

ISSN 2658-6347

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

№ 1
2018

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Издается с октября 2018 года

Выходит 1 раз в год

Москва-Севастополь 2018

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. 14-й междунар. молодежной науч.-техн. конф., Севастополь, 22 — 26 октября 2018 г. / Севастоп. гос. ун-т; под ред. Ю. Б. Гимпилевича. — Москва-Севастополь: Изд-ва: РНТОРЭС им. А.С. Попова, СевГУ, 2018. — 266 с.

Сборник содержит материалы 14-й международной молодежной научно-технической конференции «*Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, РТ-2018*», посвященные теоретическим и практическим вопросам современных радиоэлектроники и телекоммуникаций.

Все материалы сборника проходят рецензирование.

Конференция РТ-2018 проводится при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-37-10023)

ISSN 2658-6347

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Сопредседатели оргкомитета:

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

Заместители сопредседателей оргкомитета:

- Нечаев Е. Е.,** профессор Московского государственного технического университета гражданской авиации, г. Москва;
- Кураев А. А.,** профессор, заведующий кафедрой Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, г. Минск;
- Кудрявченко И. В.,** доцент Севастопольского государственного университета, г. Севастополь.

Члены организационного комитета:

- Абрамов И. И.,** профессор Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, г. Минск;
- Афонин И. Л.,** профессор, заведующий кафедрой Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;
- Безгин А. А.,** научный сотрудник НИЛ «Морские наблюдательные системы» Севастопольского государственного университета, аспирант Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;
- Гордеев Г. Г.,** директор филиала ФГУП РТРС «Радиотелевизионный передающий центр Республики Крым», г. Симферополь;
- Громоздин В. В.,** канд. техн. наук, заместитель директора Севастопольского «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 кафедрой Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;
- Иванов В. Э.,** профессор 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 государственного лесотехнического университета, 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;
- Романенко Д. Г.,** директор ООО «Научно-промышленное предприятие «Мист», 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;
Смольский С. М.,	профессор Национального исследовательского университета «МЭИ», г. Москва;
Ткачук В. Н.,	заместитель директора по техническим вопросам ГУП С «Севастополь Телеком», г. Севастополь;
Трушкин А. Н.,	доцент Севастопольского государственного университета, г. Севастополь;
Юрцев О. А.,	профессор Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, г. Минск.

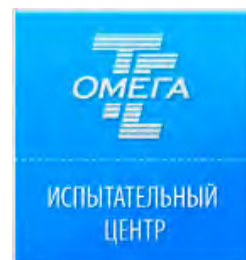
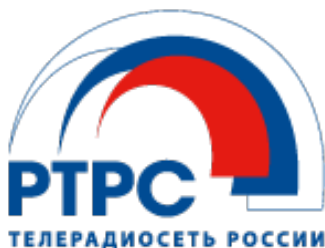
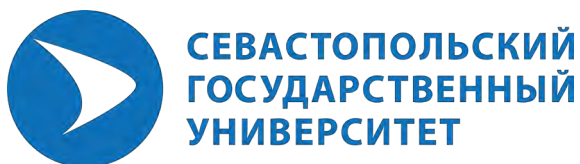
ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

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 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;
Проценко М. Б.,	профессор, директор Севастопольского «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, 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;
- Филиал Федерального государственного унитарного предприятия РТРС «Радиотелевизионный передающий центр Республики Крым», г. Симферополь;
- Севастопольский «Испытательный центр «ОМЕГА» — филиал ФГУП НИИР, г. Севастополь
- ООО «Уранис», г. Севастополь;
- ООО «Таркус», г. Ростов-на-Дону;
- МИП «Инжиниринговый центр СевГУ», г. Севастополь;
- Российский фонд фундаментальных исследований, г. Москва;
- Крымский научно-технологический центр им. проф. А. С. Попова, г. Севастополь.

**Мероприятие проводится при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований.
Проект № 18-37-10023**

СОДЕРЖАНИЕ

Алфавитный список авторов	16
---------------------------------	----

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Мотыжев С. В., Толстошеев А. П., Лунев Е. Г., Безгин А. А. Опыт применения спутниковых систем связи для телекоммуникационной поддержки глобальной наблюдательной сети	22
Прудюс Е. С., Бойко В. Г. Реализация проекта «Умные остановки» в г. Севастополе	24

СЕКЦИЯ 1

РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ, СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА

Кизимов А. Т., Гузанова А. Е., Смирнова Н. А. Задача наведения беспилотного летательного аппарата на взлётно-посадочную полосу с использованием радиолокационных измерений	30
Лукьянчиков А. В., Тюнин В. И., Голованов Н. А. Разработка универсального бортового компьютера для автомобиля	31
Янушкевич В. Ф., Заяц Е. Ю. Затухание радиоимпульсных сигналов в среде над углеводородами	32
Гейстер С. Р., Нгуен Т. Т. Некоторые особенности алгоритма построения изображения корпуса летательного аппарата	33
Мотыжев С. В., Безгин А. А., Лунев Е. Г., Юркевич Н. Ю. Спутниковые радиомаяки ARGOS как инструмент мониторинга ледовой обстановки	34
Воликов М. С., Дыкман В. З., Лунев Е. Г., Толстошеев А. П. Ледовая метеостанция с передачей данных через IRIDIUM	35
Кравченко И. В., Кузьмин А. А., Вертегел В. В. Аппаратно-программный комплекс автоматизированной поверки частотомеров	36
Шевченко Н. В., Поправкин А. П. Разработка системы дистанционного управления роботом на базе Wi-Fi модуля ESP8266 ESP-12E	37
Кузьмин А. С., Широков И. Б. Специализированный источник питания для блока управления коммутационного аппарата	38
Афонин И. Л., Крушати́н М. С. Метод селекции обнаруженных радиолокационных объектов по признаку их взаимного расположения	39
Иськив В. М., Требунский В. В., Опалейко С. С., Колесников Д. Р. Прецизионный стабилизатор переменного напряжения	40
Широков И. Б., Вильсон Н. Г., Азаров А. А. Система позиционирования беспилотных летательных аппаратов ближнего радиуса действия	41
Чаленко И. А., Широкова Е. И., Азаров А. А., Широков И. Б., Афонин И. Л. Устройство дистанционного возбуждения маяков системы поиска людей под завалами	42
Чаленко И. А., Широкова Е. И., Широков И. Б., Азаров А. А. Радиомаяк системы поиска людей под завалами	43
Азаров А. А., Широков И. Б. Разработка устройства управления паяльной станции	44
Петров А. С., Широкова Е. И., Широков И. Б. Одноканальный фазовый ультразвуковой расходомер	45

Коваленко Е. П., Галкин М. Ю. Методы увеличения динамического диапазона радиолокационных приемников в сложных условиях функционирования (обзор).....	46
Шевченко К. Д., Широков И. Б. Приемное устройство системы поиска пострадавших под завалами.....	47
Михайлюк Ю. П., Варшавский А. Ю., Литвинов А. С. «Умная» электронная дверь	48
Литвинов А. С., Шевченко Н. В., Варшавский А. Ю. Портативный аппарат для проведения электропунктуры	49
Савочкин А. А., Абакумов А. К. Датчики контроля параметров технических объектов	50
Краснов Л. М., Лежнев И. А., Гончаров К. А. Имитационная модель доплеровского сдвига частоты для качающегося радиолокационного объекта	51
Малевич И. Ю., Заяц П. В. Преселектор приемного тракта РЛС метрового диапазона	52
Петрушкевич П. А., Романенко В. Г. Оценка электромагнитной обстановки и осуществление защиты систем управления летательных аппаратов от активных помех	53
Хачатурян А. Б., Некрасов А. В. Оценка параметров приводного ветра для многолучевой антенной системы	54
Поляков А. Л., Савинов В. В., Симонов И. А. Исследование методов позиционирования абонентов в районах плотной застройки и внутри помещений на основе технологий WI-FI и BLE	55
Гайворонский Д. В., Егоров И. В. Обзор применения технологий для реализации цифрового радио	56
Шевченко К. Д., Широков И. Б. Использование БПЛА в системе поиска пострадавших под завалами.....	57
Шевченко К. Д., Широков И. Б. Автоматическое формирование маршрута БПЛА по заданному параметру	58
Bokov G. V., Titova O. I., Portofei L. M. Modern methods of obtaining sufficient amount of information with a view of safety and productivity enhancement	59
Mkrtchyan G. A., Nakhoumian A. A. OFDM radar signal processing	60
Баранов А. Н., Баранов Н. А., Бражкин А. А., Поляков О. Л., Торопов В. С. Оценивание протяженности по скорости объекта локации	61
Смекодуб В. А., Калюжный Л. И., Щекатуринов А. А. Разработка модуляционного источника питания для усилителя КВ диапазона	62

СЕКЦИЯ 2

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

Иськив В. М., Авраменко В. В. Особенности построения абонентского приёмника станций стандарта связи IEEE 802.22	64
Иськив В. М., Шутов П. Р. Использование MESH-сетей для реализации концепции интернета вещей	65
Аввакумова В. Ю., Завалейков А. А., Скорик И. В. Обзор мобильной сети пятого поколения	66
Бадалов А. Г., Петров А. С., Кисляк Е. Ю. Улучшение помехозащищенности в цифровом стандарте GSM	67
Коваленко Е. П., Дрыжак П. А., Игнашева Е. П. Исследование эффективности функционирования каналов связи на основе аппаратуры WiMAX	68
Савочкин А. А., Абдулгалиев О. Р., Копцев П. А. Исследование возможностей применения технологии Near Field Communication в инфокоммуникационных системах	69
Иськив В. М., Авраменко В. В. Особенности построения приёмника базовой станции стандарта связи IEEE 802.22	70
Бондарев В. Н., Гриценко Р. М., Волков Д. Е. Корректировка нелинейных искажений сигналов при помощи нейронных сетей	71

Моисеев Д. В. К вопросу о построении преобразователя двоичный код — псевдовероятностное отображение.....	72
Моисеев Д. В. Стохастическая или вероятностная вычислительная машина	73
Моисеев Д. В. Классификация специализированных процессоров, построенных на вероятностном принципе	74
Головин В. В., Савинов В. В., Симонов И. А. Разработка и исследование модели базовой станции для сети Wi-Fi, реализованной с применением технологии RoF.....	75
Дегтярев А. Н., Прудис Е. С. Ортогональный базис на основе M-последовательностей	76
Миронов А. Ф., Миронов П. А., Назарян Д. Ф., Кураленя О. А., Плоц С. А. СШП технологии в системах радиодоступа.....	77
Редькина Е. А., Кагамлык Д. Н. Исследование нагрузки беспроводной сети	78

СЕКЦИЯ 3

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ УСТРОЙСТВА МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Кошкин В. С., Шевченко К. Д., Шевченко Н. В. Мобильная паяльная станция с микропроцессорным блоком управления.....	80
Шевченко Н. В., Быстров А. Р. Разработка портативного реографа для неинвазивного мониторинга состояния сердечной деятельности	81
Поляков А. Л., Астраханцев А. В., Вершинин А. А., Шевченко Н. В., Ломоносов С. Е. Адаптер последовательной синхронной шины	82
Поляков А. Л., Астраханцев А. В., Мошкович И. Ю., Вершинин А. А., Ломоносов С. Е. Разработка программы для адаптера последовательной синхронной шины	83
Азаров А. А., Вильсон Н. Г., Скорик И. В., Широков И. Б. Разработка устройства аварийного сдвига кресел	84
Кошкин В. С., Шевченко К. Д., Шевченко Н. В. Алгоритм работы блока управления мобильной паяльной станции	85

СЕКЦИЯ 4

АНТЕННЫ И УСТРОЙСТВА МИКРОВОЛНОВОЙ ТЕХНИКИ

Афонин И. Л., Бугаёв П. А., Япуджян А. К. Разработка структурных элементов измерителей параметров плоского металлодиэлектрического волновода и устройств на его основе	88
Завадский С. А., Юрцев О. А. Цилиндрическая антенная решетка с суммарно-разностной диаграммой направленности	89
Слѣзкин В. Г., Неведров М. Г. Антенна нелинейного лоатора диапазона ДМВ.....	90
Слѣзкин В. Г., Зайцев С. Ю. Зеркальная антенна нелинейного лоатора	91
Юрцев О. А., Попов А. А. Проволочная антенна Вивальди метрового и дециметрового диапазонов волн	92
Юрцев О. А., Сухачевский П. В. Анализ спектральным методом рассеяния электромагнитной волны рамочной антенной с переключаемой поляризацией	93
Афонин И. Л., Бугаёв П. А. Двухдетекторный волноводно-щелевой преобразователь для измерителя комплексных параметров	94

Безгин А. А., Савочкин А. А. Комбинированная антенна ARGOS-3/GPS	95
Байздренко А. А., Евтушенко Н. Г., Шереметьев К. С. Учебный стенд для физического моделирования работы ФАР в ультразвуковом диапазоне.....	96
Афонин И. Л., Дубина М. В. Об отражающих свойствах объектов в бистатических радиолокационных системах.....	97
Азаров А. А., Вильсон Н. Г., Широков И. Б. Исследование энергетических параметров устройства для беспроводной передачи энергии.....	98
Щекатурин А. А., Белкин В. А. Малоэлементная антенная решетка для RFID.....	99
Щекатурин А. А., Гарбуз А. В. Микрополосковый фазовращатель	100
Щекатурин А. А., Смекодуб В. А. Вибратор с j коленом и дополнительным звеном	101
Щекатурин А. А., Ченцов А. Н. Направленная антенна для RFID	102
Проценко М. Б., Сумеркин О. А., Хутро Л. А. Организация антенной измерительной площадки для измерений внешних характеристик антенн АРМ КОСПАС-САРСАТ 406 МГц 2-го поколения	103
Головин В. В., Тыщук Ю. Н., Савинов В. В., Симонов И. А. Компактные планарные двухполосные фильтры диапазонов частот 2,4 и 5 ГГц.....	104
Головин В. В., Савинов В. В., Симонов И. А. Нерегулярная многозаходная цилиндрическая спиральная антенна для телекоммуникационных систем	105
Тыщук Ю. Н., Кожемякин А. С., Говенько А. Г. Широкополосная антенна КВ диапазона	106
Лысенко И. Е., Ткаченко А. В. Разработка интегрального микроэлектромеханического переключателя емкостного типа	107
Паслён В. В., Семченко А. Ю. Моделирование и исследование интегрированной фотонной микрополосковой антенны	108
Паслён В. В., Волобуев В. С. Проектирование антенной системы дециметрового диапазона с быстросменной ориентацией.....	109
Преображенский А. П., Маркова М. А., Тамбовцев Г. А., Косых А. В. Моделирование рассеяния электромагнитных волн на объекте сложной формы	110
Чопоров О. Н., Самурханов К. С. Моделирование плоского биконического вибратора	111
Иванов А. В. Параболическая антенна КУ-диапазона с использованием метаматериала	112
Ивашина М. В., Юпиков О. А. Применение многолучевых фокальных антенных решеток для высокоточных дистанционных измерений параметров океана со спутника	113
Савочкин А. А., Абдулгазиев О. Р., Копцев П. А. Исследование излучателя на основе микрополосковой круговой меандр-линии для системы RFID.....	114

