = Hr_{k_1}$, $Hr_{k_1} = MIr_{k_2} = 'field'$, $Hr_j = MIr_j = 'start'$). Для значения 'end' аналогично.

Очищается набор полей $F = \emptyset$. Для каждого $j \in (2, \max(lb))$, $Res_j = 'start'$, ищется минимальное k , такое что $k > j$, и ко множеству F добавляется элемент $f_i = \{j, k\}$, имеющий смысл координат границ поля.

При получении на вход нового пакета D_{n+1} для каждого значения i обновляется количество вхождений каждого возможного значения байта d_i . Затем по описанному выше алгоритму определяются границы полей, и выполняется переход к ожиданию следующего пакета.

В результате F содержит набор границ полей. Их можно использовать для разбора протокола.

На рис. 1 представлено наложение действительных границ сетевых протоколов на график отношения взаимной информации к энтропии.

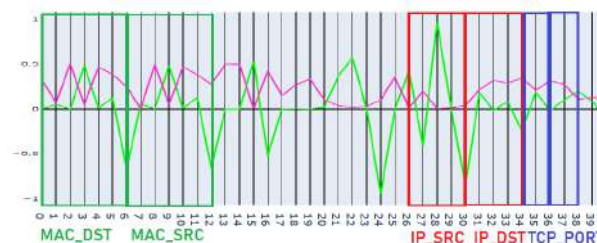


Рис. 1

3. Заключение

Разработанная система позволяет выделять поля в сетевом трафике с нулевым знанием о используемых в нём протоколах, что даёт возможность по-разному реагировать на появление неопознанного трафика. Существенным ограничением метода является требование постоянной длины и фиксированных позиций полей пакета, в дальнейшей работе планируется снять это ограничение.

STATISTICAL-ENTROPY METHOD FOR DETECTING FIELD BOUNDARIES IN UNRECOGNIZED NETWORK TRAFFIC

Domukhovskiy N. A., Sinadskiy A. N.

Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin, Russia

Abstract — A method for identifying the boundaries of fields of network protocols without a priori information about its structure is considered.

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ АНАЛИТИЧЕСКОГО ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ СТРОГОГО САНИТАРНОГО КОНТРОЛЯ

Букина А. В., Лашченко И. В.

Научный руководитель: доц. Лашченко И. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: nastyabukina.bukina2015@ya.ru

Аннотация — В статье анализируется направление развития технологий систем аналитического видеонаблюдения в АПК «Безопасный город» в условиях возрастания требований эпидемиологического контроля. Рассмотрены новые требования, предъявляемые к качеству наблюдения. Предложено использовать информацию об карантинных зонах для онлайн информирования населения, обеспечивающего минимально необходимое безопасное перемещение в городе.

1. Введение

В наши дни стремительно развивается сфера аналитического видеонаблюдения. Если раньше системы видеонаблюдения использовались только для обеспечения безопасности некоторых объектов, то сейчас информация, собранная с огромных распределенных систем видеонаблюдения находит применение не только для обеспечения безопасности, но и для автоматического анализа в маркетинге, транспорте, городском хозяйстве, позволяет структурировать, фильтровать, выделять главное в бесконечных информационных потоках. Основным преимуществом современных систем является именно возможность анализировать изображение в кадре с четко обозначенной целью. Например, сегодня в связи с распространением новой коронавирусной инфекции (COVID-19) стали особенно актуальными алгоритмы контроля эпидемиологических мероприятий:

- бесконтактное измерение температуры тела;
- распознавание наличия масок на лице;
- распознавание лиц в масках;
- контроль выполнения карантинных мероприятий;
- бесконтактный контроль доступа на любые объекты;
- контроль качества дезинфекции.

2. Основная часть

На базе систем аналитического видеонаблюдения создаются аппаратно-программные комплексы «Безопасный город», которые в комплексе решают многие проблемы обеспечения безопасности в городе. [1]

Рассмотрим и сравним примеры реализации актуальных сегодня технологий:

— бесконтактное измерение температуры тела.

Наиболее широко распространение получило измерение температуры с помощью инфракрасных датчиков, а наиболее качественную оценку состояния человека способны дать системы, сочетающие наблюдение в видимом и инфракрасном свете с помощью разных камер (обычной камеры и тепловизора) — у них используется разная аналитика: обычная камера выделяет лицо, выбирает оптимальное расстояние для измерения температуры, а тепловизор качественно определяет температуру именно в указанной зоне (рис.1);

— наличие/отсутствие маски может как являться отдельной целью аналитических операций, так и существенно влиять на связанные алгоритмы: распознавание лица в условиях скрытия большей его части до недавнего времени считалось чрезвычайно сложной задачей, многие алгоритмы опирались на

мимику и расположение особых точек в районе носогубного треугольника. В обычных условиях корректной работе алгоритмов помогают организационные меры — проходить контроль в солнцезащитных очках или с низкоопущенным козырьком кепки не разрешат охранники, но наличие маски признано в текущих условиях обязательным.



Рис. 1

В условиях противодействия эпидемии, разработчики аналитических алгоритмов сконцентрировались на распознавании лиц по остающимся открытыми участкам и достигли существенных успехов, анализируя большее количество характерных точек вокруг глаз;

— нейросеть химзащиты «IP-Консьерж» (СПЕЦЛАБ) [2] также создана в апреле этого года для того, чтобы контролировать качество дезинфекции. Обработка жилых помещений дезинфицирующими средствами стала необходимой мерой в наше время. Проблема заключается в контроле качества этого процесса. Решить эту проблему способна нейросеть от Спецлаб, интеллектуальный алгоритм автоматически просчитывает скорость заполнения и направления работы.

3. Вывод

Такая аналитика не требует больших вложений, так как использует уже установленное оборудование видеонаблюдения, добавляя только новые функции анализа.

4. Список литературы

- [1] Система Безопасный город «Спецлаб» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.goal.ru/IP-security/safety-city>.
- [2] Программа «Безопасный город» [Электронный ресурс] / Радиотелекоммуникации. — Режим доступа: rtelecom.ru/solutions/safe_city.php.

THE DEVELOPMENT OF ANALYTICAL TECHNOLOGIES FOR VIDEO SURVEILLANCE IN CONDITIONS OF STRICT SANITARY CONTROL

Bukina, A. V., Lashchenko I. V.

Scientific adviser: Lashchenko I. V.

Sevastopol state University, Russia

Abstract — In the article, the direction of development of technologies for analytical video surveillance systems in the complex "Safe city" is analyzed in the context of increasing requirements for epidemiological control.

КОНЦЕПЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОХРАНЫ

Анищенко М. Д., Паслён В. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Паслён В. В.

Донецкий национальный технический университет, ДНР

E-mail: maxim97an@gmail.com

Аннотация — Рассмотрена концепция централизованной автоматизированной системы охраны объектов на основе систем видеонаблюдения, определена базовая структура системы, подход к ее построению.

1. Введение

Системы охранной сигнализации совместно с системами видеонаблюдения используются повсеместно для организации охраны объектов. При использовании этих систем часто проявляются их недостатки, способные нанести как прямые материальные убытки, так и убытки, являющиеся результатом повышенной психической нагрузки на персонал [1].

В последнее время широкое распространение получают технологии интеллектуальной обработки видеосигнала. Внедрение этих технологий в сфере охраны объектов может значительно повысить эффективность охранных систем, в некоторой степени их упростить с точки зрения используемых технических средств [2].

2. Основная часть

Наиболее оптимальным является вариант построения подобных систем на основе интегрированных систем безопасности, исключающий, по возможности применение видеорегистраторов, так как организация централизованного наблюдения требует гибкости и функциональности, которую не могут обеспечить устройства данного типа. Однако учитывая, что на объектах могут быть развернуты системы видеонаблюдения, которые построены как с применением аналоговых систем, так и сетевых видеокamer, необходимо использовать программную платформу, позволяющую их объединить, при этом не снижая их функциональные возможности и предоставляя новые инструменты аналитики.

Для организации системы предлагается несколько вариантов построения, показанных на рисунке 1. Выбор конкретной структуры осуществляется на основе доступных аппаратных мощностей и пропускной способности канала связи. Оптимальным вариантом является наличие на объекте возможности подключения оборудования с использованием выделенной линии Ethernet, однако не исключается применение других видов каналов связи.

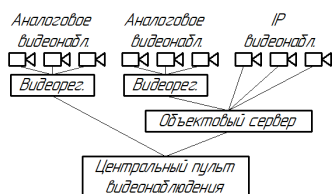


Рис. 1

На рисунке приведено два варианта подключения. Первый (слева) предусматривает прямое подключение аналогового видеорегистратора или сетевых видеокamer к центральному пульту видеонаблюдения. Такая структура является самой простой, но при этом ограничивает число видеокamer и уве-

личивает нагрузку на пультовое оборудование, так как на него возлагается вся работа по обработке видеoinформации.

Другим вариантом является использование объектовых серверов. В таком случае первичная обработка видеoinформации происходит на самом объекте, а на центральный пульт видеосигнал передается лишь при нарушении стандартного режима. Данный вариант является наиболее эффективным для средних и больших объектов, где используется большое количество видеокamer.

Все варианты позволяют проводить полную запись информации на объекте и запись на центральном пульте в случае тревоги.

Современные программные продукты позволяют обеспечить большую гибкость в создании алгоритмов охраны объектов. Основным преимуществом предложенных централизованных систем является использование интеллектуальной обработки для уменьшения вероятности ложного срабатывания за счет возможности дистанционной проверки объекта на факт тревоги оператором на пульте наблюдения. Присутствует возможность интегрирования системы с охранной сигнализацией путем синхронизации и создания взаимных связей, например, с помощью баз данных с последующей автоматизацией.

3. Заключение

Таким образом, можно выделить основные пункты предлагаемой концепции: использование многоуровневой структуры построения; предоставление оператору пульта больших возможностей; возможность интеграции с системами сигнализации; использование существующего оборудования, уже установленного на объектах охраны, обеспечение широких возможностей по модернизации и расширению системы оборудованием различных производителей.

4. Список литературы

- [1] Сабанин, П. В. Ложные срабатывания технических средств охраны и их роль в психологическом состоянии сотрудника полиции [Электронный ресурс] / П. В. Сабанин, Л. Ф. Чупров // Наука. Мысль. — 2016. — № 5-1. — Режим доступа: www.esrae.ru/32-316.
- [2] Гордин, М. С. Алгоритмы обнаружения тревожных событий для систем автоматизированного видеонаблюдения / М. С. Гордин, С. А. Иванов // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. — 2017. — Т. 15. — № 3. — С. 21—30.

THE CONCEPT OF VIDEO SURVEILLANCE SYSTEM USE FOR ORGANIZATION OF AUTOMATED SECURITY

Anishchenko M. D., Paslyon V. V.

Scientific adviser: Paslyon V. V.

Donetsk National Technical University, DPR

Abstract — The concept of the centralized automated system of object security on the basis of video surveillance systems is considered, the basic structure of the system and the approach to its construction are determined.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ СТЕГОСИСТЕМ ДЛЯ ВИДЕОПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

Москалёва Е. П., Маслова М. А.

Научный руководитель: Маслова М. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: rfrmtn44@rambler.ru.

Аннотация — В данной статье будут рассмотрены основные способы сокрытия информации в видеопоследовательностях и даны рекомендации по их применению.

1. Введение

Эта статья посвящена исследованию темы стеганографии в видеофайлах. Почему в качестве файла-контейнера был выбран именно видеофайл? Потому что тема эта мало исследована и в широком доступе можно найти лишь небольшое количество материалов на эту тему. Между тем, вопрос сокрытия информации в видеофайлах очень актуален. Во-первых, в силу необходимости защиты авторских прав на медиа продукцию (в том числе видео). Во-вторых, немаловажно решить проблему искажения информации при естественных преобразованиях видеоматериалов.

2. Основная часть

Существует три основных способа внедрения информации в видеофайлы. Рассмотрим их на примере формата MPEG-2. [1]

Первый метод — встраивание на уровне коэффициентов. Здесь информация встраивается в коэффициенты ДКП (дискретного косинусного преобразования). Преимущества: информация сохраняется при зашумлении, фильтровании и дискретизации. Недостатки: накопление сдвигов и ошибок, ограничение на количество встраиваемой информации.