СЕКЦИЯ 5

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

Зиборов С. Р., Муратов Р. Р. Цифровой анализатор спектра.....	116
Плоткин А. Д., Шевчук А. Г. Зависимость СВЧ параметров от физических характеристик полосковых линий	117
Плоткин А. Д., Алкаев М. Е. Один из методов измерения добротности резонаторов	118
Лукиянчиков А. В., Голованов Н. А., Тюнин В. И. Разработка манометра высокого давления	119
Ланин В. Л., Хацкевич А. Д. Микроконтроллерное управление термопрофилями пайки.....	120
Ланин В. Л., Первенецкий А. П. Лазерная прошивка отверстий в неметаллических материалах.....	121

Ланин В. Л., Грищенко Ю. Н. Высокочастотный нагрев для герметизации пайкой корпусов СВЧ микроблоков.....	122
Боднарь И. В., Макуца М. О. Рост и кристаллическая структура монокристаллов $\text{CuIn}_7\text{Se}_{11}$	123
Шахлевич Г. М., Цедик В. А., Лисенков Б. Н. Конструктивные особенности матричного коммутатора	124
Трушкин А. Н., Лукьянченко Н. К. Измеритель КСВ на основе рефлектометра	125
Трушкин А. Н., Лукьянченко Н. К. Измеритель диэлектрической проницаемости.....	126
Трушкин А. Н., Ткаченко М. О. Измеритель малых ослаблений	127
Гимпилевич Ю. Б., Зебек С. Е. Автоматический измеритель комплексного коэффициента отражения на основе квадратурного метода	128
Розвадовский А. Ф., Сподобаев А. М., Чмыхалова Е. В. Методики ввода кондуктивных электромагнитных помех в электронные сборочные узлы колесных транспортных средств	129
Розвадовский А. Ф., Беликов Д. Н., Ящук М. А. Методы и средства испытаний аппаратуры спутниковой навигации.....	130
Афонин И. Л., Бугаёв П. А., Разсказчиков А. В. Разработка математической модели ВАХ цилиндрического зонда	131
Трушкин А. Н., Бутенко Е. Е. Основные методы СВЧ-влажнометрии	132
Вильсон Н. Г., Широкова Е. И., Мордвинова А. Ю., Широков И. Б. Модернизация системы локализации повреждений автомобиля	133
Байрамуков А. М., Байрамуков А. А. Расчет параметров фазового регулирования мощности форсированной загрузки электрогенератора переменного тока.....	134
Смекодуб В. А., Калюжный Л. И., Щекатурич А. А. Разработка системы расширения динамического диапазона для АЦП высокого быстродействия	135

СЕКЦИЯ 6

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лукьянчиков А. В., Глинистый А. А., Никифоров С. М. Особенности целочисленной реализации фильтров с бесконечной импульсной характеристикой.....	138
Паслён В. В., Рябченко В. Ю. Компьютерное моделирование объектов с помощью ПП CST MICROWAVE STUDIO.....	139
Азаров А. А., Вильсон Н. Г., Скорик И. В., Широков И. Б. Методика размещения тензодатчиков для решения задачи аварийного сдвига кресел.....	140
Смирнов Б. И., Никифоров С. В. Визуализация логит формы в моделях прогнозирования.....	141
Боровиков С. М., Янович Е. С., Берашевич П. А., Шнейдеров Е. Н., Терешкова А. С. Алгоритм связывания пересекающихся стен в единую конструкцию	142
Дубяго М. Н., Полуянович Н. К. Контроль, диагностика и прогнозирование изоляционных материалов кабельных линий	143
Меженная М. М., Куль Т. П., Рушкевич Ю. Н., Осипов А. Н. Аппаратно-программное обеспечение для регистрации речевых сигналов в диагностике неврологических нарушений.....	144
Игнашева Е. П., Маслыган М. Р. Автоматизация оценки эффективности функционирования систем человек-техника	145
Байздренко А. А., Гулько А. Э. Учебный стенд для физического моделирования системы командного управления объектом на базе IT технологий	146
Лашенко И. В., Попов А. Г. Обнаружение объектов на морской поверхности средствами MATLAB	147
Редькина Е. А., Полянский В. В. Анализ видеоизображения для обеспечения скоростной передачи по каналу 3G.....	148

Громоздин В. В., Каньшин И. А., Панина Т. В. Имитатор внешнего акустического шума	149
Баранов А. Н., Баранов Н. А., Бражкин А. А., Торопов В. С. Обеспечение синхронного накопления спектров сигналов движущихся целей	150
Жуков Д. М., Шевгунов Т. Я., Ефимов Е. Н., Гущина О. А. Разработка алгоритма поиска глобального максимума при местоопределении источника радиоизлучения пассивной радиолокационной системой	151
Давыдов И. Г., Асламов Ю. П. Семейства вейвлет-функций для диагностики зубчатых передач	152
Давыдов И. Г., Асламов Ю. П. Семейство вейвлет-функций для диагностики подшипников качения	153
Дурманов М. А., Колесников Д. Р. Исследование помехоустойчивости OFDM сигнала в системах цифрового телевидения	154
Давыдов И. Г., Асламов Ю. П. Метод анализа временной формы вибрационных сигналов	155
Андрянов Н. А. Генератор случайных процессов на базе авторегрессии с разрывными переходами	156
Андрянов Н. А., Сонин В. А. Прогнозирование распределения числа заказов службы такси на основе математического моделирования	157
Паслён В. В., Шульга О. Н. Исследование акустических характеристик помещений большой протяженности	158
Преображенский А. П., Сериков П. А., Кузьменкова Д. С. Моделирование OFDM-модемов при различных скоростях	159
Азаров А. А., Широкова Е. И., Широков И. Б., Хохолко А. В. Методика локализации повреждений в корпусе судна и определения их характера	160

СЕКЦИЯ 7

ЦИФРОВАЯ И АНАЛОГОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Мельников А. В., Требунский В. В. Анализ схемы параллельной ВЧ коррекции с учетом частотных свойств транзистора	162
Гимпилевич Ю. Б., Вертегел В. В., Лукьянчиков А. В., Никифоров С. М., Мальцев Р. В., Скорик И. В. Система дистанционного контроля параметров технических объектов	163
Снегур Д. А., Вертегел В. В., Будняев В. А. Амплитудная коррекция в управляемом векторном фазовращателе	164
Вертегел В. В., Снегур Д. А. Разработка пятиразрядного аналого-цифрового преобразователя в технологии SiGe БикМОП 0,18 мкм	165
Вертегел В. В., Будняев В. А., Снегур Д. А. Разработка интегрального широкополосного усилителя мощности в технологии SiGe БикМОП 0,18 мкм	166
Вертегел В. В., Кравченко И. В. Разработка широкополосного интегрального аттенюатора с цифровым управлением	167
Голуб А. В., Сердюк И. В. Квадратурный демодулятор на программируемой логической интегральной схеме	168
Азаров А. А., Вильсон Н. Г., Скорик И. В., Широков И. Б. Система аварийного сдвига кресел	169
Вертегел В. В., Поморев А. С., Филиппов И. Ф. Разработка активного фазовращателя С-диапазона	170
Кислицов А. С., Широков И. Б. Ультразвуковой дальномер	171
Завалейков А. А., Аввакумова В. Ю., Скорик И. В. Индукционный нагреватель с микроконтроллерным управлением	172
Вертегел В. В., Филиппов И. Ф. Разработка однокристалльного сверхширокополосного приёмопередатчика	173

Вертегел В. В., Харитонов С. А., Дученко Н. В. Регулировка фазового сдвига в формирователе квадратурных сигналов на основе делителя частоты	174
Ветров И. Л., Дученко Н. В., Ковалевский Д. С. Разработка прецизионного операционного усилителя	175
Вертегел В. В., Филиппов И. Ф., Будняев В. А. Исследование и разработка SiGe СВЧ переключателей	176
Широков И. Б., Кузьмин А. С. Вторичная цепь трансформатора специализированного источника питания	177
Преображенский А. П., Щетникова Д. А., Мельникова Т. В. Моделирование воздействия двухчастотного сигнала на нелинейный элемент	178
Кулаковская Е. В., Мальцев Р. В., Широков И. Б. Малогабаритный светодиодный светильник	179
Тыщук Ю. Н., Говенько А. Г., Кожемякин А. С. Лабораторный стенд для исследования WEB-камер	180
Мальцев Р. В., Широков И. Б. Светодиодный светильник с автоматическим управлением уровнем освещения	181
Дурманов М. А., Сизых Д. А., Янковский С. И. Цифровой измеритель ёмкости конденсатора на платформе Arduino	182
Вертегел В. В., Тумко В. В. Цифровой блок управления приемо-передающего модуля активной фазированной антенной решетки	183

СЕКЦИЯ 8

КОМПОНЕНТНАЯ БАЗА РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Абрамов И. И., Коломейцева Н. В., Романова И. А., Щербакова И. Ю., Шендер Д. А., Щукин Е. А. Алгоритмы реализации модели полевых транзисторов на основе однослойного графена	186
Абрамов И. И., Романова И. А., Коломейцева Н. В., Шабор А. А., Щербакова И. Ю. Моделирование двухбарьерных РТД на основе графена на подложке диоксида кремния	187
Бордусов С. В., Емельянов В. В. Технология плазмохимического травления нитрида кремния при создании изоляции LOCOS для полупроводниковых приборов субмикронных проектных норм	188
Оводенко А. В., Кононенко А. Г. Исследование бортового вычислительного комплекса космических и летательных аппаратов	189

СЕКЦИЯ 9

WEB-ТЕХНОЛОГИИ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Зиборов С. Р., Должиков Н. А., Марченко Е. А. Алгоритм работы поста системы мониторинга загрязнения воздуха	192
Савельев А. О., Саклаков В. М., Гончаров А. С. Метод анализа трендов в Twitter по ключевому слову	193
Кудрявченко И. В., Сукачев А. А. Визуализация модифицированного алгоритма обхода лабиринта мобильными объектами с «коллективным поведением»	194
Снегур Д. А., Редькина Е. А., Тыщук Ю. Н., Ярмач О. В., Кравченко И. В. Разработка программы для анализа русскоязычного и англоязычного информационного потока в сети Интернет	195

СЕКЦИЯ 10

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ И ИНФОРМАЦИИ

Медведев А. В., Орлов П. Е. Влияние щели в плоскости земли на волновое сопротивление многослойной печатной платы с модальным резервированием	198
Синадский Н. И., Сушков П. В., Синадский А. Н. Алгоритм формирования статической структуры социальных графов для создания массивов условно-реальных данных.....	199
Синадский Н. И., Семенищев И. А., Синадский А. Н., Сушков П. В. Применение алгоритма сетей Петри в задаче синтеза массивов данных о взаимодействии пользователей в сетях сотовой связи	200
Корниенко Е. Ю., Подорожко А. С. Создание системы защиты персональных данных	201
Лашенко И. В., Якушев Д. И. Лабораторный комплект противодействия утечке речевой информации	202
Лашенко И. В., Марченко Е. А., Должиков Н. А. Мониторинг утечки газа в аппаратно-программном комплексе «Безопасный город».....	203
Боровиков С. М., Горбаль М. М., Берашевич П. А., Шнейдеров Е. Н., Терешкова А. С. Расчёт эффективности системы видеонаблюдения	204
Склярчук В. Л., Бушев А. С. Технология блокчейн для электронного голосования	205
Зайцев С. А., Васильева М. В. Квантовые сети. Использование квантовых беспроводных сегментов сетей для реализации систем защиты информации.....	206
Зайцев С. А., Лисёнкин А. В. Анализ современных беспроводных сегментов квантовых систем передачи данных.....	207
Сапожникова А. В., Долматов М. П. Классификация программных, аппаратных и программно-аппаратных средств для обеспечения информационной безопасности	208
Склярчук В. Л., Долматов М. П., Ярмош К. А. Вирусы шифровальщики	209
Сапожникова А. В., Соболева Е. С. Обнаружение компьютерных атак на критически важную информационную систему и противодействие компьютерному нападению	210
Склярчук В. Л., Бростовский Д. Д. Биометрическая идентификация и аутентификация	211
Склярчук В. Л., Свириденко Л. В. Основной алгоритм электронной цифровой подписи	212
Калита А. О., Куртаметов Э. С. Анализ принципов разграничения прав доступа в PostgreSQL	213
Гимпилевич Ю.Б., Вертегел В.В., Лукьянчиков А.В., Никифоров С.М., Мальцев Р.В., Байрамуков А.А., Скорик И.В. Особенности обеспечения безопасности для распределенной системы сбора данных	214
Афонин И. Л., Максимовская Н. Л., Коваленко Д. В. Информатизация в военно-морских силах РФ	215
Кудрявченко И. В., Карлусов В. Ю., Павленко Р. Г. Применение алгоритма «фигуры» для генерации псевдослучайных чисел.....	216
Кудрявченко И. В., Карлусов В. Ю., Герасимчук К. В. Метод шифрования данных на основе псевдослучайных числовых последовательностей.....	217
Афонин И. Л., Сидоренко А. В. Алгоритм аутентификации пользователя, реализованный на эллиптических кривых	218
Склярчук В. Л., Сергеева О. О. Методы оценки рисков информационной безопасности	219
Склярчук В. Л., Плис А. Д. Шпионские троянские программы RAT	220
Калита А. О., Дергачева И. И. Механизмы поиска террористического контента в социальных сетях.....	221
Калита А. О., Исаков С. А., Дергачева И. И. Корпоративная защита от внутренних угроз	222
Лебеденко А. В., Евсюков Д. С. Механизмы установления подлинности действий в системах, построенных по децентрализованной системе блокчейн.....	223
Лебеденко А. В., Нестеренко В. Р. Криптографические методы защиты информации в IoT	224