Второй метод — встраивание на уровне битовой плоскости. Здесь на видеопоследовательность накладывается последовательность бит. Преимущества: большая пропускная способность, простота в вычислении. Недостатки: информацию легко удалить повторным наложением бит.

Третий метод — встраивание информации за счёт энергетической разницы между коэффициентами. Информация встраивается путем удаления нескольких коэффициентов ДКП. Преимущества: применимость к другим алгоритмам сжатия видео, сложность удаления встроенной информации. Недостатки: вычислительная сложность.

Для встраивания произвольного файла в видеопоследовательность существует готовый программный продукт — MSU StegoVideo. Рассмотрим особенности работы с ним.

При извлечении информации, встроенной с помощью этой программы в видеофайл, возможны ошибки. Они обозначены знаком «#» на рис. 1.

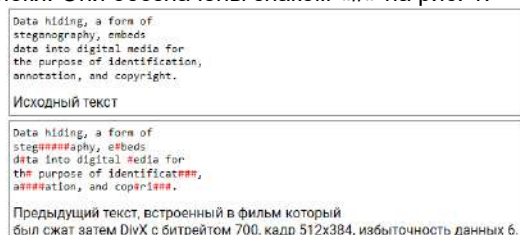


Рис. 1

Качество сохранения информации в сжатом видео зависит от используемого кодека и битрейта. Это мы можем видеть на рис. 2.

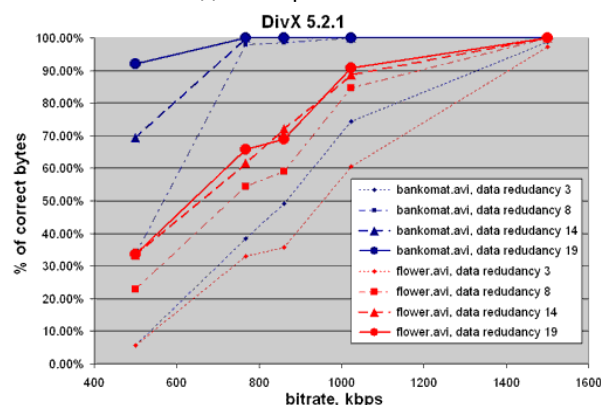


Рис. 2

Дискретное косинусное преобразование (ДКП) — частный случай преобразования Фурье. Переход к спектральному представлению кадра осуществляется сопоставлением ширины и высоты изображения осям X и Y и отображением по оси Z цветовых составляющих изображения.

Основная идея алгоритма заключается в выделении из видео кадров, обладающих наименьшей избыточностью информации. Они, как правило, с наименьшей вероятностью будут изменены или удалены при естественных сжатиях видеофайла. Тип кадра определяется сравнением вычисленных значений коэффициентов ДКП с коэффициентами ДКП соседних кадров.

3. Заключение

Таким образом, рассмотрены методы встраивания информации в видеофайлы на примере формата MPEG-2. Проведён анализ их преимуществ и недостатков.

Рассмотрена программа MSU StegoVideo, её особенности, результаты работы.

4. Список литературы

- [1] Моденова, О. В. Стеганография и стегоанализ в видеофайлах [Электронный ресурс] / О. В. Моденова // ПДМ. Приложение. — 2010. — № 3. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/steganografiya-i-stegoanaliz-v-videofaylah>.

STUDY OF METHODS FOR DESIGNING STEGOSYSTEMS FOR VIDEO SEQUENCES

Moskaleva E. P., Maslova M. A.

Scientific adviser: Maslova M. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the article, the main ways to hide information in video sequences are discussed. The recommendations for its use are provided.

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ «УМНЫЙ ДОМ»

Грыбиник Н. О., Фунтиков М. Н.

Научный руководитель: канд. пед. наук, Фунтиков М. Н.
 Донецкий национальный технический университет, ДНР
 E-mail: fountikov@gmail.com

Аннотация — Рассматривается специфика внедрения технологии «умный дом»; указаны особенности функционирования систем, созданных по данной технологии; представлены типовые возможности современных систем типа «умный дом»; приводятся типовые подсистемы, которые могут управляться централизованно системой «умный дом».

1. Введение

Система «умный дом» (от англ. Smart House) — это помещение (дом, квартира или офис), спроектированное с точки зрения удобства использования вспомогательных подсистем обеспечения комфорта и безопасности человека с помощью передовых высокотехнологичных приборов.

Под «умным домом» понимается система, которая распознает конкретные ситуации, происходящие в здании, обрабатывает данные и соответствующим образом на них реагирует. Интеллектуальное здание является объединением отдельных подсистем в единый управляемый комплекс. Одна из подсистем может управлять по заранее выработанному алгоритму другими подсистемами. Ключевой особенностью и основным достоинством «умного дома» отличающего его от других систем является то, что одной командой задается нужная обстановка, а затем уже процессор в соответствии с внутренними и внешними условиями формирует соответствующие управляющие сигналы для подсистем, непрерывно контролируя их выполнение. Использование главного процессора позволяет исключить необходимость одновременного применения нескольких пультов и множества выключателей при управлении освещением, вентиляционными и отопительными системами, системами видеонаблюдения и сигнализации, воротами и т.п. [1].

2. Основная часть

При выборе режима работы через панель управления или пульт дистанционного управления система задает работу всех датчиков в соответствии с выбранным алгоритмом. Система «умный дом» анализирует множество параметров: время суток, положение человека, погоду, освещенность на улице и в помещении, температуру, химический состав воздуха, влажность и другие параметры с целью обеспечения комфортного и безопасного состояния контролируемого объекта. Единая управляющая система позволяет обеспечить слаженность всех выполняемых процессов.

Существует целый ряд систем и устройств, которые могут управляться системой «умный дом»: внутреннее и наружное освещение или подсветка, вентиляция и кондиционирование, система отопления помещений, системы охранной, пожарной и аварийной сигнализации, контроль управления доступом, видеонаблюдение, распределение видео- и аудио сигналов, включение резервных источников электропитания, контроль энергопотребления, включение/выключение дополнительных устройств [2].

Перечисленные системы делятся на востребованные (управление въездными воротами, дверьми, видеонаблюдения, яркостью освещения и многим

другим) и на редкие (настройка индивидуальных потоков теплого или холодного воздуха).

Тенденция развития данной технологии направлена на создание не только «умных домов», но и так называемых «умных городов». На стадии возведения новых жилых или офисных зданий предлагается осуществить внедрение основных элементов системы, что позволит соединить «умные дома» в единую сеть. Предполагается появление широких перспектив развития «умных домов», что приведет к сокращению расходов до минимума на содержание объектов [3].

Современные правила безопасности, предъявляемые к работе персонала в офисных зданиях и условиям обеспечения личной безопасности человека, требуют согласованное использование автоматизированных систем видеонаблюдения, управления вентиляцией и кондиционированием, контроля доступа и других жизненно важных систем. Интеллектуальное здание, где предусмотрен интегрированный подход, позволяет обеспечить не только централизованное управление, но и уменьшить затраты на обслуживание систем [4].

3. Заключение

На данный момент разработчики системы «умный дом» стремятся сделать свой продукт более доступным для различных слоев населения. Себестоимость таких систем с каждым годом уменьшается, что в перспективе позволит охватить такими системами всё большее число населения.

4. Список литературы

- [1] Егунов, В. А. Управление «умным домом» с использованием беспроводного канала связи / В. А. Егунов, Х. А. Ал-Саади // Известия Волгоградского государственного технического университета. — 2014. — Т. 20. — № 6 (133). — С. 73—75.
- [2] Автоматизация и безопасность зданий [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://knxkrasnodar.ru/oborudovanie/gira?id=116&tmpl=component2>.
- [3] Жукова, М. Л. «Умные дома»: или нужно, или всего лишь ставшее возможным / М. Л. Жукова // Смена. — 2007. — № 11. — С. 70—75.
- [4] Разумный дом MimiSmart зданий [Электронный ресурс] / Smart House. — Режим доступа: <http://www.smarthouse.ua/ua>.

TRENDS OF THE «SMART HOUSE» TECHNOLOGY DEVELOPMENT

Grybinik N.O., Funtikov M. N.

Scientific adviser: Funtikov M. N.

Donetsk National Technical University, DPR

Abstract — The specificity of the implementation of the "smart home" technology is considered; the features of the functioning of the systems created using the technology are indicated. The typical capabilities of modern systems such as "smart house" are presented. Typical subsystems, which can be centrally controlled by the «smart house» system, are considered.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ ПО ВЫЯВЛЕНИЮ, ИДЕНТИФИКАЦИИ, КЛАССИФИКАЦИИ, ОЦЕНКЕ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Сагова С. Д., Сапожникова А. В.

Научный руководитель: канд. тех. наук, доц. Сапожникова А. В.

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

E-mail: snezhana.sagova@inbox.ru

Аннотация — Рассмотрены вопросы, связанные с выявлением, идентификацией, классификацией, оценкой угроз информационной безопасности.

1. Введение

В Основных направлениях научных исследований в области обеспечения информационной безопасности Российской Федерации, утвержденных Секретарем Совета Безопасности Российской Федерации Н. П. Патрушевым 31 августа 2017 г., проблемы выявления, идентификации, классификации, оценки угроз информационной безопасности определены как общенаучные проблемы обеспечения информационной безопасности Российской Федерации.

2. Основная часть

Основной целью определения угроз безопасности информации является установление существующей возможности нарушения целостности, доступности и/или конфиденциальности, и определение того, приведет ли нарушение хотя бы одного из указанных свойств к наступлению негативных последствий для обладателя информации[1]. Оценка угроз безопасности информации проводится экспертным методом.

Перечень угроз, оценки вероятностей их реализации, а также модель нарушителя служат основой для анализа риска реализации угроз и формулирования требований к системе защиты.

Возможных угрозы безопасности классифицируются по ряду других признаков: по природе возникновения (естественные и искусственные угрозы); по степени преднамеренности проявления (угрозы, вызванные ошибками или халатностью персонала и угрозы преднамеренного действия); по непосредственному источнику угроз (природная среда, антропогенная, санкционированные, несанкционированные); по положению источника угроз (вне контролируемой зоны и в пределах контролируемой зоны); по этапам доступа пользователей (угрозы, проявляющиеся на этапе доступа к ресурсам; угрозы, проявляющиеся после разрешения доступа к ресурсам).

При идентификации угроз безопасности информации в информационной системе определяются:

- возможности и субъекты нарушителей;
- уязвимости, которые могут использоваться при реализации угроз безопасности информации;
- способы и методы реализации угроз;
- объекты информационной системы, на которые направлена угроза (объекты воздействия);
- результат и последствия от реализации угроз безопасности информации.

Идентифицированная угроза подлежит нейтрализации, если она является актуальной.

Разработанная модель угроз безопасности информации учитывает особенности информационной системы, используемые в ней программные, программно-технические, технические средства и процессы обработки информации, дает описание угроз

безопасности, которым подвержена информационная система.

Для оценки рисков информационной безопасности от реализации угроз на практике применяются количественный и качественный подходы[2].

Количественная оценка рисков применяется в ситуациях, когда исследуемые угрозы и связанные с ними риски можно сопоставить с конечными количественными значениями, выраженными в деньгах, процентах, времени, человеко-ресурсах. Метод позволяет получить конкретные значения объектов оценки риска при реализации угроз информационной безопасности.

При качественном подходе объекту оценки присваивается показатель, проранжированный по трехбалльной (низкий, средний, высокий), пятибалльной или десятибалльной шкале (0...10). Для сбора данных при качественной оценке рисков применяются опросы целевых групп, интервьюирование, анкетирование, личные встречи.

3. Заключение

Таким образом, исследованы вопросы по выявлению, идентификации, классификации и оценке угроз информационной безопасности. Проведена классификация угроз безопасности по различным критериям, определены критерии для идентификации угроз. Рассмотрены подходы к оценке рисков.

4. Список литературы

- [1] Методический документ Федеральной службы по техническому и экспертному контролю «Методика определения угроз безопасности информации в информационных системах».
- [2] Методика оценки рисков информационной безопасности [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://kontur.ru/articles/1691>.

STUDY OF PROBLEM OF DETECTION, IDENTIFICATION, CLASSIFICATION, ASSESSMENT OF THREATS OF INFORMATION SECURITY

Sagova S. D., Sapoznikova A. V.