Лебеденко А. В., Куц И. В., Головин А. А. Нетехнические методы защиты информации: автоматизация профайлинга в ИБ	225
Лебеденко А. В., Носенко А. А. Децентрализованно-распределенный удостоверяющий центр	226
Боран-Кешишьян А. Л., Селезень Я. Ю. Совершенствование программных средств планирования поиска и спасания в электронно-картографических навигационно-информационных системах	227
Зайцев С. А., Бардаш Д. О. Облачные сервисы: обеспечение безопасности передачи данных	228
Михайлов В. А., Андреева И. И. Лазерный микрофон — универсальное средство разведки	229
Лашенко И. В., Опалейко С. С., Большаков Б. В., Требунский В. В. Значение контроля ПДД с помощью видеонаблюдения в системе «Безопасный город»	230
Лашенко И. В., Большаков Б. В., Опалейко С. С., Колесников Д. Р. Система видеонаблюдения для жилищно-хозяйственных комплексов «Безопасный город»	231
Баранов А. Н., Сергеева О. О. Криптозащищенность сигнала	232
Шелехова О. Г., Поздеев А. В. Обоснование необходимости согласования стандартов в области охраны и безопасности объектов Российской Федерации и Республики Беларусь	233
Сапожникова А. В., Новошинский В. В. Защита баз данных от SQL-инъекций	234
Паслён В. В., Штурлак А. В. Исследование помещений с ограниченным доступом на сохранность информации от утечки по акустическому каналу	235
Шахайда В. М., Прудис Е. С. Разработка функциональной схемы устройства для исследования разборчивости речи тональным методом	236
Лашенко И. В., Василенко Е. Д., Иванищев А. Ю. Изучение средств контроля доступа в рамках дисциплины «Методы защиты информации»	237
Маслова М. А., Кималидинов Э. Л. Обзор проблем безопасности интернет вещей	238

СЕКЦИЯ 11

ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Поляков А. Л., Дидус Т. С., Лысенко-Дидус О. И. Надгоризонтная РЛС комплекса раннего обнаружения	240
Ермолов П. П., Кузьменко А. И. Таганрогский радиотехнический институт — один из пионеров в создании интегральных схем (к 60-летию микроэлектроники)	241
Ермолов П. П., Хорошко Л. С. 60 лет фильтру Лежандра	242
Ермолов П. П., Кузьменко А. И. Фессенден, Леви, Шоттки или Армстронг? К 100-летию изобретения гетеродина	243
Огула В. В., Голуб А. В. История развития электроники	244
Поляков А. Л., Ломоносов С. Е., Вершинин А. А. Высокопотенциальная радиолокационная станция обнаружения малоразмерных целей (к 35-летию со дня создания РЛС 5Н79 «Дарьял»)	245
Кулаковская Е. В., Ермолов П. П. Первый заведующий кафедрой теоретических основ радиотехники Севастопольского приборостроительного института Борис Яковлевич Романихин (новые документы)	247
Гончар А. В., Бондарева М. А. Город-герой Севастополь в развитии отечественной радиосвязи и радиолокации	248
Афонин И. Л., Бугаёв П. А., Евтушенко В. В. Рекомендации по улучшению работы системы NAVTEX в акватории Чёрного моря	249
Афонин И. Л., Кулаковская Е. В. Лобкова Любовь Михайловна — почетный профессор СевГУ	250

Кулаковская Е. В., Свиридова Е. И., Ермолов П. П. Пионер в области радиосвязи Мэлон Лумис (к 150-летию демонстрации опытов)	251
Кудрявченко И. В., Тыщук Ю. Н., Сыпалова А. С. Афонин Игорь Леонидович — к 60-летию со дня рождения	252
Афонин И. Л., Савочкин А. А., Тыщук Ю. Н., Дурягин Д. С. Виталий Геннадьевич Слёзкин — антенщик, конструктор, методист (к 70-летию со дня рождения)	255
Афонин И. Л., Савочкин А. А., Тыщук Ю. Н. К юбилею Александра Григорьевича Лукьянчука (Более полувека с севастопольским университетом!)	257
Цулеев А. А., Михайлюк Ю. П. Безэкипажные плавсредства: современное состояние и перспективы	259

ШКОЛА ЮНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

Артамонова О. Лабораторный макет для изучения явления фигур Хладни в различных средах и материалах	262
Ярошук В., Чмыхало Р. Домашняя автоматизация	262
Цапля Д., Верещака А. Шифрование сообщений: Cryptochat V.1.0	263
Амелин А., Меженько Т. Устройство контроля удаления	263
Дорошенко А., Лукьяненко Д. Термохромизм и термохромные материалы	264
Заболотный Д. Н. Охранная система — электронный петух	264
Лашенко И. В., Дурманов М. А., Иськив В. М. Участие призеров «Школы юного исследователя» во всероссийских научных соревнованиях школьников	265

АЛФАВИТНЫЙ СПИСОК АВТОРОВ

<u>В</u>	
Bokov G. V.	59
<u>Н</u>	
Hakhoumian A. A.	60
<u>М</u>	
Mkrtchyan G. A.	60
<u>Р</u>	
Portofei L. M.	59
<u>Т</u>	
Titova O. I.	59
<u>А</u>	
Абакумов А. К.	50
Абдулгазиев О. Р.	69, 114
Абрамов И. И.	186, 187
Аввакумова В. Ю.	66, 172
Авраменко В. В.	64, 70
Азаров А. А.	41, 42, 43, 44, 84, 98, 140, 160, 169
Алкаев М. Е.	118
Амелин А.	263
Андреева И. И.	229
Андриянов Н. А.	156, 157
Артамонова О.	262
Асламов Ю. П.	152, 153, 155
Астраханцев А. В.	82, 83
Афонин И. Л.	39, 42, 88, 94, 97, 131, 215, 218, 249, 250, 255, 257
<u>Б</u>	
Бадалов А. Г.	67
Байздренко А. А.	96, 134, 146
Байрамуков А. М.	134
Байрамуков А.А.	214
Баранов А. Н.	61, 150, 232
Баранов Н. А.	61, 150
Бардаш Д. О.	228
Безгин А. А.	22, 34, 95
Беликов Д. Н.	130
Белкин В. А.	99
Берашевич П. А.	142, 204
Боднарь И. В.	123
Бойко В. Г.	24
Большаков Б. В.	230, 231
Бондарев В. Н.	71
Бондарева М. А.	248
Боран-Кешишьян А. Л.	227
Бордусов С. В.	188
Боровиков С. М.	142, 204
Бражкин А. А.	61, 150
Брастовский Д. Д.	211
Бугаёв П. А.	88, 94, 131, 249
Будняев В. А.	164, 166, 176
Бутенко Е. Е.	132
Бушев А. С.	205
Быстров А. Р.	81
<u>В</u>	
Варшавский А. Ю.	48, 49
Василенко Е. Д.	237
Васильева М. В.	206
Верещака А.	263
Вертегел В. В.	36, 163, 164, 165, 166, 167, 170, 173, 174, 176, 183, 214
Вершинин А. А.	82, 83, 245
Ветров И. Л.	175
Вильсон Н. Г.	41, 84, 98, 133, 140, 169
Воликов М. С.	35
Волков Д. Е.	71
Волобуев В. С.	109
<u>Г</u>	
Гайворонский Д. В.	56
Галкин М. Ю.	46
Гарбуз А. В.	100
Гейстер С. Р.	33
Герасимчук К. В.	217
Гимпилевич Ю. Б.	128, 163, 214
Глинистый А. А.	138
Говенько А. Г.	106, 180
Голованов Н. А.	31, 119
Головин А. А.	225
Головин В. В.	75, 104, 150
Голуб А. В.	168, 244, 248
Гончаров А. С.	193
Гончаров К. А.	51
Горбаль М. М.	204
Гриценко Р. М.	71
Грищенко Ю. Н.	122
Громоздин В. В.	149
Гузанова А. Е.	30
Гулько А. Э.	146
Гущина О. А.	151
<u>Д</u>	
Давыдов И. Г.	152, 153, 155
Дегтярев А. Н.	76

Дергачева И. И.	221, 222
Дидус Т. С.	240
Должиков Н. А.	192, 203
Долматов М. П.	208, 209
Дорошенко А.	264
Дрыжак П. А.	68
Дубина М. В.	97
Дубяго М. Н.	143
Дурманов М. А.	154, 182, 265
Дурягин Д. С.	255
Дученко Н. В.	174, 175
Дыкман В. З.	35

Е

Евсюков Д. С.	223
Евтушенко В. В.	249
Евтушенко Н. Г.	96
Егоров И. В.	56
Емельянов В. В.	188
Ермолов П. П.	241, 242, 243, 247, 251
Ефимов Е. Н.	151

Ж

Жуков Д. М.	151
------------------	-----

З

Заболотный Д. Н.	264
Завадский С. А.	89
Завалейков А. А.	66, 172
Зайцев С. А.	206, 207, 228
Зайцев С. Ю.	91
Заяц Е. Ю.	32
Заяц П. В.	52
Зебек С. Е.	128
Зиборов С. Р.	116, 192

И

Иванищев А. Ю.	237
Иванов А. В.	112
Ивашина М. В.	113
Игнашева Е. П.	68, 145
Исаков С. А.	222
Иськив В. М.	40, 64, 65, 70, 265

К

Кагамлык Д. Н.	78
Калита А. О.	213, 221, 222
Калюжный Л. И.	62, 135
Каньшин И. А.	149
Карлусов В. Ю.	216, 217
Кизимов А. Т.	30
Кималидинов Э. Л.	238
Кислицов А. С.	171
Кисляк Е. Ю.	67

Ковалевский Д. С.	175
Коваленко Д. В.	215
Коваленко Е. П.	46, 68
Кожемякин А. С.	106, 180
Колесников Д. Р.	40, 154, 231
Коломейцева Н. В.	186, 187
Кононенко А. Г.	189
Копцев П. А.	69, 114
Корниенко Е. Ю.	201
Косых А. В.	110
Кошкин В. С.	80, 85
Кравченко И. В.	36, 167, 195
Краснов Л. М.	51
Крушатин М. С.	39
Кудрявченко И. В.	194, 216, 217, 252
Кузьменко А. И.	241, 243
Кузьменкова Д. С.	159
Кузьмин А. А.	36
Кузьмин А. С.	38, 177
Кулаковская Е. В.	179, 247, 250, 251
Куль Т. П.	144
Кураленя О. А.	77
Куртаметов Э. С.	213
Куц И. В.	225

Л

Ланин В. Л.	120, 121, 122
Лащенко И. В.	147, 202, 203, 230, 231, 237, 265
Лебеденко А. В.	223, 224, 225, 226
Лежнев И. А.	51
Лисёнкин А. В.	207
Лисенков Б. Н.	124
Литвинов А. С.	48, 49
Ломоносов С. Е.	82, 83, 245
Лукьяненко Д.	264
Лукьянченко Н. К.	125, 126
Лукьянчиков А. В.	31, 119, 138, 163, 214
Лунев Е. Г.	22, 34, 35
Лысенко И. Е.	107
Лысенко-Дидус О. И.	240

М

Максимовская Н. Л.	215
Макуца М. О.	123
Малевич И. Ю.	52
Мальцев Р. В.	163, 179, 181, 214
Маркова М. А.	110
Марченко Е. А.	192, 203
Маслова М. А.	238
Маслыган М. Р.	145

Медведев А. В.	198
Меженная М. М.	144
Меженько Т.	263
Мельников А. В.	162
Мельникова Т. В.	178
Миронов А. Ф.	77
Миронов П. А.	77
Михайлов В. А.	229
Михайлюк Ю. П.	48, 259
Моисеев Д. В.	72, 73, 74
Мордвинова А. Ю.	133
Мотыжев С. В.	22, 34
Мошкович И. Ю.	83
Муратов Р. Р.	116

Н

Назарян Д. Ф.	77
Нгуен Т. Т.	33
Неведров М. Г.	90
Некрасов А. В.	54
Нестеренко В. Р.	224
Никифоров С. В.	141
Никифоров С. М.	138, 163, 214
Новошинский В. В.	234
Носенко А. А.	226

О

Оводенко А. В.	189
Огула В. В.	244
Опалейко С. С.	40, 230, 231
Орлов П. Е.	198
Осипов А. Н.	144

П

Павленко Р. Г.	216
Панина Т. В.	149
Паслён В. В.	108, 109, 139, 158, 235
Первенецкий А. П.	121
Петров А. С.	45, 67
Петрушкевич П. А.	53
Плис А. Д.	220
Плоткин А. Д.	117, 118
Плоц С. А.	77
Подорожко А. С.	201
Поздеев А. В.	233
Полуянович Н. К.	143
Поляков А. Л.	55, 82, 83, 240, 245
Поляков О. Л.	61
Полянский В. В.	148
Поморев А. С.	170
Попов А. А.	92
Попов А. Г.	147

Поправкин А. П.	37
Преображенский А. П.	110, 159, 178
Проценко М. Б.	103
Прудис Е. С.	24, 76, 236

Р

Разсказчиков А. В.	131
Редькина Е. А.	78, 148, 195
Розвадовский А. Ф.	129, 130
Романенко В. Г.	53
Романова И. А.	186, 187
Рушкевич Ю. Н.	144
Рябченко В. Ю.	139

С

Савельев А. О.	193
Савинов В. В.	55, 75, 104, 105
Савочкин А. А.	50, 69, 95, 114, 255, 257
Саклаков В. М.	193
Самурханов К. С.	111
Сапожникова А. В.	208, 210, 234
Свириденко Л. В.	212
Свиридова Е. И.	251
Селезень Я. Ю.	227
Семенищев И. А.	200
Семченко А. Ю.	108
Сергеева О. О.	219, 232
Сердюк И. В.	168
Серилов П. А.	159
Сидоренко А. В.	218
Сизых Д. А.	182
Симонов И. А.	55, 75, 104, 105
Синадский А. Н.	199, 200
Синадский Н. И.	199, 200
Скляр В. Л.	205, 209, 211, 212, 219, 220
Скорик И. В.	66, 84, 140, 163, 169, 172, 214
Слёзкин В. Г.	90, 91
Смекодуб В. А.	62, 101, 135
Смирнов Б. И.	141
Смирнова Н. А.	30
Снегур Д. А.	164, 165, 166, 195
Соболева Е. С.	210
Сонин В. А.	157
Сподобаев А. М.	129
Сукачев А. А.	194
Сумеркин О. А.	103
Сухачевский П. В.	93
Сушков П. В.	199, 200
Сыпалова А. С.	252