Scientific adviser: Sapoznikova A. V.

Black Sea Higher Naval School named after P. S. Na- khimov, Russia

Abstract: — The issues related to the identification, classification, and assessment of information security threats are considered.

СИГНАЛИЗАТОР ТРЕВОГИ, СРАВНИВАЮЩИЙ ФАЗУ СИГНАЛА

Смаилов С. Ф., Поляков А. Л.

Научный руководитель: канд. техн. наук, с. н. с. Поляков А. Л.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: AL_Polykov@inbox.ru

Аннотация — Представлено устройство сигнализации, работающее на сравнении фазы пришедшего с передатчика сигнала инфракрасного излучения. Сигнализация представляет собой два блока, которые подвешиваются между балок дверного проёма.

1. Введение

Защита дома в отсутствие хозяина всегда являлась важной задачей, люди ставят замки, заводят собак. Но сейчас мы имеем развитые технологии, которые облегчают данную задачу.

Разработанная система на платформе Arduino проста, надежна и не дорогая.

2. Основная часть

Сигнализация представляет собой устройство, состоящее из двух блоков, которые подвешиваются на балки дверного проема друг на против друга.

В качестве передатчика используется инфракрасный светодиод с длиной волны 850 нм, на который подается напряжение в виде импульсов с частотой следования 15 Гц. Частота выбирается так, чтобы внешние наводки не влияли на сигнализацию, также от значения частоты зависит чувствительность самого устройства, кроме этого, частота не должна быть слишком велика, чтобы микроконтроллер успевал обрабатывать данные с датчика[1]. Структурная схема устройства изображена на рисунке 1.

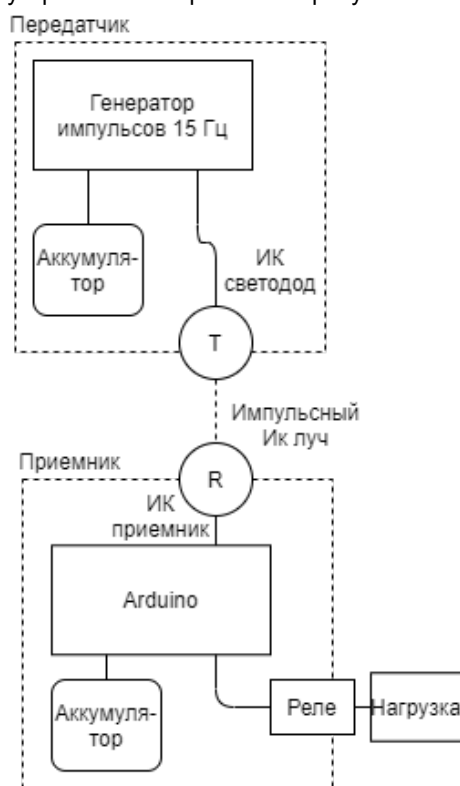


Рис. 1

В качестве принимающего устройства используется инфракрасный приёмник, расчёты производятся с помощью микроконтроллера. Для импульсного сиг-

нала с частотой повторения 65 Гц период будет составлять 66 мс, средняя скорость движения человека — 5 км/ч, что равносильно 1,5 м/с, возьмем его среднюю ширину в 15 см, получим, что время, которое точечный датчик будет «видеть» человека получается около 100 мс. Исходя из этого можно сказать, о том, что частота выбрана достаточная.

Микроконтроллером, обрабатывающим данные будет Arduino Uno (Nano), частота его работы 16 МГц, что для наших целей достаточно. С инфракрасного приемника будет считываться импульсный сигнал частотой 15 Гц. Задачей микроконтроллера является сравнение времени между максимумами полученного сигнала. В норме это значение должно составлять 66 мс, если через инфракрасный луч пройдет человек, время между двумя максимумами будет более 80 мс. В случае, если сигнал с передатчика будет загорожен чем-то, и приемник не получит сигнала, за максимум примется отсутствие сигнала. Если инфракрасный приемник будет засвечен на долгое время, время между максимумами будет менее 66 мс, на что микроконтроллер тоже среагирует.

В качестве самой сигнализации можно использовать реле, которое будет включать звуковой сигнал, или же, в схему можно добавить GSM модуль с Sim-картой, который сам вызовет полицию. Как генератор для приемника можно поставить готовый модуль-генератор AD9833[2].

Импульсный сигнал выбран не просто так. Если на светодиод подавать постоянное напряжение, то устройство-приёмник не сможет среагировать на засвет датчика.

Чтобы сигнализация не реагировала на домашних животных, можно подвесить её на высоте 1-1,5 м над землей.

3. Заключение

Таким образом, данное устройство позволяет защитить здание от несанкционированного проникновения. Время реакции устройства — менее секунды. Достоинством данного приспособления является его дешевизна и повторяемость. Также данное устройство можно переделать в часть системы «умный дом».

4. Список литературы

- [1] Карролл, Дж. Новые схемы на полупроводниковых приборах / А. А. Соколова. — Изд-во иностранной литературы, 1961. — 211 с.
- [2] Петин, В. А. Практическая энциклопедия Arduino / В. А. Петин, А. А. Биняковсткий. — М. : ДМК Пресс, 2017. — 151 с.

SIGNAL PHASE COMPARING ALARM

Smailov S. F., Polyakov A. L.

Scientific adviser: Polyakov A. L.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — An alarm device that compares the phase of an infrared signal received from a transmitter is presented. The alarm consists of two blocks that are suspended between the door frame beams.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПРОВОДНЫХ ДАТЧИКОВ В ОХРАННЫХ СИСТЕМАХ

Федоров А. С., Лукьянчиков А. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, Лукьянчиков А. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: fedorovandreysergeevich@yandex.ru, brain75@mail.ru

Аннотация — Проведен анализ работы беспроводных датчиков в системах охранной сигнализации, предложена структура такой системы с учетом недостатка использования беспроводной технологии.

1. Введение

Обеспечение безопасности социально значимых объектов является актуальной задачей. Системы электронных охранных сигнализаций являются одним из главных препятствий на пути несанкционированного проникновения на объект. Наиболее надежными являются системы с проводными датчиками — можно контролировать их целостность и обеспечивать их питанием. Но стоимость таких систем с учетом их установки является высокой. Для снижения стоимости системы и ее установки можно использовать беспроводные датчики[1]. Это позволяет осуществлять оперативное реконфигурирование системы без существенных денежных затрат поскольку не стационарная установка датчиков (а регулярная смена его положения) затрудняет несанкционированно обойти такую систему. Но слабым местом таких датчиков является беспроводной интерфейс, поэтому необходимо рассмотреть особенности использования беспроводных датчиков и предложить мероприятия по увеличению их надежности.

2. Основная часть

Чтобы определить уязвимости беспроводного датчика, необходимо проанализировать режим его работы в современных системах. Беспроводной датчик представляет собой автономный блок состоящий из датчика (PIR, геркон), элемента питания, микроконтроллерного блока задающего алгоритм работы датчика, блока радиоканала. В простейшем случае беспроводному датчику в охранной системе присваивается уникальный идентификатор, который прописывается в базовом блоке. Далее в случае срабатывания датчика он посылает по радиоканалу свой идентификатор [2] и базовый блок согласно заложенному алгоритму реагирует на это сообщение. Если злоумышленник выведет из строя этот датчик или в датчике израсходуется автономный источник питания то зона в которой установлен этот датчик окажется не защищенной. При этом базовый блок не будет проинформирован об этом. Чтобы этого избежать необходимо, чтобы беспроводной датчик регулярно посылал базовому блоку сообщение от своей активности. Также в это сообщение необходимо заложить информацию о состоянии элемента питания. Это позволит базовому блоку прогнозировать время безотказной работы датчика и заблаговременно информировать оператора о необходимости замены элемента питания. Укрупненная структурная схема охранной сигнализации изображена на рисунке 1. Датчики регулярно в отведенные тайм слоты сообщают о своем состоянии с известным интервалом времени.

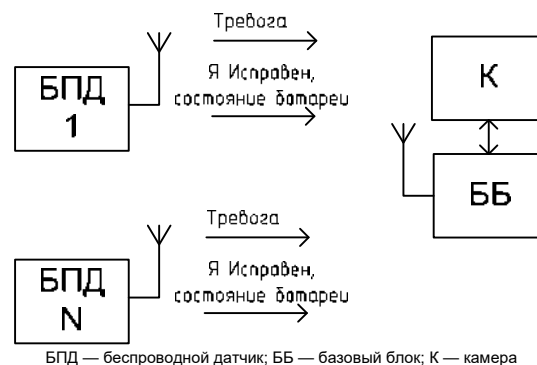


Рис. 1

В случае если в заданное время сообщение от датчика не пришло, то базовый блок может обратить на это внимание оператора путем уведомления. Если к базовому блоку подключить камеру на поворотном устройстве то в случае если датчик не прислал вовремя сообщение, базовый блок может позиционировать камеру в зону обслуживаемую датчиком и вести охрану ее путем анализа видео изображения, в предположении, что датчик не исправен. После восстановления работы датчика система возвращается в исходный режим работы

3. Заключение

Предложены меры повышающие надежность работы датчиков с беспроводным интерфейсом. За счет регулярной передачи информационного сообщения от датчика появляется возможность контролировать его исправность и прогнозировать продолжительность работы. В случае отсутствия сообщения от датчика его охранную зону может контролировать система видеонаблюдения.

4. Список литературы

- [1] Чунту, М. Р. Разработка беспроводного датчика для gsm сигнализации / М. Р. Чунту / МНТК «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций» «РТ—2019». — Севастополь : СевГУ, 2019. — С. 196.
- [2] Федоров, А. С. Анализ методов организации канала связи для промышленного интернета вещей / А.С. Федоров, А. В. Лукьянчиков // Recent Achievements and Prospects of Innovations and Technologies. — Керчь : ФГБОУ ВО «КГМУ» ; Севастополь : ФГБОУ ВО «СевГУ», 2019. — С. 209—212.

FEATURES OF WIRELESS SENSORS USING IN SECURITY SYSTEMS

Fedorov A. S., Lukyanchikov A. V.
Scientific adviser: Lukyanchikov A.V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The analysis of the operation of wireless sensors in security alarm systems is carried out; the structure of such a system is proposed, taking into account the problem of use of wireless technology.

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ РОЯ МАЛОРАЗМЕРНЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ОБЪЕКТОВ

Клещев Н. С., Кушнарев И. А., Табакаев Д. И., Кудрявченко И. В.

Научный руководитель: доц. Кудрявченко И. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: mihalich168@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены способы измерения параметров движения роя малоразмерных беспилотных объектов, а также их эффективность, преимущества и недостатки.

1. Введение

В современных реалиях время становится всё более ценным ресурсом. Трёхмерные модели пространства или объекта в пространстве помогают моделировать различные ситуации без проведения испытаний на местности, тем самым экономя время.

На данный момент перед человечеством стоит задача автоматизировать процесс получения трёхмерной модели, сохранив все её мельчайшие детали.

Проекцию можно получить многими способами, включая использование беспилотного объекта, а в случае увеличения скорости сканирования и создания проекции, речь идёт о рое таких объектов.

Однако, возникает проблема создания системы, которая управляла бы роем так, чтобы избежать возможность столкновения объектов в воздухе, а также обеспечить планомерную запись проекции.

2. Основная часть

Отслеживание положения (positional tracking) представляет собой сочетание аппаратных средств и программного обеспечения, которое позволяет определить абсолютное положение объекта в пространстве.

Совокупность методов и подходов к решению данной задачи можно поделить на несколько групп:

- акустические;
- радиочастотные;
- магнитные;
- оптические;
- инерциальные;
- гибридные.

Акустические приборы слежения используют ультразвуковые (высокочастотные) звуковые волны для измерения положения и ориентации целевого объекта. Для определения положения объекта измеряется время пролёта (time-of-arrival) звуковой волны от передатчика к приёмникам, либо разность фаз синусоидальной звуковой волны при приёмо-передаче.

Методов основанных на радиочастотах множество. Во многом по принципам определения положения они схожи с акустическими методами отслеживания (отличие лишь в природе волны). Наиболее перспективными на данный момент являются UWB (Ultra-Wide Band) методы, но даже в лучших решениях на основе UWB точность достигает только порядка сантиметров.