<u>Т</u>	
Тамбовцев Г. А.	110
Терешкова А. С.	142, 204
Ткаченко А. В.	107
Ткаченко М. О.	127
Толстошеев А. П.	22, 35
Торопов В. С.	61, 150
Требунский В. В.	40, 162, 230
Трушкин А. Н.	125, 126, 127, 132
Тумко В. В.	183
Тыщук Ю. Н.	104, 106, 180, 195, 252, 255, 257
Тюнин В. И.	31, 119, 170, 173

<u>Ф</u>	
Филиппов И. Ф.	170, 173, 176

<u>Х</u>	
Харитонов С. А.	174
Хацкевич А. Д.	120
Хачатурян А. Б.	54
Хорошко Л. С.	242
Хохолко А. В.	160
Хутро Л. А.	103

<u>Ц</u>	
Цапля Д.	263
Цедик В. А.	124
Цулеев А. А.	259

<u>Ч</u>	
Чаленко И. А.	42, 43
Ченцов А. Н.	102
Чмыхало Р.	262
Чмыхалова Е. В.	129
Чопоров О. Н.	111

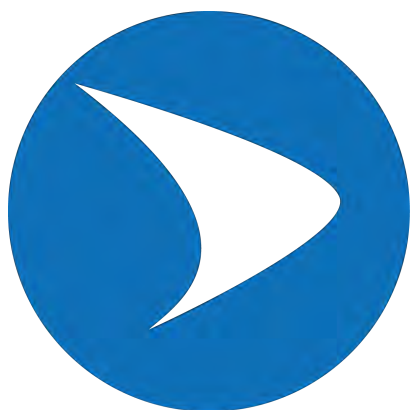
<u>Ш</u>	
Шабар А. А.	187
Шахайда В. М.	236
Шахлевич Г. М.	124
Шевгунов Т. Я.	151
Шевченко К. Д.	47, 57, 58, 80, 85
Шевченко Н. В.	37, 49, 80, 81, 82, 85
Шевчук А. Г.	117
Шелехова О. Г.	233
Шендер Д. А.	186
Шереметьев К. С.	96
Широков И. Б.	38, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 57, 58, 84, 98, 133, 140, 160, 169, 171, 177, 179, 181
Широкова Е. И.	42, 43, 45, 133, 160
Шнейдеров Е. Н.	142, 204

Штурлак А. В.	235
Шульга О. Н.	158
Шутов П. Р.	65

<u>Щ</u>	
Щекатурин А. А.	62, 99, 100, 101, 102, 135
Щербакова И. Ю.	186, 187
Щетникова Д. А.	178
Щукин Е. А.	186

<u>Ю</u>	
Юпиков О. А.	113
Юркевич Н. Ю.	34
Юрцев О. А.	89, 92, 93

<u>Я</u>	
Якушев Д. И.	202
Янковский С. И.	182
Янович Е. С.	142
Янушкевич В. Ф.	32
Япуджян А. К.	88
Ярмак О. В.	195
Ярмош К. А.	209
Ярощук В.	262
Ящук М. А.	130



**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

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ ДЛЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ГЛОБАЛЬНОЙ НАБЛЮДАТЕЛЬНОЙ СЕТИ

Мотыжев С. В., Толстошеев А. П., Лунев Е. Г., Безгин А. А.

Научный руководитель: д-р техн. наук Мотыжев С. В.

ФГАОУВО «Севастопольский государственный университет», Россия

ФГБУН «Морской гидрофизический институт», Россия

ООО «Марлин-Юг», Россия

E-mail: smotyzhev@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены возможности современных спутниковых систем связи в обеспечении информационной поддержки платформ сбора данных глобальной сети оперативного систематического мониторинга окружающей среды. Приведены сравнительные результаты многолетнего опыта применения автономных средств контроля, адаптированных к спутниковым системам *Argos* и *Iridium*.

1. Введение

Современные геоинформационные технологии направлены на внедрение достижений в области математического моделирования морской динамики, методов ассимиляции данных наблюдений, океанологического приборостроения, организации морских наблюдательных систем с целью создания информационно-вычислительной системы моделирования и прогноза. Ключевая роль в такой системе отводится достоверной систематической оперативной гидрометеорологической информации, основным источником которой являются глобальные сети дистанционных и контактных наблюдений Мирового океана. Одним из базовых элементов последней является дрейфтер — автономная поверхностная дрейфующая платформа сбора данных и передачи информации по каналам спутниковой связи. Анализ современного состояния методов и средств, обеспечивающих информационную поддержку глобальной наблюдательной дрейфтерной сети, позволяет определить ряд основных направлений развития: совершенствование спутниковой системы сбора данных и определения координат платформ *Argos*, традиционно обслуживающей наблюдательную дрейфтерную сеть; интеграция дрейфтеров в систему спутниковой связи *Iridium*; создание инфраструктуры, обеспечивающей адаптацию средств наблюдений к возможностям отечественной спутниковой системы «Гонец». Работы по этим направлениям, выполненные в ФГБУН «Морской гидрофизический институт» и ООО «Марлин-Юг» (г. Севастополь) и направленные на создание дрейфтеров, адаптированных к новым системам связи и определения координат, внесли существенный вклад в развитие дрейфтерной технологии. В докладе рассматриваются системы спутниковой связи, ориентированные на информационную поддержку подспутниковых средств контроля окружающей среды.

2. Основная часть

Концепцию построения наблюдательной дрейфтерной сети в значительной степени определило то обстоятельство, что в 1978 г. усилиями Космического агентства Франции (CNES), Национального управления США по аэронавтике и исследованию космического пространства (NASA) и Национального управления США по исследованию океанов и атмосферы (NOAA) была создана спутниковая система сбора данных и определения координат платформ *Argos*,

предназначенная для сбора и ретрансляции научной информации о состоянии окружающей среды. Первые же результаты экспериментов по применению этой системы для обслуживания поверхностных дрейфтеров оказались настолько удачными, что в 1986 г. была создана французская компания *Collecte Localisation Satellites (CLS)*, обеспечивающая информационную поддержку подспутниковых средств контроля окружающей среды.

Система *Argos* с бортовым оборудованием *Argos-2* традиционно обслуживает наблюдательную дрейфтерную сеть и базируется на группировке низкоорбитальных спутников на полярных орбитах, которая включает в себя спутники NOAA и *Eumetsat*. Спутники находятся на полярных орбитах на высоте 850 км. Период вращения спутника вокруг Земного шара занимает приблизительно 100 мин. Плоскости орбит спутников совершают полный оборот вокруг полярной оси за один год. Диаметр области покрытия каждого спутника составляет 5000 км. Система обеспечивает сбор данных с платформ, оборудованных терминалом связи *PTT (Platform Terminal Transmitter)*, и определение их координат. Определение координат платформ в системе *Argos* реализовано на основе эффекта Доплера: информативным параметром является смещение несущей частоты сигнала, принятого приемником спутника, относительно частоты сигнала, излученного передатчиком терминала *PTT* дрейфтера. Каждый результат оценивания координат сопровождается информацией о классе обсервации — количественной характеристикой погрешности. При условии приема спутником не менее четырех сообщений за один пролет, кратковременной относительной нестабильности частоты передатчика дрейфтера не более 10^{-9} , средневременной — не более $2 \cdot 10^{-8}$ задача определения координат дрейфтера решается со следующими оценками погрешности: от 1500 до 500 м — класс 1; от 500 до 250 м — класс 2; не более 250 м — класс 3.

Несмотря на все достоинства системы *Argos-2*, ей присущи следующие недостатки: связь между платформой и спутником осуществляется в одностороннем порядке; невысокая точность и нерегулярность позиционирования траекторных измерений движения платформ доплеровским методом; отсутствие возможности удаленного контроля и перепрограммирования платформы в процессе эксплуатации; небольшая пропускная способность вследствие низкой скорости передачи данных (400 бит/с) и разреженности коротких сеансов связи, из-за чего суточный трафик не превышает 10 кБ; значительные интервалы времени доставки информации пользователю.

На преодоление указанных недостатков, в значительной степени сдерживавших развитие дрейфтерной технологии, были направлены проекты Межпра-

вительственной океанографической комиссии и Всемирной метеорологической организации по оценке возможности альтернативных систем передачи данных: 3-го поколения спутниковой системы *Argos* — *Argos-3* и спутниковой системы *Iridium*. В докладе более подробно приведены результаты работ по интеграции автономных дрейфующих буев в систему спутниковой связи *Iridium* [1]. Основные преимущества этой системы: скорость передачи информации 2400 бит/с; 66 обслуживающих систему спутников обеспечивают глобальное покрытие; пропускная способность канала связи более 1 Мбайт/час; доставка информации пользователю по сетям электронной почты практически в режиме реального времени; возможность двусторонней связи; относительно низкая стоимость для пользователей (1,5 \$/кбайт).

В рамках международного проекта *Iridium* в ФГБУН «Морской гидрофизический институт» и ООО «Марлин-Юг» были разработаны структуры построения различных модификаций *Iridium*-дрифтеров, алгоритмы их работы и информационные стандарты для передачи данных. Комплексные испытания около трех сотен таких дрифтеров в различных, в том числе полярных [2], регионах Мирового океана показали высокую эффективность применения системы *Iridium* для решения задачи глобального дрифтерного мониторинга океана и приземной атмосферы. По данным экспериментов при интервале времени между измерениями 30 мин среднее время доставки сообщений пользователям составило 3 мин, потери данных — не более 3 %.

Общий недостаток систем *Argos* и *Iridium* состоит в том, что их использование определяется принадлежностью зарубежным странам и находится вне компетенций Российской Федерации. Спутниковые группировки обеих систем по большей части принадлежат США; ими же контролируется весь поток данных, передаваемый подспутниковыми средствами наблюдений. Очевидно, что в условиях нестабильности международных отношений эти обстоятельства могут привести к непредсказуемым последствиям. Не решает в полной мере проблему и тот факт, что в 2017 г. на территории РФ (г. Ижевск, Республика Удмуртия) была введена в эксплуатацию станция сопряжения для работы со спутниками *Iridium NEXT*. Кардинально позволит обеспечить информационную безопасность отечественная спутниковая система «Гонец». Связь предоставляется на базе группировки космических аппаратов «Гонец-М», орбиты которых, расположены на высоте около 1400 км, что почти в два раза выше орбит *Argos* и *Iridium*. Система разработана для наименьшего времени ожидания сеанса связи на территории России и не обеспечивает глобальное покрытие. Однако главным препятствием, ограничивающим ее использование для создания эффективной отечественной наблюдательной системы, является слишком большая мощность терминалов, что неприемлемо для автономных средств мониторинга среды [3].

3. Заключение

Эффективность реализации принципов устойчивого развития в значительной степени определяется уровнем фундаментальных и прикладных исследований окружающей среды. Достоверность результатов таких исследований зависит, в свою очередь, от качества и количества информации о состоянии экосистемы и тенденциях ее развития. Современные

спутниковые системы связи обеспечивают эффективную информационную поддержку платформ сбора данных независимо от местоположения последних. Результаты многолетнего опыта развития дрифтерной технологии наблюдений окружающей среды показывают, что наибольшую оперативность и надежность доставки данных пользователям обеспечивает спутниковая система связи *Iridium*. Одним из приоритетных направлений развития отечественной наблюдательной сети и, как следствие, обеспечения информационной безопасности является разработка адаптированных к спутниковой системе «Гонец» терминалов связи автономных средств мониторинга среды.

4. Список литературы

- [1] Мотыжев, С. В. Результаты применения спутниковой системы связи *Iridium* для задач дрифтерного обеспечения работ в океане / С. В. Мотыжев, Е. Г. Лунев, А. П. Толстошеев, С. Р. Литвиненко // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. — Севастополь : МГИ НАН Украины, 2010. — Вып. 23. — С. 217 — 227.
- [2] Мотыжев, С. В. Опыт применения автономных дрифтеров в системе наблюдений ледовых полей и верхнего слоя океана в Арктике / С. В. Мотыжев, Е. Г. Лунев, А. П. Толстошеев // Морской гидрофизический журнал. — 2017. — № 2. — С. 54 — 68.
- [3] Безгин, А. А. Адаптация спутниковой системы «Гонец» для применения в автономных морских измерительных платформах / А. А. Безгин, Е. Г. Лунев, А. А. Савочкин // Матер. 11-й междунар. молодежн. науч.-техн. конф. «Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций «РТ-2015», Севастополь, 16 — 20 нояб. 2015. — С. 79.

EXPERIENCE OF USING SATELLITE COMMUNICATION SYSTEMS FOR TELECOMMUNICATION SUPPORT OF THE GLOBAL OBSERVATIONAL NETWORK

Motyzhev S. V., Tolstosheev A. P.,
Lunev E. G., Bezgin A. A.
Scientific adviser: Motyzhev S. V.
Sevastopol State University, Russia
Marine Hydrophysical Institute RAS, Russia
Marlin-Yug, Russia

Abstract — The capabilities of modern satellite telecommunication systems, used for informational support of different data platforms, operating in the global network for prompt regular environmental monitoring, are considered. The comparative results of use for many years of autonomous measuring platforms, adapted for data transfer via *Argos* and *Iridium* satellite systems, are shown.

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТА «УМНЫЕ ОСТАНОВКИ» В Г. СЕВАСТОПОЛЕ

Прудюс Е. С., Бойко В. Г.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 ООО «СевСтар ИП», Россия
 E-mail: americancaep@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены вопросы применения «умных» остановок для решения проблем по улучшению дорожно-транспортной обстановки и внедрения их в дорожно-транспортную систему с целью создания комфортной городской среды.

1. Введение

Умная остановка — интерактивная остановка, оборудованная дополнительными функциями для комфортного ожидания наземного общественного транспорта: автобусов, троллейбусов, безопасной посадки и высадки пассажиров.

На сегодняшний день большинство остановочных павильонов, установленных и устанавливаемых на территории РФ, не соответствуют внешнему облику сложившиеся застройки городов, отсутствует единый облик данных объектов в зависимости от района их размещения.

Комфортная городская среда — это пространство, максимально приспособленное под нужды горожан, обеспечение населения комфортными и эстетически привлекательными элементами благоустройства.

Сегодня для развития городов нужны новые идеи и подходы, способность выйти за рамки стереотипов.

2. Основная часть

В 2015 году компания «Городские Инновации» разработала и приступила к реализации проекта «Умная остановка» — направленный на модернизацию остановок общественного транспорта с использованием инновационных авторских идей.