Магнитный трекинг основан на измерении интенсивности магнитного поля в различных направлениях. Как правило, в таких системах есть базовая станция, которая генерирует переменное или постоянное магнитное поле.

Так как сила магнитного поля уменьшается с увеличением расстояния между точкой измерения и

базовой станцией, можно определить местоположение контроллера. Если точка измерения вращается, распределение магнитного поля изменяется по различным осям, что позволяет определить ориентацию.

Современные инерциальные измерительные системы (IMU) на основе MEMS-технологии позволяют отслеживать ориентацию (roll, pitch, yaw) в пространстве с большой точностью и минимальными задержками.

Благодаря алгоритмам «sensor fusion» на основе комплементарного фильтра или фильтра Калмана данные с гироскопа и акселерометра успешно корректируют друг друга и обеспечивают точность как для кратковременных измерений, так и для длительного периода.

Так как ни один из методов не является безупречным, и все они имеют свои слабые места, наиболее разумно комбинировать различные методы отслеживания. Так инерциальный трекинг (IMU) может обеспечить высокую частоту обновления данных (до 1000 Гц), в то время как оптические методы могут дать стабильную точность в длительные периоды времени (корректирование дрейфа).

3. Заключение

Наиболее распространены радиочастотные и гибридные методы.

Однако, не стоит забывать и про остальные. На данный момент, технологии стремительно развиваются и дают продолжение ранее безуспешным проектам.

4. Список литературы

- [1] N+1 Интернет-издание; статья «Дроны научились роитья без столкновений» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://nplus1.ru/news/2020/07/29/glas-and-neural-swarm-algorithm-for-drones>.
- [2] Обзор методов и технологий отслеживания положения для виртуальной реальности [Электронный ресурс] / Хабр. Сообщество IT-специалистов. — Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/397757>.

MEASUREMENT OF MOVEMENT PARAMETERS OF A SWARM OF SMALL-SIZED UNMANNED OBJECTS

Kleshchev N. S., Kushnarev I. A., Tabakaev D. I., Kudryavchenko I. V.

Scientific adviser: Kudryavchenko I. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — Methods for measuring the movement parameters of a swarm of small-sized unmanned objects, as well as their effectiveness, advantages and disadvantages, are considered.



Секция 11

ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

К 70-ЛЕТИЮ ПРОФЕССОРА ГИМПИЛЕВИЧА ЮРИЯ БОРИСОВИЧА

Присяжнюк С. Н., Ермолов П. П.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Афонин И. Л.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: prisyazhnyuk_lana01@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен творческий и жизненный путь директора Института радиоэлектроники и информационной безопасности Севастопольского государственного университета, доктора технических наук, профессора Юрия Борисовича Гимпилевича.

по специальности «Радиотехнические и телевизионные системы». С 1 сентября 2004 г. Юрий Борисович избран заведующим кафедрой радиотехники и телекоммуникаций СевНТУ, 20 апреля 2006 г. ему присвоено ученое звание профессора.

1. Введение

Вехи творческого и жизненного пути директора Института радиоэлектроники и информационной безопасности Севастопольского государственного университета, доктора технических наук, профессора Юрия Борисовича Гимпилевича отражены в работах [1—5], наиболее полно — в публикации [6], в которой охвачен период до 2015 г. В настоящей работе делается акцент на периоде 2015—2020 гг.

2. 1950 — 1974 гг.

Родился Юрий Борисович 16 апреля 1950 г. в Ворошиловградской (Луганской) области. До 1961 г. проживал с родителями в городе Исфара Ленинабадской области (Таджикистан). В 1961 г. вся семья переехала на постоянное место жительства в Крым, где Юрий Борисович окончил среднюю школу № 10 г. Ялты с серебряной медалью. В 1967 г. поступил в Севастопольский приборостроительный институт (СПИ), который в 1972 г. окончил с отличием. По распределению был направлен в конструкторское бюро радиотехнического завода Министерства судостроительной промышленности в г. Серпухов Московской области, где трудился в должности инженера до ноября 1974 г. Продуктивная производственная деятельность, благодаря неумной энергии Юрия Борисовича, совмещалась с общественной работой. Так с 1972 по 1974 гг. он являлся заместителем председателя Серпуховского городского совета молодых ученых, членом комиссии, занимающейся вопросами развития научно-технического творчества молодежи (НТТМ) Московского областного комитета комсомола, членом бюро комитета ВЛКСМ радиозавода, председателем совета молодых специалистов радиозавода.

3. 1974 — 2006 гг.

В период с 1977 по 1979 гг. Юрий Борисович работал старшим научным сотрудником кафедры теоретических основ радиотехники СПИ, в 1979 г. был избран ассистентом, в 1980 г. — доцентом кафедры. Плодотворную учебную работу Ю. Б. Гимпилевич всегда успешно сочетал с научно — исследовательской деятельностью. Основными направлениями, определившими круг научных интересов юбиляра, стали: контроль и диагностика параметров радиотехнических систем, микроволновые измерения, разработка методов анализа сигналов и цепей.

Интенсивная научная работа (только за период с 1985 по 2003 гг. Юрий Борисович являлся ответственным исполнителем пяти хозяйственных НИР и научным руководителем трех НИР, связанных с разработкой и исследованием радиоизмерительных средств СВЧ-диапазона) завершилась успешной защитой в 2005 г. докторской диссертации в Харьковском национальном университете радиоэлектроники

4. 2006 — 2015 гг.

В этот период Ю. Б. Гимпилевич являлся членом специализированного ученого совета Д 64.052.03 в Харьковском национальном университете радиоэлектроники, членом редколлегий научных сборников: «Научные труды Академии ВМС им. П. С. Нахимова», «Вестник Сев-НТУ. Серия информатика, электроника, связь», «Радиотехника», «Техника и приборы СВЧ», руководителем и членом организационных и программных комитетов ряда международных научно-технических конференций, в том числе «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (с 1991 г.), «Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций» и др.

Кафедра радиотехники и телекоммуникаций сотрудничала с государственным предприятием «Испытательный центр “Омега”», которое специализируется на проведении функциональных испытаний, испытаний на электромагнитную совместимость, электробезопасность, устойчивость к воздействию окружающей среды, что дает возможность выполнения сертификации телекоммуникационного оборудования, радиоэлектронной и бытовой техники. На предприятии работает много выпускников кафедры, в том числе и директор центра Белинков Н. И.

В ходе многолетнего научно-технического сотрудничества кафедры РТ с НПО имени С. А. Лавочкина (г. Москва) группой сотрудников кафедры была разработана система контроля параметров бортовых СВЧ-трактов космических аппаратов типа «Венера». Следует отметить, что значение и возможности данного научного направления со временем не только не ослабевают, но и приобретают все большую актуальность, так как достаточно успешно используются в научных исследованиях иногда весьма далеких от радиотехники, резко повышая их эффективность и достоверность.

В течение этих лет кафедра РТ активно сотрудничает с конструкторским бюро промышленной группы «Таврида Электрик», которая является одним из мировых лидеров по производству коммутационной аппаратуры. Поэтому исследование, усовершенствование и испытание вакуумной коммутационной аппаратуры является важной научно-технической задачей. В рамках данного направления под руководством Ю. Б. Гимпилевича выполнены несколько научно-исследовательских работ, результатом которых явилась разработка ряда методик испытаний вакуумных выключателей, компьютерных моделей работы выключателя при различных режимах короткого замыкания трехфазной сети, принципа построения микроволнового бесконтактного измерителя параметров движения деталей коммутационных устройств, а также системы мониторинга тепловых процессов мощного электрического оборудования.

В эти годы Юрий Борисович большое внимание уделяет развитию международного сотрудничества. Налажены тесные научные и производственные контакты с компанией «MELEXIS» (Бельгия): создана учебно-исследовательская лаборатория по разработке интегральных схем, в том числе радиочастотного диапазона, сотрудники кафедры прошли стажировку в подразделениях компании в городе Эрфурт (Германия) и принимали участие в выполнении совместных проектов.

Кафедра сотрудничает с компанией LEDS (г. Торонто, Канада). Основное направление работ компании — системы радиочастотной идентификации RFID. Эти системы являются очень перспективным направлением, реализуемым на достижениях в цифровой обработке радиосигналов, микроэлектроники и микротехнологиях: практически в любой объект (от этикетки на товаре до огромного океанического контейнеровоза) встраивается сверхминиатюрный чип, что позволяет получить полную информацию об объекте. Творческий коллектив сотрудников кафедры выполнял пилотный проект в компании LEDS.

Сотрудниками кафедры выполняется ряд тем для компании «WAVES AUDIO Ltd.» (Тель-Авив, Израиль), начиная с разработки специализированного цифрового сигнального процессора. Развивается сотрудничество с научно-техническим центром «MARMARA» (Турция) по разработке микроволнового томографа для системы поиска людей под завалами, с исследовательским центром «ASTRON» (Голландия) в рамках международного проекта по модернизации больших радиотелескопов.

5. 2015 — 2020 гг.

В 2015 г. Ю. Б. Гимпилевич назначен директором Института радиоэлектроники и информационной безопасности (ИРИБ) Севастопольского государственного университета (СевГУ), реорганизованного в 2014 г. на основе Севастопольского национального технического университета. В 2016—2017 гг. исполнял обязанности проректора по научной работе и инновационной деятельности СевГУ. В состав ИРИБ вошли четыре кафедры: «Радиоэлектроника и телекоммуникации», «Информационная безопасность», «Электронная техника» и «Физика». В 2018 г. на базе кафедры «Радиоэлектроника и телекоммуникации» была организована базовая кафедра «Инновационная радиоэлектроника», также вошедшая в состав института.

92 преподавателя института (10 профессоров, 51 доцент, 18 старших преподавателей, 13 преподавателей и ассистентов) ведут подготовку бакалавров, магистров и специалистов по направлениям:

- 03.03.02 «Физика» (бакалавриат и магистратура);
- 10.03.01 «Информационная безопасность» (бакалавриат и магистратура);
- 10.05.01 «Компьютерная безопасность» (специалитет);
- 11.03.01 «Радиотехника» (бакалавриат и магистратура);
- 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (бакалавриат и магистратура);
- 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» (бакалавриат);
- 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» (бакалавриат и магистратура);
- 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» (специалитет).

6. Научные достижения, общественная деятельность, награды

Ю. Б. Гимпилевич — автор и соавтор более 250 научных работ, 22 авторских свидетельств, одного патента РФ и шести патентов Украины, трех монографий и учебного пособия с грифом Министерства образования и науки Украины.

Юрий Борисович постоянно занимается подготовкой научных кадров, осуществляя руководство докторантурой и аспирантурой по двум научным направлениям. Им подготовлены доктор технических наук Широков И. Б. и кандидаты технических наук Смаилов Ю. Я., Вертегел В. В., Савочкин Д. А. Представлена к защите работа Зебека С. Е.

В 2008 году решением ректората СевНТУ за высокие достижения в труде портрет Юрия Борисовича Гимпилевича был помещен на Доску почета г. Севастополя.

В 2019 г. Ю. Б. Гимпилевич избран председателем Профессорского собрания г. Севастополя.

7. Заключение

Плодотворная деятельность ученого и организатора науки Юрия Борисовича Гимпилевича заслуживает более детального исследования.

8. Список литературы

- [1] Троценко, В. И. О Ю. Б. Гимпилевиче / В. И. Троценко // Севастопольский национальный технический университет, 1951—2005. Очерки становления и развития. — Севастополь, 2005. — С. 120.
- [2] Кафедра радиотехники СевНТУ: научные достижения и перспективы // Вести. — 28 марта 2008.
- [3] Наши студенты зарабатывают своим умом. Беседа с Ю. Гимпилевичем // Жизнь в Севастополе. — 3 мая 2008.
- [4] К 60-летию Ю. Б. Гимпилевича // Вимірюв. та обчислюв. техніка в технолог. процесах. — Хмельницький, 2010. — № 1. — С. 177—178.
- [5] К 60-летию профессора Гимпилевича Юрия Борисовича // 20-я Междунар. крымская конф. «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии», 13—17 сент. 2010 г., Севастополь, Крым, Украина : КрыМиКо'2010. — Севастополь, 2010. — Т. 1.
- [6] Гимпилевич Юрий Борисович (к 65-летию со дня рождения) : биобиблиогр. указ. / М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО «Севастоп. гос. ун-т», Науч. б-ка ; [сост. и авт. вступ. ст. Афонин И. Л.]. — Севастополь : Вебер, 2015. — 82 с.