Проект позволяет реализовать комплексное внедрение элементов уличной мебели, создавая функционал и эстетику в городской среде.

Изначально функционал остановки включал в себя светодиодное освещение, бесплатную зону Wi-Fi, USB разъемы для зарядки мобильных устройств и камеры видеонаблюдения. В течение 3-х лет функциональные возможности значительно расширились.

В 2018 году современный инновационный остановочный павильон, включающий в себя:

- информационное табло, отображающее время прибытия пассажирского транспорта, использующее данные системы ГЛОНАСС;
- карту-схему маршрутов;
- систему безопасности, видеонаблюдение;
- терминалы для оплаты услуг для горожан и покупку проездных билетов/карт;
- необходимое светодиодное освещение остановки и прилегающей территории;
- Wi-Fi зону;
- USB зарядки для мобильных устройств.

Жителям и гостям города стало проще ориентироваться в маршрутах и навигации общественного транспорта.

Пассажиры, ожидая свой транспорт, могут воспользоваться услугой Wi-Fi, зарядить мобильное устройство или оплатить услуги, предусмотренные в терминале оплаты.

Онлайн доступ, предоставленный нашей компанией, помогает полиции города при раскрытии пре-

ступлений.

В связи с имеющимся установленными остановочными павильонами, появилась возможность выводить на информационное табло данные о приходе общественного транспорта и системы ГЛОНАСС, которым в 2018 году бы оснащен общественный транспорт города Севастополя. При изготовлении павильона применяются следующие материалы: металлический профиль, композит панель, закаленное стекло, лавочка из натурального дерева.

«Умная остановка» рассчитана на эксплуатацию в различных климатических условиях. Имея широкий диапазон потребительских качеств, применяемая как в крупных, так и небольших городах и имеет возможность функционировать в рамках единого транспортного пространства РФ. Так же внедрение остановочного комплекса поможет решить задачи для реализации государственных программ «Умный город» и «Безопасный город».

Особенности дизайна остановки — элегантное совмещение классического стиля, выраженного в изящной колонне и каскадном срезе козырька, с простыми формами современного стиля хай тек. Цвет металлической конструкции имеет классификацию RAL 7022 Темный металл (графит) с землистым оттенком, что позволяет легко гармонировать с асфальтовым и земляным покрытием, кирпичной кладкой, каменными стенами, бетонными конструкциями, а также с древесной корой городских парков. Такой подход позволил интегрировать конструкцию и гармонично сочетать со старинными постройками центральных улиц российских городов, так и с легкостью размещать ее в новых молодежных микрорайонах.

Модульная конструкция позволяет создавать различные по составу и площади остановочные комплексы.

Внешний вид примера остановочного комплекса показан на рис. 1.

При изготовлении павильона применяются следующие материалы: металлический профиль, алюминиевые композитные панели, монолитный поликарбонат, травмобезопасное стекло.

Умная остановка включает в себя несколько систем:

- зона Wi-Fi;
- зарядки для мобильных устройств;
- система безопасности;
- освещение в ночное время суток;
- карта и схемы маршрутов общественного транспорта.

Зона Wi-Fi от оператора СевСтар подразумевает под собой бесплатный интернет на остановках и систему авторизации абонентов, которые будут пользоваться бесплатным интернетом в рамках законодательства РФ.

Электронное табло, расположенное в самом павильоне информативно и удобно в использовании.

Кроме текущего времени, планируется в будущем показывать температуру воздуха и прибытие троллейбусов в реальном времени.

В умной остановке предусмотрена зарядка для всех мобильных устройств, разного вольтажа.



Рис. 1

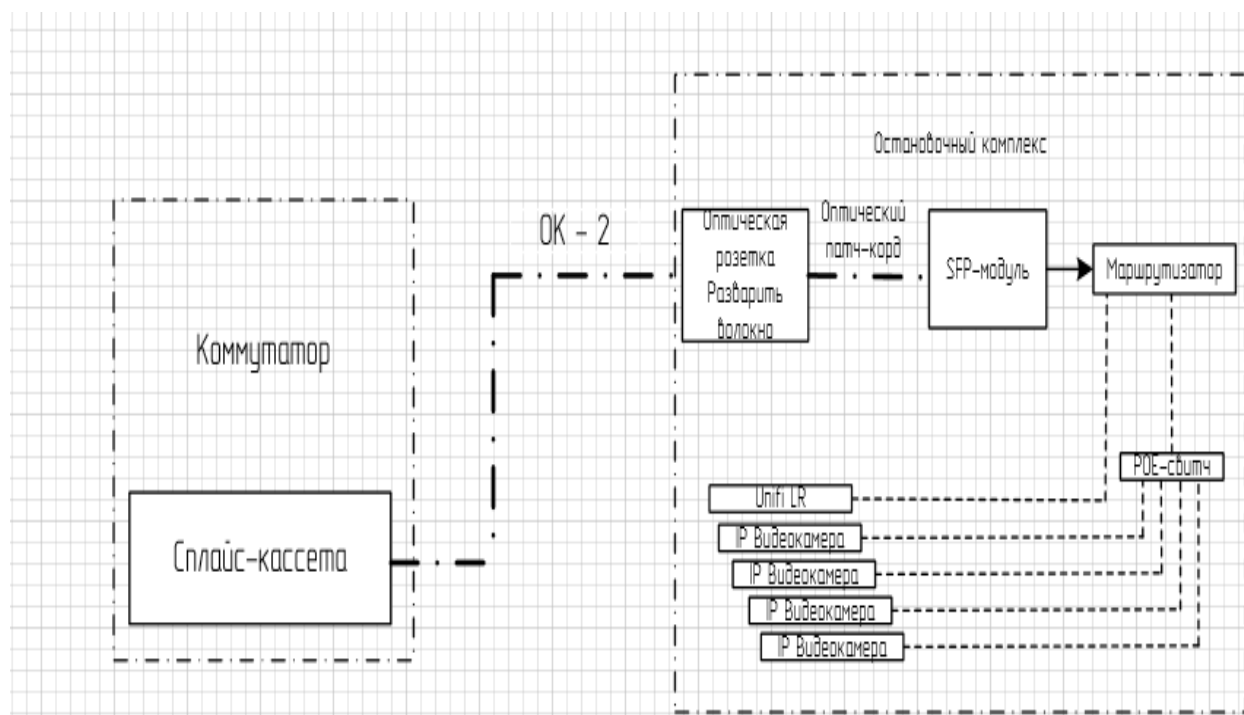


Рис. 2



Рис. 3

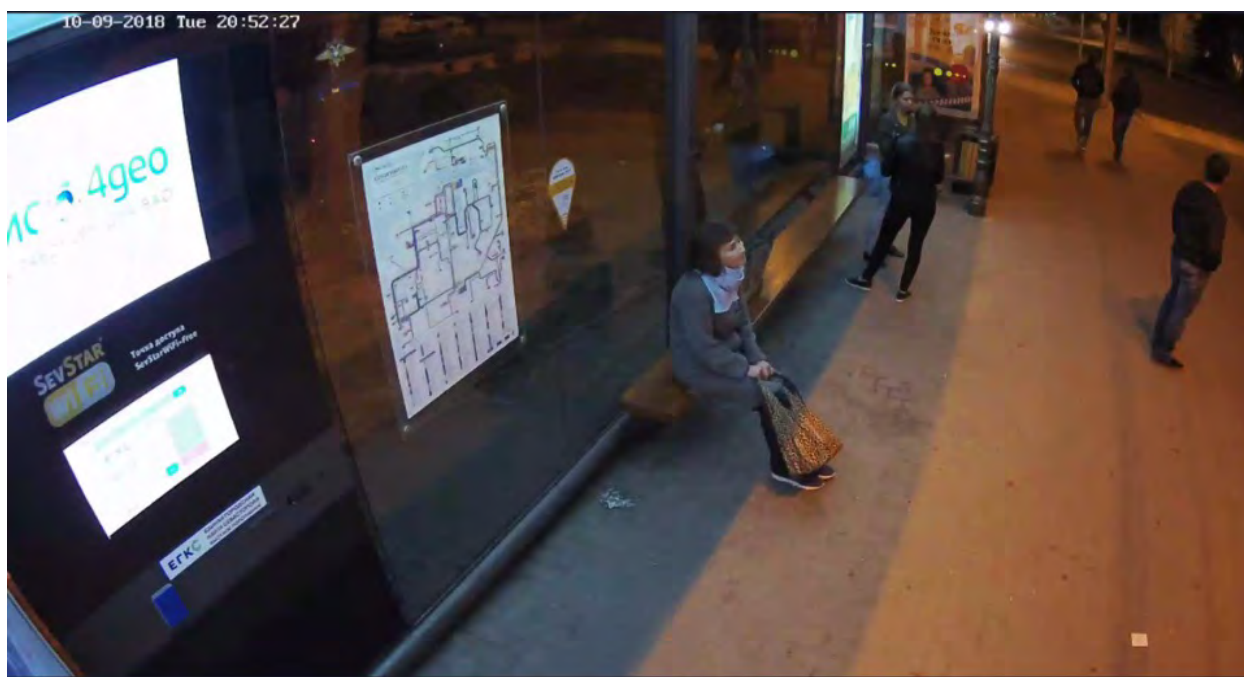


Рис. 4

Система безопасности подразумевает под собой установку видеокамер. Видеонаблюдения фиксируют все происходящее в радиусе нескольких метров и пересылает видеопоток на видеосервер, расположенный в г. Севастополе. На этом видеосервере изображение с каждой из камер хранится на протяжении нескольких недель. В качестве сервера используется профессиональное программное обеспечение для систем безопасности. Настройка поло-

жения камеры, фокусировка и прочее могут осуществляться в автоматическом или ручном режиме, в зависимости от модели устройства и характеристик системы в целом.

Достоинства «Умной остановки»:

- современный дизайн;
- широкие информационные и коммуникационные возможности;



Рис. 5

- системы видео-регистрации;
- платежные и информационные терминалы.

Планируется добавить следующие функции на таких остановках как:

- тревожная кнопка для вызова экстренных служб;
- светодиодное энергосберегающее освещение пространства остановочных комплексов;
- автономная система энергоснабжения павильона;
- подогрев сидений в остановочном комплексе.

В большинстве остановок предусмотрено, что запись видеонаблюдения будет вестись на сервер. Схема передачи трафика показана на рис. 2. Так как остановки находятся на расстоянии более 100 метров, подключение витой парой будет не правильным в связи с затуханием сигнала. Подключение производится оптическим кабелем, который с двух сторон оконцовывается медиоконверторами. Оптический сигнал преобразуется в цифровой и передается на роутер. К роутеру подключается роe-switch, в который включаются камеры. Так же настраивается роутер для передачи видео и аудио потока на удаленный сервер.

Запись с видеокamer в дневное время и в ночное показана на рис. 3 и 4 соответственно.

Заключение

Комплексная информационная система «Умная остановка» предназначена для повышения качества обслуживания пассажиров наземного общественного транспорта за счет обеспечения их оперативной и актуальной информацией о расписаниях, маршрутах, графиках движения пассажирского транспорта, а также информирования в случаях чрезвычайных ситуаций. «Умные остановки» — это первый шаг в глобальном проекте «Умный город».

Список литературы

- [1] Кочеткова, И. А. Информационные системы «Умные остановки» [Электронный ресурс] / И. А. Кочеткова. — Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25142622>.
- [2] Панкратова, Л. «Умные остановки» — реалии Петербурга и международный опыт [Электронный ресурс] / Л. Панкратова. — Режим доступа: <http://estp-blog.ru/rubrics/rid-35613>.

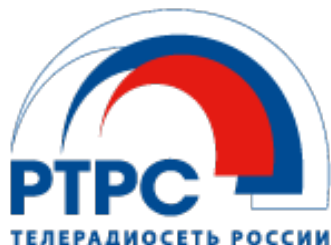
SMART BUS STOPS

Prudius E. S., Boyko V. G.
Sevastopol State University, Russia
SevStar IP, Russia

Abstract — The application of "smart" bus stops for solving problems of improving the traffic situation on the road is considered. The introduction of the "smart" bus stops into the road transport system, for the expediency and social significance of such innovations, is considered.

Филиал ФГУП РТРС «Радиотелевизионный передающий центр республики Крым»

Крым, г. Симферополь, ул. Батурина, 13
Тел. +7 (8652) 444949



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

ЗАДАЧА НАВЕДЕНИЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА НА ВЗЛЁТНО-ПОСАДОЧНУЮ ПОЛОСУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Кизимов А. Т., Гузанова А. Е., Смирнова Н. А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, проф. Кизимов А. Т.

Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьёва,
Россия

E-mail: vedmochka-nastya@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрен вариант бортовой радиолокационной системы для измерения координат и угла сноса БЛА в непосредственной близости к ВПП.

пользуется для коррекции БИНС и управления посадкой в штатном режиме [2].

1. Введение

При наведении беспилотного летательного аппарата (БЛА) на взлётно-посадочную полосу (ВПП) используются различные средства оценки текущих координат, высоты полёта, углов ориентации и угла сноса [1]. Наибольшее распространение получили бесплатформенные инерциальные навигационные системы (БИНС), которые, обеспечивая необходимые характеристики по массе и габаритам, не отвечают современным требованиям к точности оценки текущего состояния БЛА при выполнении автоматической посадки.

Спутниковая радионавигационная система (СРНС), используемая как средство коррекции БИНС, не отвечает требованиям высокой надёжности в сложных метеоусловиях и при постановке помех. Необходимо применение способов оценки состояния БЛА и/или коррекции БИНС альтернативных рассмотренным, что особенно важно при выполнении автоматической посадки.

Для устранения указанных недостатков предлагается использование радиолокационной системы (РЛС) измерения дальности в непосредственной близости к ВПП с применением импульсного и фазового методов.

2. Основная часть

На борту БЛА размещаются излучатели И1, И2 РЛС (рис. 1). По обе стороны ВПП на продолжении средней линии устанавливаются отражатели НО1, НО2. Радиолокационными средствами измеряются текущие удаления наземных отражателей от бортовых излучателей, причём для измерения расстояний, например, R_{1-2} и R_{2-2} используется импульсный метод, а для измерения разностей $R_{1-2}-R_{1-1}$ и $R_{2-2}-R_{2-1}$ используется фазовый метод. Комбинированный метод обеспечивает измерение с достаточной точностью абсолютных дальностей и с высокой точностью относительных дальностей. Высота полёта оценивается комплексной системой на основе лазерного высотомера и баровысотомера. Полученная информация обрабатывается бортовым вычислителем с целью оценки расстояний до отражателей, бокового отклонения и угла сноса БЛА относительно средней линии ВПП. Анализ соотношений между вычисленными углами α_{1a} и α_{2a} определяет знаки бокового отклонения и угла сноса. При известных координатах наземных отражателей вычисляется траектория подлёта БЛА к ВПП и угол рысканья в аэродромной и нормальной земной системах координат. Полученная информация или непосредственно передаётся в автопилот для выполнения автоматической посадки по заданной программе, или ис-

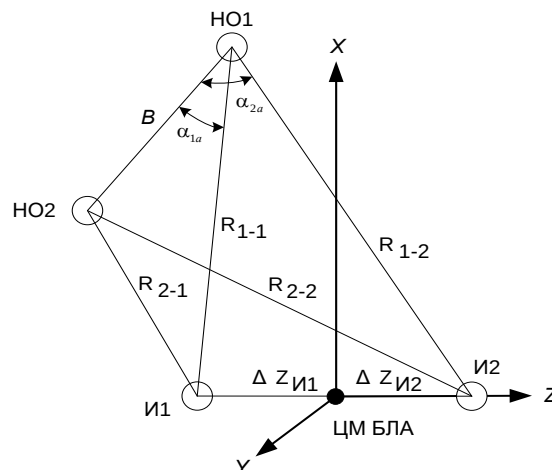


Рис. 1

3. Заключение

В условиях интенсивных внешних помех большая часть средств навигационной поддержки полётов беспилотной авиации окажется недоступной. Предложенный альтернативный методы навигационных определений позволяет получить навигационные параметры, необходимые для приведения БЛА к ВПП и обеспечения автоматической посадки при отсутствии навигационной поддержки СРНС.

4. Список литературы

- [1] Комплексы с беспилотными летательными аппаратами ; в 2 кн. : Роботехнические комплексы на основе БЛА. Монография / Под ред. В. С. Вербы, Б. Г. Татарского. — М. : Радиотехника, 2016. — Кн. 2. — 824 с.
- [2] Летунов, Д. А. Автопилот для лёгкого беспилотного летательного аппарата / Д. А. Летунов, А. Т. Кизимов, М. А. Лебедев // Проблемы управления : научный журнал. — М., 2011. — № 6. — С. 73 — 77.

THE PROBLEM OF GUIDANCE OF UNMANNED AIRCRAFT ON THE RUNWAY USING RADAR MEASUREMENTS

Kizimov A. T., Guzanova A. E., Smirnova N. A.

Scientific adviser: Kizimov A. T.

Rybinsk State Aviation Technical University
named after P. A. Solov'yov, Russia

Abstract — A variant of the on-board radar system for measuring the coordinates and angle of drift of UAVs in the immediate vicinity of the runway is considered.

РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОГО БОРТОВОГО КОМПЬЮТЕРА ДЛЯ АВТОМОБИЛЯ

Лукьянчиков А. В., Тюнин В. И., Голованов Н. А.
 Научный руководитель: канд. техн. наук Лукьянчиков А. В.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: brain75@mail.ru

Аннотация — Разработан недорогой современный универсальный автомобильный бортовой компьютер.

1. Введение

Неотъемлемой частью любого современного автомобиля является электронный блок управления его системами. Данную задачу берет на себя бортовой компьютер, однако многим автомобилистам часто недостаёт функционала штатного устройства.

2. Основная часть

Характерной особенностью разработанного устройства является совместимость не только со штатным набором датчиков, но и возможность пользовательской конфигурации. Упрощенная структурная бортового компьютера автомобиля изображена на рис. 1.

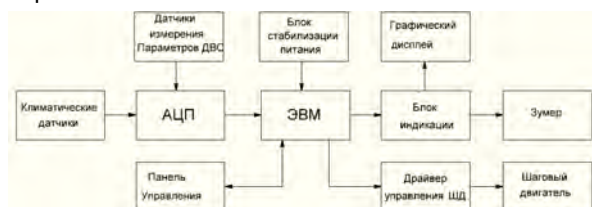


Рис. 1

Сигнал с датчиков поступает на внешний аналого-цифровой преобразователь (АЦП), конвертируется и передается на микроконтроллерное устройство (MCU), в котором осуществляется обработка и накопление полученных данных. Микроконтроллерное устройство также осуществляет вывод полученных данных на экран итоговой информации.

В качестве MCU используется микроконтроллер Atmega 2560. Расположение выводов микроконтроллера изображена на рис. 2.

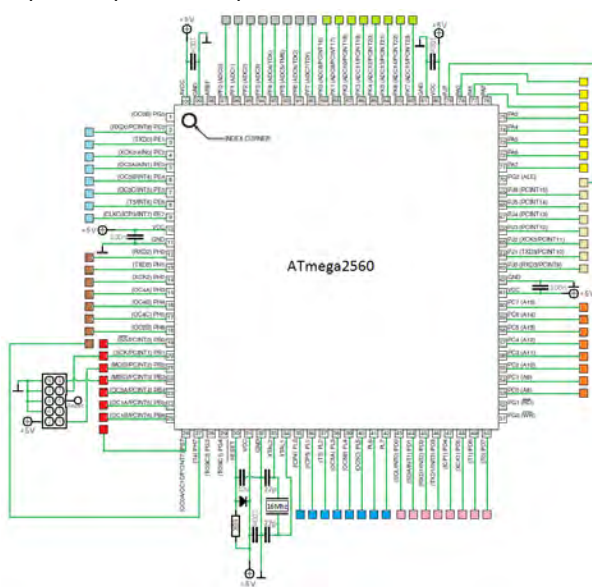


Рис. 2

Блок стабилизации необходим для устранения скачков напряжения питания бортовой сети автомобиля, а так же для поддержания постоянного питающего напряжения 5 В (в зависимости от нагрузки и оборотов двигателя напряжение бортовой сети колеблется в диапазоне от 10,5 до 14,5 В).

Отдельно реализована система управления климат контролем с использованием шагового двигателя. Для этого в систему введен драйвер шагового двигателя и реализована логика управления шаговым двигателем в микроконтроллерном устройстве. Для определения лимитов вращения шагового двигателя предусмотрены цифровые концевые датчики.

Для разрабатываемого устройства выбран графический дисплей, являющийся наиболее информативным из всех доступных. Особенностью выбранного дисплея является поддержка им опции «Лупа». Опция «Лупа» используется для более детального просмотра графической информации.

В дальнейшем планируется расширение функционала бортового компьютера, в том числе возможность сохранения настроек, графиков зависимостей, измерений в облачном сервисе посредством GSM модема. Такая опция использует технологию «Интернет вещей». Данная технология позволит получить доступ к логам показаний датчиков автомобиля всем заинтересованным лицам, в том числе производителю автомобиля, сервисному центру обслуживания автомобиля и т.д.

3. Заключение

Таким образом, разработан универсальный бортовой компьютер. В процессе разработки проведено исследование в результате, которого установлено что выбранный контроллер функционально избыточен и может быть заменен на более простой.

4. Список литературы

- [1] Бортовой компьютер [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://kakvybrat.info/avto_bortovoy_kompyuter.
- [2] ATmega 2560 [Электронный ресурс] / Arduino. — Режим доступа: <http://androm12.blogspot.com/2013/10/arduino-bootloader-atmega.html>.

DEVELOPMENT OF A UNIVERSAL ON-BOARD CAR COMPUTER

Lukyanchikov A. V., Tyunin V. I., Golovanov N. A.
 Scientific adviser: Lukyanchikov A. V.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — An inexpensive, modern car computer was developed.

ЗАТУХАНИЕ РАДИОИМПУЛЬСНЫХ СИГНАЛОВ В СРЕДЕ НАД УГЛЕВОДОРОДАМИ

Янушкевич В. Ф., Заяц Е. Ю.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Янушкевич В. Ф.

Полоцкий государственный университет, Беларусь

E-mail: yanushkevich-09@mail.ru

Аннотация — Приведены результаты расчета характеристик излучения антенны, рассмотрены вопросы взаимодействия радиоимпульсных сигналов с анизотропными средами над углеводородными залежами. Результаты исследований могут быть использованы в поисковой геофизике

1. Введение

Современные методы электромагнитной разведки требуют базы уникальной информации об установленных на данный момент сведениях о свойствах углеводородов. Такие знания служат надежным инструментом при поиске, оконтуривании и идентификации залежей нефти и газа с помощью электромагнитных методов георазведки.

2. Основная часть

Рассмотрим процесс взаимодействия ЭМВ с углеводородными залежами (УВЗ) в режиме импульсного сигнала вида:

$$U(f) = \frac{U \cdot \tau_u}{2} \cdot \frac{\sin \frac{(\omega - \omega_0) \cdot \tau_u}{2}}{(\omega - \omega_0) \cdot \tau_u} + \frac{\sin \frac{(\omega + \omega_0) \cdot \tau_u}{2}}{(\omega + \omega_0) \cdot \tau_u} \quad (1)$$

где $\frac{U \cdot \tau_u}{2} = 1$ — амплитуда радиоимпульса;

$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$ — частота радиоимпульса;

ω_0 — несущая частота радиоимпульса;

τ_u — длительность радиоимпульса.

Коэффициент затухания

$$\alpha_2 = \text{Im}(\dot{\gamma}_2),$$

где постоянная распространения волны

$$\dot{\gamma}_2 = j \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot f}{c} \cdot \sqrt{\epsilon_2} = \psi(F).$$

$$\text{Здесь } F = \frac{\tau}{T} \cdot \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{\sin(\pi \cdot n \cdot F_1 \cdot \tau)}{\pi \cdot n \cdot F_1 \cdot \tau}, \quad (2)$$

T , F_1 , n — период, частота импульса и номер гармоники.

Диэлектрическая проницаемость среды над УВЗ ϵ_2 определяется по формуле, приведенной в [1] с учетом многослойности среды [2].

Процесс взаимодействия ЭМВ с локальным включением на трассе распространения радиоволн можно представить в виде режима наклонного падения плоской волны с вертикальной поляризацией в среде с параметрами ϵ_0 , μ_0 , δ_0 на безграничную поверхность с анизотропным импедансом. Данная ЭМВ возбуждается с помощью переносного передатчика, перемещаемого вдоль исследуемого профиля. Зависимость затухания от номера гармоники сигнала показана на рис. 1.

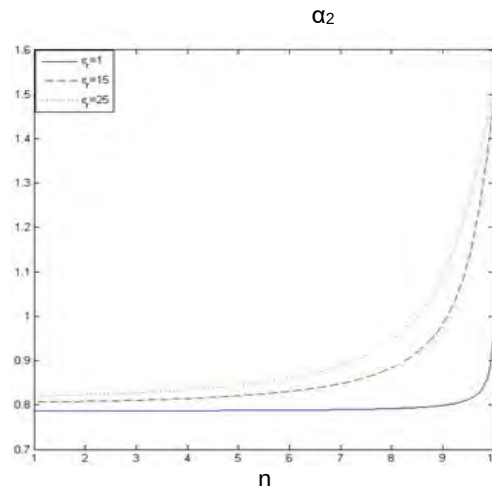


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, с ростом номера гармоники затухание ЭМВ увеличивается. Это объясняется увеличением ширины спектра.

4. Список литературы

- [1] Янушкевич, В. Ф. Влияние параметров анизотропной среды над углеводородами на затухание радиоимпульсных сигналов / В. Ф. Янушкевич // Вестник ПГУ. Серия С: Фундаментальные науки. Физика. — Новополоцк, 2017. — № 12. — С. 55 — 61.
- [2] Заяц, Е. Ю. Влияние многослойности на процесс обнаружения углеводородных залежей / Е. Ю. Заяц, В. Ф. Янушкевич. — Минск: Доклады БГУИР, 2016. — № 2(96). — С. 119 — 122.

DETERIORATION OF RADIO-IMPULSE SIGNALS IN THE MEDIUM OVER HYDROCARBONS

Yanushkevich V. F., Zayats E. Yu.,

Scientific adviser: Yanushkevich V. F.

Polotsk State University, Republic of Belarus

Abstract — The problems of interaction of radio impulse signals with anisotropic media over hydrocarbon deposits are considered. The results of the research can be used in search geophysics.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ АЛГОРИТМА ПОСТРОЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ КОРПУСА ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Гейстер С. Р., Нгуен Т. Т.

Научный руководитель: д-р. техн. наук, проф. Гейстер С. Р.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: thairti@gmail.com

Аннотация — Формирование радиолокационного изображения (РЛИ) корпуса летательного аппарата (ЛА) является одной из основных задач при построении изображения ЛА, осуществляющего полет на малых и предельно малых высотах. По РЛИ корпуса объекта можно определить его длину. Это один из признаков распознавания класса мало-высотных целей.

1. Введение

Условие сверхразрешения по угловым координатам в радиолокаторе может быть достигнуто путем использования обращенного синтеза апертуры антенны (ОСАА), при котором не требуется антенна большого размера. Поэтому применение ОСАА позволяет получить азимутальное изображение объекта, а также реализовать малогабаритный и более дешевый радиолокатор.

2. Основная часть

По аналогии с алгоритмом ОСАА, рассмотренным в работе [1] применительно к построению изображения наземных (надводных) объектов, рассматривается алгоритм построения изображения корпуса ЛА в радиолокационном датчике (РЛД). Облик такого датчика приведен в работе [2]. При этом необходимо учитывать следующие особенности:

— РЛД работает в двух режимах с использованием монохроматического (МХЗС) и линейно-частотно-модулированного зондирующего сигнала;

— построение изображения корпуса ЛА при ОСАА с полной фокусировкой приводится в режиме с использованием МХЗС.

Для использования алгоритма ОСАА с полной фокусировкой предполагается, что на траектории полета ЛА вдоль его длины расположены J_K каналов фокусировки (см. рис. 1), параметры которых согласованы с координатами и параметрами движения объекта.

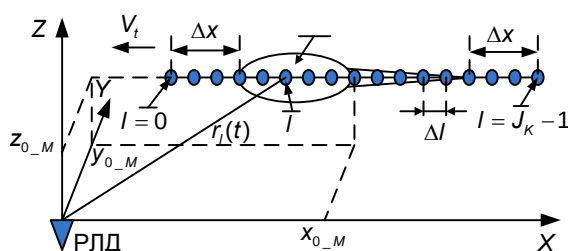


Рис. 1

Поскольку в ходе ОСАА координаты и параметры движения (модуль и направление вектора скорости) измеряются с некоторыми ошибками, возникает необходимость увеличения интервала, в котором строится радиолокационное изображение, на величину $2\Delta x$.