TO THE 70th ANNIVERSARY OF PROFESSOR GIMPILIVICH YURI BORISOVICH

Prisyazhnyuk S. N., Yermolov P. P.
Scientific adviser: Afonin I. L.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The creative and life path of the Director of the Institute of Radio Electronics and Information Security of Sevastopol State University, Doctor of Technical Sciences, Professor Yuri Borisovich Gimpilevich is considered.

К 70-ЛЕТИЮ ПАВЛА ПЕТРОВИЧА ЕРМОЛОВА

¹Лукьянченко Н. К., ^{1,2}Коломийченко В. П.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Афонин И. Л.

¹Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: nazydragnil33@gmail.com

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

Аннотация — Рассмотрен творческий и жизненный путь организатора конференций «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии», заведующего базовой кафедрой Института радиоэлектроники и информационной безопасности Севастопольского государственного университета, кандидата технических наук, доцента Павла Петровича Ермолова.

1. Введение

Павел Петрович Ермолов известен в Севастопольском государственном университете и за его пределами в первую очередь тем, что является автором проекта проведения в Севастополе конференции «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» и в течение 30 лет является бессменным руководителем Организационного комитета этой конференции.

Одной из особенностей этой конференции является издание (под редакцией Ермолова) аннотированных библиографических указателей материалов конференций за 1991—2010 гг. и 2011—2015 гг. Из этих указателей, в частности, можно судить о масштабах конференции. Так, в первый указатель включены 5282 записи 5464 авторов, которые представляли 774 университетов и предприятий 43 стран, во второй — 2729 записей 3487 авторов, которые представляли 496 университетов и предприятий 28 стран. В течение последних 5 лет (с 2015 г.) конференция поддерживается грантами Российского фонда фундаментальных исследований.

Вехи творческого и жизненного организатора конференций «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии», заведующего базовой кафедрой Института радиоэлектроники и информационной безопасности Севастопольского государственного университета, кандидата технических наук, доцента Павла Петровича Ермолова отражены в работах [1—6]. В настоящей работе проведено обобщение этих публикаций.

2. 1950—1975 гг.

П. П. Ермолов родился 28 июля 1950 г. в селе Греково-Александровка Тельмановского района Сталинской области (в настоящее время — Донецкой Народной Республики) в семье служащих, участников Великой Отечественной войны.

Мать — Резникова Мария Акимовна (1918—2007), старший лейтенант медицинской службы, после войны была направлена заведовать аптекой в Греково-Александровку.

Отец — Ермолов Петр Иванович (1907—1980), старший лейтенант административной службы, работал вместе с Марией Акимовной.

В 1967 г. окончил Греково-Александровскую среднюю школу и поступил в Таганрогский радиотехнический институт, радиотехнический факультет которого окончил в 1973 г.

В этом же году был призван на срочную военную службу, которую проходил на космодроме Байконур в должности начальника станции обработки информации радиодальномера — элемента сети измере-

ний траекторий космических аппаратов. После окончания службы присвоено воинское звание старший лейтенант.

3. 1975—1985 гг.

С 1975 по 1985 г. — в Севастопольском приборостроительном институте на должностях инженера, аспиранта, ассистента, младшего научного сотрудника. Кандидатская диссертация посвящена исследованиям элементов и узлов миллиметрового диапазона на основе микрополоскового волновода с волной Е₁₁. Работа защищена в Московском институте электронного машиностроения в 1986 г.

4. 1985—1993 гг.

В 1985 г. был приглашен в Специальное конструкторско-технологическое бюро Морского гидрофизического института АН Украины для участия в работах по созданию 12-канального спутникового радиометра сантиметрового диапазона, предназначенного для установки на космическом носителе «Океан». Ведущий конструктор по СВЧ-тракту радиометра и его калибровка, руководитель ряда НИОКР, связанных с разработкой и технологической оптимизацией СВЧ-устройств [6].

5. 1993—2007 гг.

В 1993—2002 гг. — руководитель редакционно-издательской группы издательства «Вебер». В 2002—2007 гг. — на руководящих должностях ряда предприятий телекоммуникационного профиля. В этот период исполнял обязанности председателя Государственной экзаменационной комиссии по защите выпускных квалификационных работ выпускников кафедры радиотехники и телекоммуникаций.

6. 2008—2020 гг.

В 2008—2020 гг. — старший преподаватель, доцент (кафедра «Радиоэлектроника и телекоммуникации») Севастопольского государственного университета.

С 2018 г. — заведующий базовой кафедрой «Инновационная радиоэлектроника» и член ученого совета Института радиоэлектроники и информационной безопасности СевГУ.

Стажировался на кафедре истории науки и техники Национального технического университета «Харьковский политехнический институт» (2011) и кафедре истории науки и техники Уральского федерального университета (2013).

Научные интересы П. П. Ермолова: микроволновая радиометрия, технологическая оптимизация управляющих и приемных СВЧ-устройств, исследование возможности использования микроволнового излучения для оценки мелкомасштабных изменений параметров морской воды, методология периодизации и классификации в истории инфокоммуникаций и радиотехнологий, история развития этих областей деятельности на Черноморском флоте и в Крыму и др. [6].

7. Научные достижения, общественная деятельность, награды

П. П. Ермолов — автор и соавтор более 150 научных работ, одной монографии, трех авторских свидетельств на изобретения, а также автор более 40 предисловий к редактируемым изданиям.

Кроме проекта проведения конференции КрыМиКо, П. П. Ермолов является автором еще ряда издательских проектов и инициатив [6]:

1. Проект издания научно-производственного журнала «Мультисервисные сети кабельного телевидения» (в 2001—2003 гг. вышло пять номеров журнала);

2. Неосуществленный проект издания энциклопедического словаря «СВЧ-техника и телекоммуникации» (проект был инициирован в 2003—2004 гг.);

3. Проект издания литературно-публицистического альманаха «СЕВА» (в 2007—2011 гг. вышли пять выпусков альманаха);

4. Инициатива издания словаря эпонимов в области инфокоммуникаций и радиотехнологий (с 2018 г.). Создание такого словаря должно способствовать формированию у будущих специалистов таких компетенций, как способность уважительно и бережно относиться к историческому наследию и способность осуществлять свою деятельность на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории науки и техники;

5. Продолжающийся в настоящее время проект издания научного журнала «Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии» (начат в 2018 г., к настоящему времени вышло восемь номеров журнала).

П. П. Ермолов является членом президиума Российского научно-технического общества радиотехники, электроники и связи имени А. С. Попова (РНТОРЭС), председателем Крымской региональной организации РНТОРЭС, членом Ассоциации научных редакторов и издателей. Награжден Почетной грамотой Министерства образования и науки Украины (2010) и памятной медалью «150 лет Русского технического общества» (2016). Почетный гражданин Грехово-Александровки (1994).

8. Заключение

Плодотворная деятельность организатора конференций КрыМиКо Павла Петровича Ермолова заслуживает более детального исследования.

9. Список литературы

- [1] Ермолов Павел Петрович // Таганрогский государственный радиотехнический университет : энциклопедия ТРТУ, 1952—2002 / редкол. : В. Г. Захаревич [и др.]. — Ростов : Ростиздат, 2002. — Т. 2. — С. 78.
- [2] Развитие морских наук и технологий в Морском гидрофизическом институте за 75 лет / под общ. ред. В. Н. Еремеева. — Севастополь : МГИ НАН Украины, 2004. — С. 622.
- [3] Ермолову Павлу Петровичу 60 лет // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах : зб. наук. пр. — Технол. ун-т Поділля. Хмельницький, 2010. — Вип. 1 (35). — С. 179.
- [4] Новая книга об изобретателе радио Александре Попове / В. Пестриков // Севастопольская газета. 4 марта 2010.
- [5] Первые шаги радио в России : Кронштадт. Севастополь. Гогланд / Ю. В. Кропотов // Вестник связи. — 2010. — №

7. — С. 49—50.

- [6] Ермолов Павел Петрович : К 70-летию со дня рождения : биобиблиогр. указ. / М-во науки и высшего образования Российской Федерации, Севастоп. гос. ун-т, Науч. б-ка ; сост. : Е. В. Синковская, И. Н. Макиенко; авт. вступит. ст.: Ю. Б. Гимпилевич, И. Л. Афонин. — Севастополь : СевГУ, 2020. — 63 с.

TO THE 70th ANNIVERSARY OF PAVEL PETROVICH YERMOLOV

¹Lukyanchenko N. K., ^{1,2} Kolomiychenko V. P.

Scientific adviser: Afonin I. L.

¹Sevastopol State University, Russia

²Black Sea Higher Naval School named after
P.S. Nakhimov, Sevastopol, Russia

Abstract — The creative and life path of the conference organizer “Microwave and Telecommunication Technology”, the head of the base department of the Institute of Radio Electronics and Information Security of Sevastopol State University, the candidate of technical sciences, associate professor Pavel Petrovich Yermolov is considered.

ПРИМЕНЕНИЕ РАДИОЛОКАЦИИ НА КОРАБЛЯХ ВОЕННО-МОРСКОГО ФЛОТА

Мозолевская Т. В., Палаев И. С., Палаев С. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Мозолевская Т. В.
Черноморское высшее военно-морское училище имени П.С. Нахимова,
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: spalaiev@yahoo.com

Аннотация — Представлена история открытия электромагнитных волн, их свойства; и особенности применения радиолокационных станций на кораблях ВМФ.

1. Введение

При ведении боевых действий на море важнейшая роль отводится радиотехническим (радиоэлектронным) средствам. Без них использования практически невозможно решение ни одной из боевых задач кораблями.

Среди корабельных радиоэлектронных средств особое место занимает радиолокационные станции (РЛС), которые представляют собой совокупность радиотехнической аппаратуры, предназначенной для осуществления радиолокации [1].

Поэтому исследование вопросов применения радиолокации на кораблях Военно-Морского Флота (ВМФ) имеет актуальное значение.

2. Основная часть

Целью доклада является исследование истории открытия электромагнитных волн и особенности применения радиолокационных станций на кораблях ВМФ.

Для успешного достижения поставленной цели необходимо в работе решить следующие задачи:

- рассмотреть историю открытия электромагнитных волн;
- выполнить краткий обзор и анализ радиолокационных станций на кораблях ВМФ.

Для решения первой задачи был проведён обзор научно-технической информации по истории открытия электромагнитных волн. Установлено, что английский физик-экспериментатор Майкл Фарадей ввёл понятие поля:

- вокруг покоящегося заряда возникает электростатическое поле;
- вокруг движущихся зарядов (тока) возникает магнитное поле.

В 1830 г. М. Фарадей открыл явление электромагнитной индукции — при изменении магнитного поля возникает вихревое электрическое поле.

В 1862 г. английский физик, математик Джеймс Максвелл выдвинул гипотезу — при изменении электрического поля возникает вихревое магнитное поле. Возникла гипотеза о едином электромагнитном поле.

В 1887 году немецкий физик Генрих Герц экспериментально подтвердил гипотезу Максвелла о существовании электромагнитного поля.

Электромагнитное поле — это особая форма материи, совокупность электрических и магнитных полей.

При скорости заряда, равной нулю, существует только электрическое поле. При постоянной скорости заряда возникает электромагнитное поле.

При этом электромагнитное поле распространяется в виде электромагнитных волн. Главное условие возникновения электромагнитной волны — ускоренное движение электрических зарядов.

Векторы напряжённости электрического и магнитного полей (E и B) в электромагнитной волне взаимоперпендикулярны, а вектор скорости распространения волны V перпендикулярен плоскости, в которой лежат векторы E и B (рисунок 1).

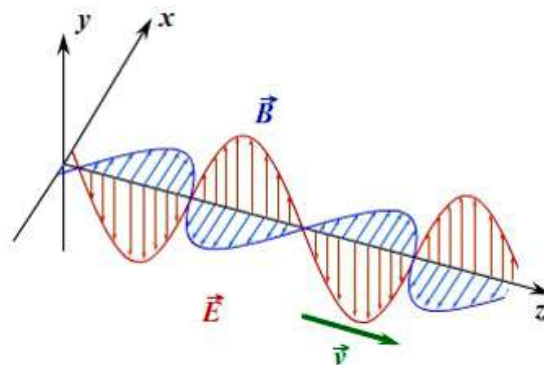


Рис. 1

В 1897 г. русский физик Попов Александр Степанович проводил испытания средств радиосвязи на кораблях Балтийского флота и сделал очень важное открытие: если между двумя кораблями проходил другой корабль, то радиосвязь временно прекращалась. Попов А.С. правильно объяснил это явление отражением электромагнитных волн проходящим кораблем. Это открытие составляет основу радиолокации.

Таким образом, радиолокация основана на следующих свойствах электромагнитных волн:

- способность отражаться от поверхности разных объектов;
- прямолинейность распространения и постоянство скорости электромагнитных волн ($3 \cdot 10^8$ м/с).

Устройства, в которых реализуется принцип радиолокации, называются радиолокационными станциями.

Радиолокационные станции излучают в пространство электромагнитные импульсы и принимают отраженные от цели сигналы. Дистанция до цели определяется следующим уравнением

$$D = \frac{c \cdot t_D}{2}$$

где D — расстояние до объекта, c — скорость распространения радиоимпульсов, t_D — время распространения кратковременных электромагнитных импульсов от антенны до цели и обратно от неё к антенне.

Кроме того, мы можем измерить не только дистанцию до цели, но и пеленг на цель. Необходимо отметить, что электромагнитные импульсы распространяются только в узкой диаграмме направленности антенны РЛС (рисунок 2).

Именно, диаграмма направленности позволяет определить пеленг на цель.

С помощью электромагнитных волн, мы можем обнаруживать не только надводные цели, но и различные воздушные цели, и также можем измерять не только дистанцию, пеленг, но и угол места целей.

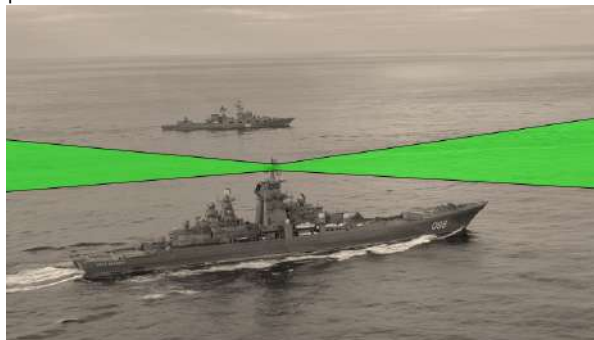


Рис. 2

При решении второй задачи установлено, что на кораблях ВМФ РЛС применяются для навигации; обнаружения воздушных и надводных целей; управления стрельбой артиллерии; опознавания обнаруженных целей; выдачи целеуказания ракетному оружию; обеспечения посадки корабельных летательных аппаратов.

Рассмотрим наиболее характерные корабельные РЛС.

Итак, навигационная РЛС (НРЛС) предназначена для обеспечения безопасности плавания, в том числе:

- опознавание отдельных ориентиров и побережья в целом;
- определение координат места цели путем измерения навигационных параметров;
- обнаружение целей, определение их элементов движения, оценка ситуации опасного сближения и выбор безопасного маневра на расхождение [2].

Характерной чертой навигационной РЛС является измерения только двух навигационных параметров — это дистанция и пеленг. Средняя дальность обнаружения надводных целей — 30 морских миль. Рабочие частоты — см диапазон.

РЛС обнаружения воздушных и надводных целей (ОВНЦ) предназначена для обнаружения воздушных (в том числе низколетящих), надводных целей в условиях интенсивной радиоэлектронного противодействия противника и выдачи радиолокационной информации.

Характерной особенностью данных РЛС является фазированная антенная решётка, кроме того расширен диапазон работы данных станций. РЛС ОВНЦ работают не только в сантиметровом, но и дециметровом диапазоне волн, и как результат увеличена дальность обнаружения целей. Средняя дальность обнаружения воздушных целей — 250 километров. При этом измеряется три координаты цели — дистанция, пеленг и угол места. Рабочие частоты — см и дм диапазоны.

РЛС управления оружием, например, стрельбой артиллерии предназначены для обнаружения воздушных, надводных и береговых целей и выдачи целеуказания артиллерийским установкам по указанным целям.

Характерной чертой данных РЛС является работа в сантиметровом диапазоне волн. При этом измеряется три координаты цели — дистанция, пе-

ленг и угол места. Средняя дальность обнаружения воздушных целей — 30 километров. Рабочие частоты — см диапазон.

В докладе в табличной форме приведены основные тактико-технические характеристики НРЛС; РЛС ОВНЦ и РЛС управления оружием.

3. Заключение

Обобщая и оценивая результаты проведённого исследования, можно сделать следующие выводы:

Открытие электромагнитных волн — замечательный пример взаимодействия теории и практики. На нём реально видно, как физика объединила, казалось бы, абсолютно разнородные свойства — электричество и магнетизм, — обнаружив в них различные стороны одного и того же физического явления — электромагнитного взаимодействия.

Краткий обзор и анализ радиолокационных станций на кораблях ВМФ демонстрирует применение радиолокационных станций на флоте для решения комплексных задач, таких как навигация; обнаружение воздушных, надводных целей и выдача целеуказания корабельному оружию.

Дальнейшие исследования необходимо направить на исследование режимов индикации относительного и истинного движения навигационной РЛС.

4. Список литературы

- [1] Демиденко, П. П. Судовые радиолокационные и радионавигационные системы : учеб. пособие / П. П. Демиденко. — Одесса : Феникс, 2009. — 372 с.
- [2] Пузачёв, А. Н. Использование технических средств для предотвращения столкновений судов [Электронный ресурс] : учеб. пособие. — 2-е изд., перераб. и доп. / А. Н. Пузачёв. — Владивосток : Морск. гос. ун-т, 2011. — 232 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/20155/#1>.

APPLICATION OF RADAR ON THE NAVY SHIPS

Mosolevskaya T. V., Palaev I. S., Palaev S. V.
Scientific adviser: Mosolevskaya T. V.
*Black Sea Higher Naval School named after
P.S. Nakhimov, Sevastopol, Russia
Sevastopol State University, Russia*

Abstract — The history of the discovery of electromagnetic waves, their properties, and features of the use of radar on the Navy ships, is presented.

ПАМЯТИ ПРОФЕССОРА СЕРГЕЯ МИХАЙЛОВИЧА СМОЛЬСКОГО (1946 — 2020)

¹Лукьянченко Н. К., ¹Афонин И. Л., ¹Ермолов П. П., ^{1,2}Коломийченко В. П.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Афонин И. Л.

¹Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: nazydragnil33@gmail.com

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

Аннотация — Рассмотрен творческий и жизненный путь доктора технических наук, профессора Национального исследовательского университета «Московский энергетический институт» Сергея Михайловича Смольского.

Сергей Михайлович уже в студенческие годы стал серьезно заниматься наукой, совмещая обучение и работу на кафедре радиопередающих устройств в должности инженера и младшего научного сотрудника. Уже его студенческие работы были высоко оценены: работа, выполненная на 4 курсе, награждена золотой медалью Всесоюзного конкурса лучших студенческих работ. Обучаясь в аспирантуре, он отдавал много сил общественной работе, что было заслуженно отмечено стипендией имени В. И. Ленина.

В 1974 году была успешно защищена кандидатская диссертация, после чего Сергей Михайлович начал совмещать научную деятельность с преподавательской. С. М. Смольский успешно продолжает научные исследования в области теории нелинейных колебаний, теории автоколебательных систем, систем ближней радиолокации, устройств формирования радиосигналов с прецизионными свойствами, устройств передачи и обработки информации. Им сформулирована и решена новая актуальная научно-техническая проблема исследования новых структур, технических характеристик и предельных возможностей систем ближней радиолокации, выполненных на основе управляемых автоколебательных систем, защищенная им как докторская диссертация в 1990 г., им подготовлено свыше 30 научно-технических отчетов по хозяйственным и госбюджетным НИР.

Его научная и организационная деятельность позволила стать заместителем проректора по научной работе МЭИ в 1987 г., а уже в 1994 г. получает ученое звание профессора, в 1995 году избирается заведующим кафедрой радиоприемных устройств. При этом Сергей Михайлович уделяет большое внимание работе со студентами, привлекая их на собственном примере к активным научным поискам: он организует школы-конференции по радиотехнике и электронике, Всесоюзные школы-совещания молодых ученых по стабилизации частоты и прецизионной радиотехнике, по автоколебательным и автодинным системам. Являлся научным руководителем и консультантом девяти аспирантов и двух докторантов, успешно защитивших диссертации. Свободное знание английского языка позволило не только занимать ответственный пост проректора МЭИ по международным связям (с 1990 по 2000 гг.), но и читать лекции в зарубежных университетах (Голландия, Мексика, Колумбия, Аргентина, Иран, Индия, ЮАР), он опубликовал в печати

более 300 научных статей, более двадцати монографий и учебных пособий, включая девять научных монографий на английском языке, изданных в США, Великобритании, Германии и Китае.

Сергей Михайлович являлся Почетным доктором Университета Сан-Хуан (Аргентина с 1997 года) и «Каджеш-Насер-Тузи университета» (Исламская Республика Иран с 1995 года), членом Международного Института электро- и радиоинженеров (IEEE) по секциям Образование, Обработка сигналов, Теория цепей, действительным членом Международной академии информатизации, Международной академии наук высшей школы, Международной электро-технической академии.

По итогам многолетних научных и практических исследований, большую международную деятельность Сергей Михайлович награжден почетным знаком «Отличник Министерства машиностроения СССР», почетной медалью имени С. М. Рязанского Академии космонавтики, значком «Почетный радист», Золотой медалью А. С. Попова ВНТОРЭС, орденом Рыцарского Креста «За заслуги перед Польшей». В 2007 году распоряжением Президента России ему присвоено почетное звание «Заслуженный работник высшей школы», в 2010 году он получил статус Заслуженного профессора МЭИ.

С. М. Смольский был человеком энциклопедического ума. Общение с Сергеем Михайловичем всегда расширяло кругозор, заставляло посмотреть на проблему с разных сторон.

В последнее время Сергей Михайлович являлся профессором кафедры ФОРС МЭИ, заместителем директора ИРЭ МЭИ по международным вопросам, координатором международных образовательных программ МЭИ. Он был активно включен в жизнь МЭИ, поднимая его имидж на международном уровне, ежегодно публикуя книги на английском языке.

Сергей Михайлович скончался в Москве 29 апреля 2020 г. на 75-м году жизни.

IN MEMORY OF PROFESSOR SERGEY MIKHAILOVICH SMOLSKY (1946 – 2020)

¹Lukyanenko N. K., ¹Afonin I. L.,

¹Yermolov P. P., ^{1,2}Kolomiychenko V. P.

Scientific adviser: Afonin I. L.

¹Sevastopol State University, Russia

²Black Sea Higher Naval School named after P. S. Nakhimov, Sevastopol, Russia

Abstract — The creative and life path of Doctor of Technical Sciences, Professor of the National Research University "Moscow Power Engineering Institute" Sergei Mikhailovich Smolsky is considered.

808-Й ОТДЕЛЬНЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УЗЕЛ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ. ИСТОРИЯ ДЛИННОЮ В ПОЛВЕКА

Дидус В. Т., Смаилов С. Ф., Корченков В. М., Поляков А. Л.
Научный руководитель: канд. техн. наук, с. н. с Поляков А. Л.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: lerokstar@mail.ru

Аннотация — Статья посвящена истории создания и применения 808-го отдельного радиотехнического узла предупреждения в г. Севастополе, основным боевым средством которого была надгоризонтная радиолокационная станция 5Н86 «Днепр». Приводятся факты и фотоматериалы, которые являются эксклюзивными и ранее не публиковались в массовых изданиях.

1. Введение

808-й узел предупреждения о ракетном нападении, на вооружении которого состояла радиолокационная станция 5Н86 «Днепр» с момента своего формирования входил в состав 3-й отдельной армии предупреждения о ракетном нападении (особого назначения).