Введем допущения, ограничение и требование:

— допущения: начальное положение центра ЛА известно (x_{0_M} , y_{0_M} , z_{0_M}), ЛА движется прямолиней-

но с постоянной скоростью V_t по оси ОХ ($V_t < 0$ - ЛА приближается к РЛД, $V_t > 0$ — удаляется от РЛД);

— ограничение: ЛА может иметь размер от L_{min} до L_{max} , тогда число каналов фокусировки $J_K = \text{ceil}((L_{max} + 2\Delta x)/\Delta l)$, $\text{ceil}()$ — оператор округления;

— требование: интервал линейной расстановки центров синтезированных диаграмм должна быть равна Δl .

Тогда с учетом этого алгоритм ОСАА для корпуса ЛА с полной фокусировкой имеет следующий вид

$$\xi_l = \sum_{j=0}^{N-1} U_p(jT_d) \exp(-i2kr_l(jT_d)),$$

где $r_l(t) = \sqrt{z_{0_M}^2 + y_{0_M}^2 + x_l(t)^2}$; $k = 2\pi/\lambda$ — вол-

новое число; $x_l(t) = x_{0_M} + V_t \cdot t - \frac{V_t \cdot T_c}{2} - \frac{J_K}{2} \Delta l +$

$+(l + 0,5) \cdot \Delta l$; N — число отчетов; $l = \overline{0, J_K - 1}$ — но-

мер канала обработки; $j = \overline{0, N-1}$ — номер отчета

сигнала; T_d — период дискретизации; T_c — время

синтеза; $U_p(t)$ — комплексная огибающая сигнала,

отраженного от ЛА.

3. Заключение

Рассмотренный алгоритм ОСАА в РЛД обеспечивает построение изображения корпуса ЛА. Полученное изображение позволяет определить длину корпуса и распознавать класс ЛА.

4. Список литературы

- [1] Гейстер, С. Р. Радиолокационные датчики с обращенным синтезом апертуры антенны и варианты их применения для обнаружения и классификации движущихся наземных (надводных) объектов / С. Р. Гейстер, А. Е. Виноградов, Е. К. Жарылгапов // Наука и военная безопасность (Минск). — 2009. — № 4(24). — С. 11 — 16.
- [2] Гейстер, С. Р. Облик радиолокационного датчика обнаружения и распознавания низколетящих целей, использующего обращенный синтез апертуры антенны / С. Р. Гейстер, Т. Т. Нгуен // Наука и военная безопасность (Минск). — 2017. — № 1(51). — С. 22 — 27.

SOME FEATURES OF THE IMAGING ALGORITHM FOR AIRFRAME

Heister S. R., Nguyen T. T.

Scientific adviser: Heister S. R.

Belarussian State University Of Informatics And Radioelectronics, Belarus

Abstract — The formation of a radar image of the aircraft body is one of the main tasks in the construction of the image of the aircraft flying at low and very low altitudes. By radar image of the body of the object, its length can be determined. This is one of the signs of recognition of the class of low-altitude targets.

СПУТНИКОВЫЕ РАДИОМАЯКИ ARGOS КАК ИНСТРУМЕНТ МОНИТОРИНГА ЛЕДОВОЙ ОБСТАНОВКИ

Мотыжев С. В., Безгин А. А., Лунев Е. Г., Юркевич Н. Ю.

Научный руководитель: д-р техн. наук Мотыжев С. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: bezghinaa@gmail.com

Аннотация — Представлены результаты разработки и применения спутникового радиомаяка, предназначенного для дистанционного мониторинга движения айсбергов и ледовых полей с передачей результатов измерений через спутниковую систему связи Argos.

1. Введение

Широкое освоение ресурсов российской Арктики невозможно без создания комплексной системы гидрометеорологического контроля арктического региона, составной частью которой является система слежения за перемещением потенциально опасных ледовых объектов (айсбергов, ледовых полей) в районах шельфовой нефтегазодобычи. Для решения этой задачи разработан спутниковый радиомаяк типа *iceST/20*. Малые габаритные размеры позволяют производить установку радиомаяка на ледовые образования с помощью вертолета. Передача измерительных данных осуществляется с помощью спутниковой системы связи Argos [1].

2. Основная часть

На рис. 1 показана структурная схема (а) и внешний вид (б) спутникового радиомаяка *iceST/20*. Корпус радиомаяка представляет собой стеклопластиковую сферу диаметром 20 см, внутри которой размещены передатчик спутниковой связи *MT105AM* системы Argos со штыревой антенной, приемник GPS/Глонасс, герконовый выключатель, измеритель температуры корпуса и блок питания.

Передатчик *MT105AM* выполнен по схеме синтеза рабочей частоты из частоты высокостабильного опорного генератора. Несущая частота выходного сигнала 401,644 МГц, излучаемая мощность — 1,3 Вт. Используется модуляция *BPSK* с немодулированной преамбулой для возможности определения координат доплеровским способом [2]. Режим работы — циклический со скважностью около 175.

В источнике питания применены литий-тионилхлоридные элементы типа *ER34615M*, способные работать при низких отрицательных температурах и обеспечивающие автономную работу радиомаяка в течение не менее четырех месяцев. Радиомаяк оснащен магнитным выключателем, устройством определения попадания в воду и штангой для закрепления радиомаяка во льду.



Рис. 1

Принцип работы основан на определении траекторных характеристик радиомаяка при помощи встроенного приемника GPS/Глонасс. Синхронно с

ежечасным измерением координат производится измерение температуры корпуса радиомаяка и напряжения его источника питания. В качестве приемника GPS/Глонасс применен модуль *Quectel L86*. Предусмотрен альтернативный способ получения координат доплеровским методом системы Argos.

Серийное производство радиомаяков *iceST/20* освоено на севастопольском предприятии «Марлин-Юг». В настоящее время в рамках программ развития топливно-энергетического комплекса РФ в полярных морях действует сеть оперативного контроля траекторий движения айсбергов и других ледовых образований. На рис. 2 показаны точки постановки радиомаяков в Карском море и море Лаптевых.

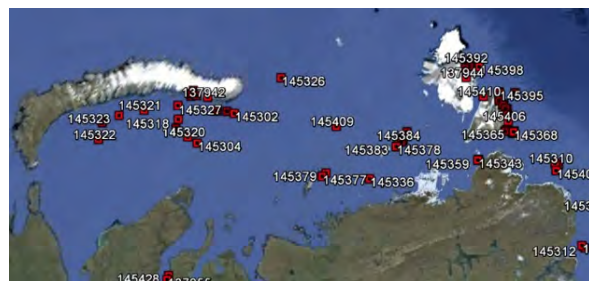


Рис. 2

3. Заключение

Разработанный спутниковый радиомаяк *iceST/20* и технология его применения позволяют существенно расширить возможности дистанционного оперативного мониторинга движения ледовых образований в арктической зоне РФ.

4. Список литературы

- [1] Безгин, А. А., Юркевич Н. Ю. Современные системы спутниковой связи и особенности их применения для решения задач оперативной океанографии / А. А. Безгин, Н. Ю. Юркевич // Матер. молодежной науч. конф. «Комплексные исследования морей России : оперативная океанография и экспедиционные исследования», 25 — 29 апр. 2016 г. — Севастополь : ФГБУН МГИ, 2016. — С. 88 — 92.
- [2] Опыт использования возможностей спутниковой системы Argos-3 для передачи информации и определения координат морских дрейфующих буев / А. А. Безгин, С. В. Мотыжев, Е. Г. Лунев, С. Р. Литвиненко // Вестник Южно-Урал. госуниверситета. Сер. Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. — 2015. — Т. 15. — № 2. — С. 5 — 11.

ARGOS SATELLITE BEACONS AS THE ICE MONITORING TOOL

Motyzhev S. V., Bezgin A. A.,

Lunev E. G., Urkevich N. Yu.

Scientific adviser: Motyzhev S. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of the development and application of a satellite beacon are presented. Beacon is designed for GPS/Glonass monitoring of the movement of ice fields and icebergs in polar seas with the transmission of measurement results via the Argos satellite communication system.

ЛЕДОВАЯ МЕТЕОСТАНЦИЯ С ПЕРЕДАЧЕЙ ДАННЫХ ЧЕРЕЗ IRIDIUM

Воликов М. С., Дыкман В. З., Лунев Е. Г., Толстошеев А. П.
 Морской гидрофизический институт РАН, Россия
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: marlin@marlin-yug.com

Аннотация — Представлено описание автономной метеостанции, оснащенной системой передачи данных по спутниковому каналу связи системы *Iridium* и функционирующей в составе действующей наблюдательной системы в арктическом регионе.

1. Введение

Работы научно-технической направленности в Арктике приобретают все большее значение по мере освоения этого региона. В настоящее время приобретают актуальность задачи по разработке и применению морских наблюдательных систем контроля гидрологических и метеорологических параметров, адаптированных для использования в условиях данного региона. В частности, информационно-измерительная система на основе дрейфтеров, функционирующая в оперативном режиме, сегодня является неотъемлемым компонентом глобальной системы наблюдений Арктики и Мирового океана в целом [1].

2. Основная часть

Настоящая разработка представляет собой автономную метеостанцию, конструктивно адаптированную к применению в арктических условиях. Метеостанция предназначена для сезонного, ограниченного во времени, дистанционного мониторинга метеорологической обстановки покрытых льдом акваторий. Ограничения по времени функционирования связаны с условиями перехода арктических водоемов от фазы ледостава в фазу разрушения ледового покрова в весенне-летнем периоде. Эти условия предполагают безвозвратную потерю оборудования, что, в свою очередь, накладывает ограничения на стоимостные показатели метеостанции.

Измерительные каналы метеостанции включают в себя систему датчиков, позволяющих производить измерения с периодичностью 10 минут следующих параметров: средние скорость и направление ветра, максимальная скорость ветра, температура воздуха, атмосферное давление. Местоположение метеостанции определяется по данным встроенного приемника глобальной системы позиционирования GPS/ГЛОНАСС. Передача результатов измерений производится в оперативном режиме через спутниковую систему *Iridium*. Время автономной работы — не менее 4 месяцев.

Метеостанция состоит из мачты-треноги и выносного блока. На мачте-треноге установлены датчики параметров ветра и температуры воздуха. Выносной блок представляет собой стеклопластиковую сферу, внутри которой размещены терминал спутниковой связи *Iridium*, приемник GPS/ГЛОНАСС, контроллер, блок питания. Снаружи корпуса размещены баропорт канала измерения атмосферного давления, выключатель и герметизированный разъем для подключения кабеля, обеспечивающего электропитание выносных блоков и передачу данных.

В качестве датчика параметров ветра используется чашечный анемометр с флюгером *Davis 6410 (Davis Instruments)*.

Алгоритм обработки данных датчика реализует методику векторного осреднения скорости [2] и направления ветра по временному отрезку, равному 10 мин, на основе осреднения мгновенных значений компонент скорости ветра.

Максимальная скорость ветра (порывы) определяется как максимальное значение из множества мгновенных скалярных значений скорости ветра в общем отрезке времени осреднения 10 минут.



Рис. 1

Первый экспериментальный образец метеостанции произведен предприятием ООО «Марлин-Юг». В настоящее время производится его апробация в реальных арктических условиях и осуществляется подготовка к серийному производству.

3. Заключение

Метеостанция рассмотренного типа является недорогим и полностью автономным устройством. Находясь в составе региональных комплексных наблюдательных систем, такие устройства позволяют осуществлять контроль метеобстановки в труднодоступных стратегически важных районах севера.

4. Список литературы

- [1] Опыт применения термопрофилирующих дрейфтеров для исследований арктического региона Мирового океана / С. В. Мотыжев, Е. Г. Лунев, А. П. Толстошеев, Е. М. Быков // Журнал «Арктика : экология и экономика». — 2016. — №1 (21). — С. 38 — 45.
- [2] Papadopoulos, K. H. An Analysis of Wind Direction and Horizontal Wind Component Fluctuations over Complex Terrain [Электронный ресурс] / К. Н. Papadopoulos, С. G. Helmis, G. T. Amanatidis. — Режим доступа: [https://doi.org/10.1175/15200450\(1992\)031<1033:AAOWDA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/15200450(1992)031<1033:AAOWDA>2.0.CO;2).

ICE MOUNTED WEATHER STATION WITH IRIDIUM DATA TRANSFER SYSTEM

Volikov M. S., Dykman V. Z.,
 Lunev E. G., Tolstosheev A. P.
 Marine Hydrophysical Institute of RAS, Russia
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The description of the autonomous weather station equipped with the system of data transmission via the IRIDIUM communication channel, functioning as part of the actual observation system in the Arctic region is presented.

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПОВЕРКИ ЧАСТОТОМЕРОВ

Кравченко И. В., Кузьмин А. А., Вертегел В. В.

Инжиниринговый центр изделий микро- и наноэлектроники СевГУ, Россия

E-mail: kravchenkort@gmail.com

Аннотация — В статье представлены результаты разработки аппаратно-программного комплекса для автоматизации поверки частотомеров электронно-счетных серии 53150. Приведена возможная реализация разработанного комплекса и внешний вид разработанного программного обеспечения. Рассмотрены преимущества разработанного комплекса.

1. Введение

Разработанный комплекс позволяет автоматизировать процедуру поверки частотомеров электронно-счетных серии 53150 [1]. На базе разработанного комплекса можно реализовать аналогичный комплекс поверки для любого современного измерительного прибора, который поддерживает язык команд SCPI.

2. Основная часть

Аппаратно-программный комплекс (АПК) автоматизированной поверки частотомеров состоит из аппаратной и программной части. Аппаратная часть содержит персональный компьютер (ПК), поверяемый частотомер (ПЧ), измерительные приборы (ИП) и оснастку для проведения поверки. Все устройства аппаратной части подключаются к ПК при помощи интерфейсов LAN, USB или COM. Если прибор оснащен только интерфейсом GPIB и не имеет LAN, USB или COM, для его подключения необходимо использовать преобразователь интерфейсов [1].

Структурная схема АПК при выполнении одного из этапов поверки показана на рис. 1.