История узла длилась без малого 50 лет.

2. Основная часть

С целью укрепления противоракетной защиты государства, 21 октября 1968 года решением Главного Штаба Войск ПВО Советского Союза была создана группа по строительству объекта, предназначенного для выявления баллистических ракет на Юго-Западном направлении. К концу 1971 года была окончательно сформирована войсковая часть 03864. Основным средством вооружения войсковой части стала надгоризонтная РЛС 5Н86 «Днепр» (Рис.1).



Рис. 1

В июле 1974 года личный состав части получил первую благодарность от командующего войсками РКО за обеспечение стыковки космических кораблей «Союз - Аполлон».

10 сентября 1976 года от имени Президиума Верховного Совета СССР и Военного Совета Войск ПВО Советского Союза командующий войсками РКО генерал-полковник Вотинцев Юрий Всеволодович в торжественной обстановке вручил части Боевое Знамя «808 отдельного радиотехнического узла предупреждения». С этого момента личный состав части принял эстафету боевых традиций Войск ПВО на священной севастопольской земле. В 9:00 15 декабря 1976 года личному составу части доведен первый боевой приказ о несении на боевое дежурства. Во время войны в Персидском заливе именно Севастопольская РЛС первой обнаружила пуски БР «Скад». Кроме этого, был обнаружен пуск БР «Иерихон» на испытаниях в Израиле.

Не смотря на то, что РЛС вступила в строй и начала выполнять задачи по предназначению еще продолжались работы по благоустройству жилого городка 456. В среде военнослужащих и гражданского персонала царил настоящий энтузиазм. Это

был поистине единый порыв большого дружного коллектива. Кроме трудолюбия и энтузиазма, все делалось с большой любовью. В результате на пустынном берегу мыса Херсонес появился настоящий зеленый оазис. Деревья и кустарники привозились из Никитского ботанического сада. Крымские сосны, ланкоранская акация, ливанские кедры, пробковое дерево стали зеленым украшением на пустынном мысу.

Значительной страницей летописи 808-го узла стал 1988 год. В этом году по результатам боевой работы узел был признан лучшим в войсках ПВО и награжден вымпелом Министра обороны СССР «За мужество и воинскую доблесть». Переходящее знамя Военного Совета 3 отдельной армии СГПН было навечно передано узлу (Рис.2).



Рис. 2

3. Заключение

Полувековой исторический путь РЛС «Днепр» в городе Севастополе окончательно завершился в 2020 г. после ее демонтажа. Но не завершена история узла. И скорее всего в недалеком будущем в строй станет новая РЛС и боевой путь 808-го узла будет продолжен.

808 SEPARATE RADIO WARNING UNIT. THE HALF OF CENTURY HISTORY

Didus V. T., Smailov S. F., Korchenov V. M.,
Polyakov A. L.

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

Abstract — The article is devoted to the history of the creation and use of the 808th separate radio warning node in Sevastopol, the main combat means of which was the over-the-horizon radar station "Dnepr" (5N86). Facts and photographs that are exclusive and have not previously been published in mass media are provided.

КАФЕДРА «РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ» ПОБЕДИТЕЛЬ КОНКУРСА НА ЛУЧШИЙ ПРОЕКТ ГИМНА УНИВЕРСИТЕТА

Поляков А. Л., Дидус В. Т., Афонин И. Л.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Афонин И. Л.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: lerokstar@mail.ru

Аннотация — В работе освещается история создания Гимна ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет» (СевГУ). От первых лиц говорится о том, как готовился проект гимна, кто принимал самое непосредственное участие в его создании.

1. Введение

17 мая 2018 приказом Ректора Севастопольского государственного университета № 838-р было утверждено Положение о проведении открытого творческого конкурса на лучший проект гимна ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет» № 02-08/376. 24 мая 2018 было анонсировано начало конкурса.

Основными целями конкурса были:

— создание условий для формирования единого сообщества обучающихся, выпускников, преподавателей и работников университета;

— усиление процессов идентификации университета в образовательном и научном пространстве России;

— трансляция ценностей гражданской активности среди широкой массы студенческой молодежи через создание в результате конкурса аудио и видео произведения.

Основной задачей конкурса было:

«...создание музыкального произведения (Гимна) и видеоролика к нему отражающего миссию и роль Севастопольского университета в истории, настоящем и будущем Севастополя и России». Дальнейшее повествование будет вестись от первых лиц.

2. Основная часть

Основным инициатором участия в конкурсе выступил заведующий кафедрой доктор технических наук, профессор Афонин И. Л. Вначале его инициатива мною была воспринята весьма скептически: мы технари, а не композиторы! Но это был бы уже не Афонин И. Л., если бы не смог убедить в обратном. В итоге я согласился попытать свои силы на этом поприще. Так появились первые строки:

*На нашем тернистом пути просвещения,
Как символ великих научных побед.
Со светлого дня своего зарождения,
Надежно стоит наш университет!
Облик твой величавый и царственный,
Излучает учения свет!
Севастопольский государственный,
Наша гордость — университет!*

После того как был написан весь текст, в голове родилась мелодия. Имея самое примитивное представления о нотной грамоте и домашнее пианино я записал ноты основной темы. Назвать это музыкальной партией было нельзя. Требовалась помощь профессионала. Таким профессионалом стала дочь моего товарища Дидус Т. С. Валерия. Она к тому времени блестяще закончила музыкальную школу по классу фортепиано. Далее рассказывает Дидус В. Т.:

— Моему папе позвонил Александр Леонидович и попросил, чтобы я помогла в написании фортепианной партии для проекта гимна. Имея под рукой те ноты, которые написал Александр Леонидо-

вич и попросив его напеть основную тему. Мне не составило особого труда написать партитуру для фортепиано. Дальнейшая работа над проектом в основном шла уже без моего участия. Но я очень горжусь тем, что смогла помочь в этом важном, на мой взгляд деле.

Я был очень благодарен Валерии за оказанную помощь. Таким образом появилась первая фортепианная партитура (фрагмент на рис.1). На сегодняшний день Валерия уже является студенткой направления Радиотехника кафедры «Радиоэлектроника и телекоммуникации» СевГУ.



Рис. 1

Но для того, чтобы представить проект гимна на рассмотрение конкурсной комиссии, этого еще было мало. Необходимо было выполнить все критерии, предусмотренные Положением. Было много обсуждений, в ходе которых вносились определенные правки и коррекции. К сожалению, фото- и видеосъемкой этой работы никто не занимался. За исключением одного фото в самом начале, когда появился первый вариант и был представлен заведующему кафедрой. Это можно считать стартом активной и коллективной работы над «шлифовкой» проекта гимна. Фото появилось опять же с легкой руки Афонина И. Л. (рис. 2).



Рис. 2

Следует заметить, что первоначальный вариант гимна содержал пять куплетов и припев. В дальнейшем в ходе обсуждений было принято решение, что основная тема стихов в полной мере раскрывается в трех куплетах и припеве. На этом и остановились.

Затем были первые аранжировки. Их тоже делали не совсем профессионалы, но люди имеющие музыкальное образование: Дидус Т. С. — инженер кафедры РТ и Начаров Д. В. — доцент кафедры «Электронная техника». И эту работу нам удалось осилить. Хотя не все получалось и не все нравилось.

Следующим этапом работы над проектом гимна стала студийная запись. Афониным И. Л. были изысканы соответствующие средства для решения этого вопроса. Исполнителем же был я. Помогали ребята со студии звукозаписи, с которыми договорился наш студент Бутенко Евгений. Студия находилась в подвальном помещении бывшего ресторана «Китай город». Скажу сразу, что не все получилось с первой попытки, так как исполнитель я не профессиональный. Но в итоге сформировался приемлемый вариант, который уже не стыдно было подавать на конкурс.

Всего на конкурс поступило семь проектов гимна СевГУ от различных авторов. Все они были на мой взгляд по-своему хороши, как музыкальные произведения. Решение оставалось за конкурсной комиссией. В ходе работы конкурсная комиссия учитывала и общественное мнение, и мнение профессионалов, а главное выполнение всех критериев, предъявляемых к такого рода произведениям. Конкурсная комиссия утвердила наш проект как наиболее удовлетворяющий требованиям и предложила его рассмотреть редакционной комиссии в составе Афонина И. Л., Неграша В. Г., Баранова А. Г., Белинского А. Ф., Начарова Д. В. Проект гимна был направлен на рецензию в Российскую академию изящной словесности (РАИС). В мае 2019 года была получена положительная рецензия. Полный текст письма РАИС приводится ниже (рис. 3). Это дало возможность конкурсной комиссии принять окончательное решение о победителе открытого конкурса на лучший проект гимна университета.

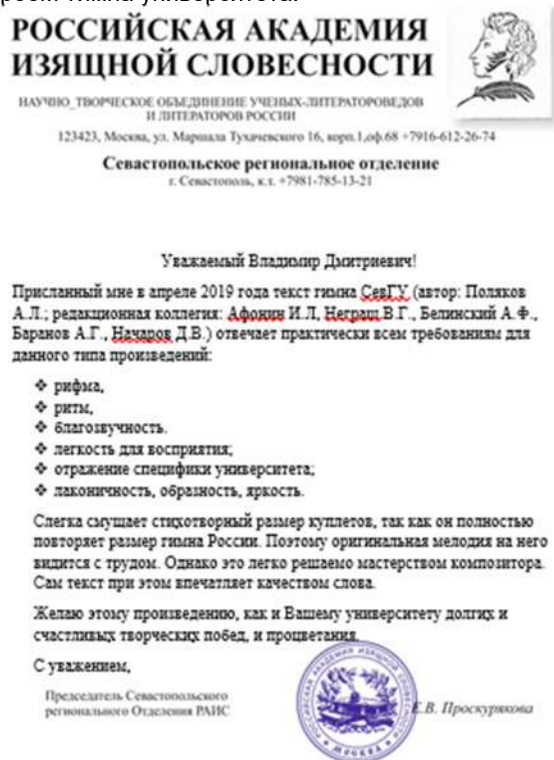


Рис. 3

Все участники подготовки проекта, а именно, Афонин И. Л., Поляков А. Л., Дидус Т. С., Дидус В. Т., Начаров Д. В. отмечены дипломами победителей конкурса (рис. 4). Безусловно все права на использование Гимна нами были переданы университету.

А впервые Гимн прозвучал со сцены русского драматического театра им. Луначарского 5 июля 2019 года на торжественной церемонии чествования выпускников - краснодишмников. Исполнили его я — доцент кафедры «Радиоэлектроника и те-

лекоммуникации» Поляков А. Л. и обучающиеся университета.



Рис. 4

3. Заключение

Сотрудники и студенты нашей кафедры постоянно принимают участие в различных инженерных конкурсах, технических проектах, выставках и т. д. и т. п. Победа в конкурсе на лучший проект Гимна университета — убедительное подтверждение того, что нам многое по плечу. Главное верить в свои силы, и силу дружного коллектива.

Гимн СевГУ — еще одно существенное достижение кафедры «Радиоэлектроника и телекоммуникации» и вполне соответствует духу нашего девиза: «Силу духа и мощь единства направляем в будущее!».

DEPARTMENT "RADIO ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS", WINNER OF THE COMPETITION FOR THE BEST PROJECT OF THE UNIVERSITY ANTHEM

Polyakov A. L., Didus V. T.

Scientific adviser: Afonin I.L.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the article, the history of the creation of the Anthem of the Sevastopol State University, to which the Department of Radio Electronics and Telecommunications is most directly related, is covered.



ШКОЛА ЮНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

В рамках конференции «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций «РТ-2019» 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-2019».

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МОДЕЛЕЙ БУМАЖНЫХ САМОЛЕТОВ

Тарасенко Е. С., Воротынцева Е. Е.
 Научный руководитель: Воротынцева Е. Е.
 ГБОУ «Билингвальная гимназия №2»
 г. Севастополь, Россия
 E-mail: sweet_chocolate999@mail.ru

«Кто изведет непостижимое
 страстное самозабвение полета,
 тот заново перечитал историю человечества»
 Антуан де Сент-Экзюпери «Планета людей»

Abstract — The factors that affect the flight of a paper airplane, as well as theoretically and experimentally identified the best flight characteristics of a paper airplane, are examined in the study.

1. Введение

Изготовление различных моделей бумажных самолетов дает возможность для исследования дальности и скорости полета, для выявления способностей образцов длительно оставаться в воздухе. В исследовании изучены факторы, влияющие на полет бумажного самолета, а также теоретическим и опытным путем выявлены лучшие летные характеристики бумажного самолета.

2. Основная часть

В полете на самолет влияют четыре главные силы, показанные на рис.1: сила тяжести, подъемная сила, сила, заданная при запуске и сила сопротивления воздуха (лобовое сопротивление).



Рис. 1

Подъемная сила — направленная вверх сила, возникающая при движении самолета в воздушной среде. Обычно тяга — сила, возникающая при работе двигателя самолета. Движение бумажного самолета обеспечивает лишь сила броска, и подъемная сила возникает из-за разности давлений: давление воздуха на крыло сверху, согласно уравнению Бернулли, оказывается меньше, чем давление снизу, так как воздух движется быстрее над крылом. Кроме крыла, подъемная сила создается при помощи других составляющих, а именно хвостового горизонтального оперения, направления ветра, зависимости плотности воздуха от температуры. Проведены расчеты и испытания пяти моделей самолетов (рис.2).



Рис. 2

3. Заключение

Расчеты дальности, времени, средней скорости полета проводились с учетом площади всех элементов, характеристик материалов, метеоусловий в момент испытаний и подтверждены результатами экспериментального исследования.

ТЕМПЕРАТУРНАЯ КОРРЕКЦИЯ СОКОДВИЖЕНИЯ ПЛОДОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ

Тимохин Д. А., Буджурова И. М.
 Научный руководитель: Буджурова И. М.
 «Школа — лицей» № 3, МАН «Искатель»
 г. Симферополь, Россия
 E-mail: sfish04@bk.ru

Abstract — The reason for the beginning of SAP flow in fruit trees was studied, and the design of a device for delaying SAP flow during the spring thaw was developed.

1. Введение

Богатством Крыма является его климат, для которого характерно обилие солнца, тепла и света. Зима в Крыму теплая, а вот весна достаточно обманчива. В работе рассмотрен вопрос минимизации влияния климатических особенностей на плодовые деревья.

2. Основная часть

Метеорологические исследования по проекту проводились как в г. Симферополе, так и в Симферопольском районе, учтены солнечная инсоляция, атмосферная циркуляция, физико-географические особенности местности и характеристики экосистем.

Предложена идея замедления процесса сокодвижения плодовых деревьев охлаждением во время ранневесенних оттепелей. Проведен эксперимент, подтверждающий эффективность идеи на примере абрикосов.

Затем был разработан макет конструкции охладителя для плодовых деревьев (рис.1 а,б).

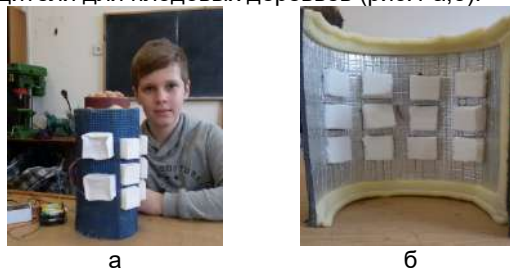


Рис. 1

Макет включает восемь охлаждающих элементов Пельтье, два цифровых термоконтроллера. Конструкция содержит армированную сетку для жесткости конструкции, утеплитель с фольгой, поролоновый утеплитель для окон, который обеспечивает герметичность конструкции, чтобы холодный воздух не выходил наружу, и для минимизации влияния внешних условий на температуру внутри конструкции.

3. Заключение

В ходе работы была не только доказана эффективность применения опытной разработки, но и намечены перспективы развития проекта: планируется усовершенствовать конструкцию и параметры тестовой модели (удешевить в массовом производстве, применить для разных деревьев) и разработать программу управления системой с учетом прогноза погоды для включения в автономном режиме.

РОБОТ — СОБАКА «КУСАКА 2019»

Быков Д. В., Лебёдкина А. В.
Научный руководитель: Лебёдкина А. В.
МАН «Искатель» г. Симферополь, Россия
E-mail: yulyushechka@yandex.ru

Abstract — Since ancient times, people have wanted to create mechanisms that could perform heavy and harmful work in their place. The goal of this work was to create a home robot dog.

1. Введение

Люди с древних времен хотели создать механизмы, которые могли бы выполнять вместо них тяжелую и вредную работу. Современные роботы делятся на две категории: рабочие и домашние. Первые автоматы — прообразы роботов созданы французским ученым Жаком де Вилансоном в 1738 году. Современная робототехника основана на компьютерных технологиях. Целью работы стало создание домашнего робота-собаки.

2. Основная часть

Представленный робот (рис.1) состоит из множества шестерёнок, балок, осей, штифтов, нескольких сервомоторов, ультразвукового датчика и двух датчиков касания. Моя собака с острыми зубами и большими глазами умеет следовать за человеком, при этом она может укусить (чужого) и лает. Она передвигается с помощью гусениц. Ультразвуковой датчик нужен, чтобы собака могла реагировать на приближение, «видеть» кого-либо.

Для достижения поставленной цели — создания домашнего робота — я изучил принцип разработки моделей с помощью конструктора Mindstorms EV3 и среду его программирования. Важнейшими элементами конструктора являются микрокомпьютер (микропроцессор) EV3, сервомотор и датчики. Программное обеспечение Mindstorms EV3 основано на LabVIEW, графическом языке программирования, которым пользуются ученые и инженеры по всему миру.



Рис. 1

3. Заключение

Я очень рад, что у меня получилось собрать и запрограммировать робота-собаку, процесс был очень интересный и увлекательный, кроме того, я узнал много нового. Работа над роботом еще не закончена, в планах — расширить его функции.

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ «ЛЮБИМЫЙ ГОРОД СЕВАСТОПОЛЬ»

Беляева Э. Э., Сердюк М. Б.
Научный руководитель Сердюк М. Б.
«Гимназия №1 им. И. В. Курчатова»
г. Симферополь, Россия
E-mail: max.serduk@yandex.ru

Abstract — The author created his own mobile app for completing interesting historical tasks for the city of Sevastopol.

1. Введение

С точки зрения мировой истории, город Севастополь является наиболее интересным городом Крыма. Город русской военной славы известен героическими оборонами и другими значимыми событиями, оставившими свой след в его архитектуре, памятниках, а также характере местных жителей. Любому севастополю искренне любит и почитает свой город. Но так ли хорошо он знает историю своего города — вот тут возникает вопрос. Ответ — моя идея создать свое мобильное приложение для прохождения интересных заданий, привязанных к определенным историческим местам, в увлекательной форме живого квеста.

2. Основная часть

Мобильное приложение собрано с использованием фреймворка Corona SDK производства компании Coronalabs Inc. Движок является бесплатным, и основная его специализация — создание 2D-игр и простых мобильных приложений без использования трехмерности и сложных эффектов. В качестве основного языка программирования был использован язык Lua. Графика проекта обработана в программном комплексе Adobe Creative Suite, но в основе лежала работа в Adobe Photoshop (рис.1 а,б,в).



Рис. 1

Запланировано три маршрута, квесты и описания объектов становятся доступны только в тот момент, когда пользователь находится непосредственно в нужной точке. Для выкладки приложения были использованы аккаунты в AppStore и Google Play.

3. Заключение

В процессе прототипирования выяснилось, что мой изначальный концепт оказался слишком сложным для восприятия. Первыми моими рецензентами и фокус-группой были мама и папа, а далее в экспертной оценке приложения мне помогала группа друзей, опробовавшие его вживую, их отзывы помогли мне добиться наглядности и простоты приложения.

МОДУЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Беляев Л. С., Фирсов М. А., Малов М. Д.,
Кавка С. П.

Научный руководитель: Кавка С. П.
Школа робототехники и программирования
«Роботёнок» г. Симферополь, Россия
E-mail: malov_2005@mail.ru

Abstract — The structure of a modular fire extinguishing system for large industrial facilities and a prototype of a robotic fire extinguishing system implemented on the Lego Mindstorms platform have been developed.

1. Введение

Пожары на промышленных объектах требуют особого внимания, т. к. влекут за собой большие материальные и человеческие потери. Целью проекта является разработка модульной автоматической робототехнической системы пожаротушения для крупных объектов повышенной надежности и скорости срабатывания, обеспечение полной автономности, позволяющей минимизировать риск человеческих потерь и фактора человеческой ошибки.

2. Основная часть

Проанализированы требования по выбору принципа работы системы пожаротушения для завода по производству и переработке пластика, а также для data-центра — подходит порошковая система пожаротушения ввиду наличия рабочего персонала, а также в целях минимизации ущерба для электрического оборудования. Разработана структура установки. Выбран тип датчика — тепловизор, который с периодичностью в 30 секунд передает информацию в виде тепловой карты в пульт пожарной сигнализации. В случае пожара включается система оповещения персонала и службы МЧС, и происходит выброс активного вещества в конкретно в зону воспламенения. Для наглядности и проверки эффективности системы разработан прототип автоматической системы пожаротушения на платформе Lego Mindstorms (рис. 1).

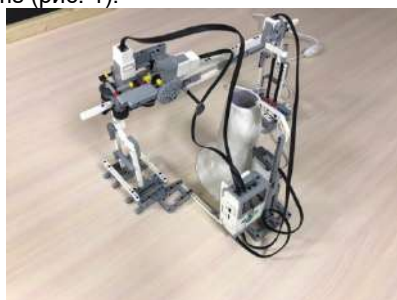


Рис. 1

3. Заключение

Разработанная система пожаротушения отличается мобильностью и высокой скоростью обнаружения и ликвидации пожара, за время тестирования (30 запусков) показала высокую эффективность, ложных срабатываний не обнаружено.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УЧЕТА ДОСТУПА ДЛЯ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ (ЭЛЕКТРОННАЯ ПРОХОДНАЯ)

Василенко Е. Д., Стрый В. В.
Научный руководитель: Стрый В. В.
ГБОУ ДО РК «МАН «Искатель»,
МБОУ «Школа-лицей № 2» г. Армянск, Россия
E-mail: cdut@educrimea.ru

Abstract — The software for an inexpensive access control device that ensures the safety of students at school has developed.

1. Введение

Современная школа помимо организации учебного процесса должна обеспечивать безопасность учащихся в школе, строго контролировать дисциплину и оперативно информировать родителей о возникающих проблемах.

Цель проекта — разработка программного обеспечения для недорогого устройства контроля доступа, работающего автономно без компьютера и имеющего незначительную потребляемую мощность.

2. Основная часть

Основа макета — микроконтроллер Arduino Nano и считыватель RFID карт 13,56 MHz RC522. Для хранения информации о правах доступа, а в дальнейшем и фотографий учеников и сотрудников используется SD карта. Для настройки прав доступа используется персональный компьютер, подключаемый к микроконтроллеру по USB или с помощью кардридера для SD карты. Для временной регистрации дополнительных карт без занесения фотографий и другой информации может использоваться также мастер-карта, зарегистрированная в системе.

В роли пропуска могут использоваться любые RFID метки на 13,56 MHz в виде карт, брелков, браслетов. Радиоиентификация RFID (Radio Frequency Identification) происходит при обмене данными по протоколу Mifare 1K.

Структурная схема электронной проходной представлена на рис.1.

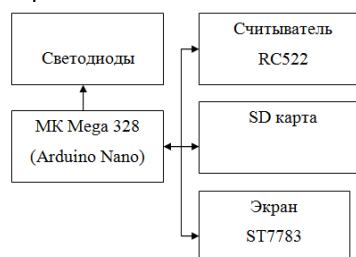


Рис. 1

Программа разработана на языке C++ для Arduino.

3. Заключение

Разработанная электронная проходная имеет минимальную стоимость. В роли пропусков можно использовать как специально приобретённые, так и уже имеющиеся RFID устройства — метки.

Научное издание

«Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций»

Сборник научных трудов

№ 3

2020

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,
М. О. Ткаченко,
Д. А. Файден,
А. В. Лызлов,
М. А. Дурманов,
Е. А. Редькина,
А. А. Савочкин,
Ю. Н. Тыщук.

Формат 89×124М/16. Усл. печ. листов 29,89.

Тираж 190 шт. Зак. № 17.

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.