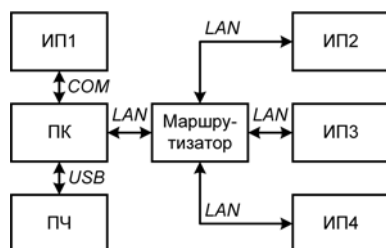


Рис. 1

Пример реализации программно-аппаратного комплекса изображен на рис. 2.



Рис. 2

В приведенной реализации АПК для управления процедурой поверки используется ноутбук. Поверяемый частотомер находится в центре стэнда и под-

ключен к ноутбуку при помощи преобразователя интерфейсов GPIB-USB. Остальные приборы объединены в сеть при помощи маршрутизатора.

На ПК установлено разработанное программное обеспечение (ПО) на кроссплатформенном языке программирования Java, что позволяет использовать ПК на базе операционных систем Windows, Linux или macOS. Главное окно ПО показано на рис. 3.

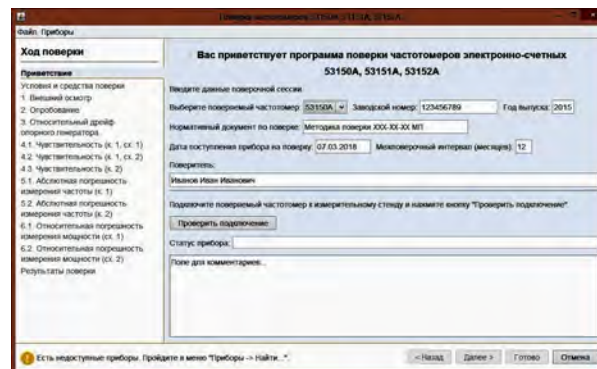


Рис. 3

Главное окно ПО содержит панель меню (сверху), список этапов поверки (слева), панель текущего этапа поверки (в центре), панель состояния и кнопки навигации (внизу).

Программа в автоматическом режиме производит поиск всех доступных приборов в сети и получает их адреса (для LAN) или номера портов (для USB и COM). После этого пользователем поэтапно проводится процедура поверки прибора, в результате которой в автоматическом режиме формируется протокол в формате PDF.

3. Заключение

Разработанный АПК позволяет автоматизировать все этапы поверки частотомеров электронно-счетных серии 53150. Использование АПК позволяет значительно уменьшить время, необходимое для поверки прибора, и исключить влияние человеческого фактора на результаты поверки.

4. Список литературы

- [1] Agilent 53150A/53151A/53152A. Programming Guide [Электронный ресурс] / Keysight Technologies. — Режим доступа: https://www.keysight.com/upload/cmc_upload/All/53150-90014_prog_guide_screen.pdf.

HARDWARE-SOFTWARE COMPLEX FOR AUTOMATIC FREQUENCY COUNTER VERIFICATION

Kravchenko I. V., Kuzmin A. A., Vertegel V. V.
Engineering Center of Micro- and
Nanoelectronics Devices SevSU, Russia

Abstract — Hardware-software complex for automation of 53150-series frequency counter verification process is presented in the paper. Verification complex appearance and main window of developed software are presented. Main advantages of designed complex are considered.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОМ НА БАЗЕ WI-FI МОДУЛЯ ESP8266 ESP-12E

Шевченко Н. В., Поправкин А. П.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Шевченко Н. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: popravkin97@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена реализация системы дистанционного управления роботом со смартфона на базе Wi-Fi модуля ESP8266 ESP-12E. Представлена блок-схема системы и её графический интерфейс.

1. Введение

За последние 20 лет развитие технологии Wi-Fi достигло больших успехов, особенно в сфере связи. Почти каждое мобильное устройство сегодня поддерживает данную технологию. Последние несколько лет активно разрабатываются и внедряются разнообразные устройства и программы, позволяющие управлять различными приборами через Wi-Fi сети, в том числе и роботами. Управлять роботом со смартфона удобно, так как это не требует использования отдельного пульта управления.

2. Основная часть

В основе системы дистанционного управления лежит использование отладочной платы NodeMCU v3 [1] на базе Wi-Fi модуля ESP8266 ESP-12E. Данная плата имеет встроенный USB-UART конвертер CH340G, что значительно упрощает работу с Wi-Fi модулем. Для программирования платы используется модифицированная среда разработки Arduino IDE. Используемый модуль поддерживает стандарты 802.11 b/g/n [2]. Стандарт 802.11n позволяет осуществлять беспроводную передачу информации на расстоянии до 75 м в помещении и 250 м на открытом пространстве.

Для связи смартфона с Wi-Fi модулем используется система RemoteXY. Это система разработки и использования мобильных графических интерфейсов для управления контроллерами со смартфона или планшета. В состав системы входят:

- редактор мобильных графических интерфейсов для контроллеров [3];
- мобильное приложение RemoteXY, позволяющее подключаться к контроллеру и отображать графические интерфейсы.

В онлайн-редакторе разрабатывается графический интерфейс управления, затем генерируется исходный код программы для микроконтроллера, реализующей интерфейс. Структура интерфейса хранится в контроллере. При подключении отсутствует какое-либо взаимодействие со сторонними серверами загрузки интерфейса. Структура интерфейса загружается в мобильное приложение из контроллера.

В качестве примера на рис. 1 показана блок-схема разработанной системы дистанционного управления моделью танка.



Рис. 1

На рис. 2 показан простой графический интерфейс разработанной системы управления.



Рис. 2

3. Заключение

Преимуществом разработанной системы дистанционного управления роботом по Wi-Fi каналу связи со смартфона по отношению к другим подобным системам является её простота и надёжностью. Для использования данной системы достаточно базовых знаний в программировании микроконтроллеров.

4. Список литературы

- [1] NODEMCU_DEVKIT_V1.0.PDF [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://github.com/nodemcu/nodemcu-devkit-v1.0/blob/master/NODEMCU_DEVKIT_V1.0.PDF.
- [2] Группа стандартов WiFi IEEE 802.11 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://wi-life.ru/texnologii/wi-fi/wi-fi-standarty>.
- [3] Дистанционное управление Arduino - RemoteXY [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://remotexy.com/ru>.

DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR ROBOT'S REMOTE CONTROL ON THE WI-FI MODULE ESP8266 ESP-12E

Shevchenko N. V., Popravkin A. P.
Scientific adviser: Shevchenko N. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The implementation of the remote-control system of the robot with using a smartphone, based on Wi-Fi module ESP8266 ESP-12E, is considered. The block diagram of the system and its graphical interface is presented.

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ДЛЯ БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ КОММУТАЦИОННОГО АППАРАТА

Кузьмин А. С., Широков И. Б.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: math_formula1@mail.ru

Аннотация — Разрабатываемый источник питания предназначенный для коммутационного аппарата состоит из корректора коэффициента мощности (ККМ); двухтактного импульсного преобразователя, построенного по схеме полумоста с гальванической развязкой входа и выхода; выходной цепи. В схемотехнической реализации выходной цепи заключается особенность разрабатываемого источника питания. Управление выходной цепью осуществляется с помощью микроконтроллера PIC12F675.

1. Введение

В ряде случаев при эксплуатации электротехнических систем возникает необходимость подключения и отключения потребителей энергии, например, при возникновении аварии — короткого замыкания. Такая операция требует быстрой коммутации токов большой величины. Для этих целей широко применяются вакуумные коммутационные аппараты. Как и любое активное устройство коммутационный аппарат должен обеспечивать высокую стабильность режимов работы коммутационного аппарата, поскольку от этого зависит качество работы электросетей в целом.

2. Основная часть

Необходимость применения корректора коэффициента мощности на входе импульсного преобразователя регламентируется требованиями по электромагнитной совместимости устройства и питающей сети в соответствии с ГОСТ Р 51317-2000. Стандартом МЭК IEC 1000-3-2 нормируется гармонический состав потребляемого тока и коэффициент мощности для устройств, потребляющих более 50 Вт. Применение корректора коэффициента мощности повышает энергетическую эффективность источника питания.

Разрабатываемый источник питания должен обеспечивать питание конденсаторов включения высокого напряжения для запуска электромагнитного реле, являющегося функциональным элементом вакуумного ключа, и дополнительного низковольтного оборудования. Суммарная выходная мощность источника составляет 261 Вт. Наиболее эффективной топологией импульсного преобразователя является топология полумост. Такая топология обеспечивает заданную выходную мощность, энергетическую эффективность и оптимальную стоимость преобразователя.

Для коммутационного аппарата требуется реализовать источник питания с двумя различными по напряжению и мощности выходами. Это ведет к построению схемотехнически сложной выходной цепи. В работе предлагается другой подход, по которому обеспечивается одновременное питание в разных нагрузках благодаря использованию вынужденной коммутации низковольтной цепи, к которой питание подводится через цепь обратной связи на первичную часть преобразователя.

На рис. 1 показана структурная электрическая схема выходной цепи источника питания.

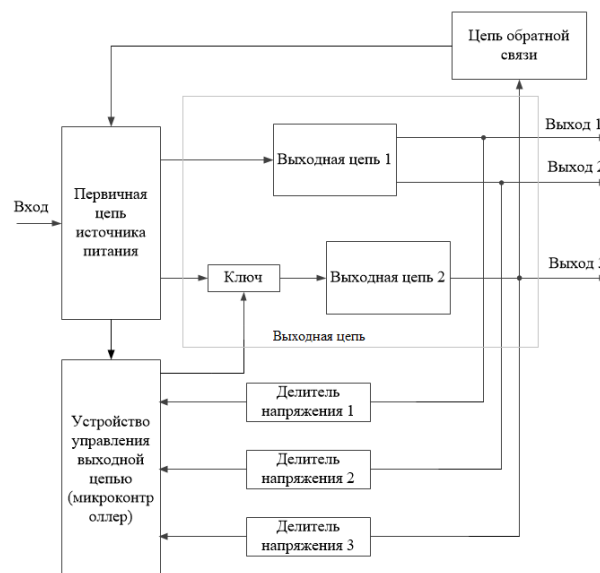


Рис. 1

Специфика разрабатываемого источника питания заключается в том, что его выход состоит из двух выходных цепей (выходная цепь 1 и выходная цепь 2). Выходная цепь 1, состоящая из конденсаторов включения является основной и предназначена для питания электромагнитного реле коммутационного аппарата. Выходная цепь 2, которая связана с выходной цепью 1 логикой управления, является дополнительной и применяется для питания модулей релейно-защитной автоматики (РЗА), модулей дискретных входов/выходов. Также цепь 2 выступает в качестве источника заряда аккумулятора.

3. Заключение

Такая схемотехническая реализация выходной цепи является относительно простой и позволяет улучшить энергетические показатели источника питания в целом.

SPECIALIZED POWER SUPPLY FOR THE CONTROL UNIT OF SWITCHING APPARATUS

Kuzmin A. S., Shirokov I. B.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The developed power supply designed for the switching device consists of: a power factor corrector (PFC); two-stroke pulse converter, constructed according to the scheme of half-bridge with galvanic isolation of input and output; output circuit. The implementation of the output circuit is a feature of the developed power supply. The output circuit is controlled by the PIC12F675 microcontroller.

МЕТОД СЕЛЕКЦИИ ОБНАРУЖЕННЫХ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ ПО ПРИЗНАКУ ИХ ВЗАИМНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ

Афонин И. Л., Крушати́н М. С.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище им. П. С. Нахимова, Россия

E-mail: ms..k@mail.ru

Аннотация — В работе предложен метод автоматической селекции обнаруживаемых РЛС БПЛА надводных целей в групповом объекте по геометрическому признаку, позволяющий принять решение об отнесении каждой из них к классу «охраняемых» или «охраняющих».

1. Введение

В процессе обработки информации в различных автоматизированных системах управления часто возникает необходимость выделить массив целей, принадлежащих ядру группы (определяющих тип группы). Одним из признаков, используемом для решения подобной задачи, является геометрический признак (признак положения цели в группе относительно других целей) [1, 2].

Целью данной работы является получение логической оценки защищенности каждой конкретной цели в группе по их взаимному расположению путем осуществления селекции обнаруженных в группе целей на охраняемые и охраняющие.

2. Основная часть

Под геометрическими характеристиками далее понимаются прямоугольные координаты целей (x, y), прошедших селекцию на истинность, измеряемые активным радиолокационным каналом, характеризующее взаимное положение целей в группе. Тогда такие координаты являются исходными величинами и вводятся в численном виде, составляя образ-вектор обнаруженной цели $a_i, i=1, N$.

Для осуществления селекции прежде всего вычисляются попарные расстояния между N обнаруженными целями и строится матрица попарных расстояний

$$s_{ij} = \sqrt{|x_i - x_j|^2 + |y_i - y_j|^2};$$

$$S_{ij} = \|s_{ij}\|_{N \times N},$$

после чего вычисляется среднее значение матрицы

$$\bar{s} = \frac{1}{N^2} \sum_{i,j} s_{ij}.$$

Среднее значение принимается в качестве порогового значения, с которым сравниваются все элементы матрицы S_{ij} . По результатам сравнения формируется двоичная матрица связности

$$L = \|l_{ij}\|_{N \times N},$$

исходя из условия

$$l_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } s_{ij} < \bar{s} \\ 0, & \text{если } s_{ij} > \bar{s} \end{cases}$$

Цели считаются связанными, если $l_{ij}=1$ и не связанными, если $l_{ij}=0$.

Для каждой цели подсчитывается число связей

$$n_i = \sum_{j=1}^N l_{ij}$$

и из полученного одномерного массива выбирается наибольшее значение

$$n_{\max} = \max n_i.$$

Вычисляется среднее значение числа связей

$$\bar{n} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N n_i.$$

Для каждой цели вычисляется отношение

$$c_i = \frac{n_i}{n_{\max}}.$$

Разделяющая функция задается порогом,

$$P = \frac{\bar{n}}{n_{\max}}.$$

а решающее правило формулируется как

$$f(a_i) = \begin{cases} 1, & \text{если } c_i > P \Rightarrow a_i \in \Omega_{\text{я}}^{\text{П}} \\ 0, & \text{если } c_i < P \Rightarrow a_i \in \Omega_{\text{охр}}^{\text{П}} \end{cases},$$

где $\Omega_{\text{я}}^{\text{П}}$ — массив охраняемых целей, определяемый по геометрическому признаку; $\Omega_{\text{охр}}^{\text{П}}$ — массив охраняющих целей, определяемый по геометрическому признаку; $f(a_i)$ — логический признак (индекс) принадлежности цели a_i к массиву охраняемых или охраняющих целей.

3. Заключение

Таким образом, задача получения логической оценки защищенности каждой конкретной цели в группе по геометрическому признаку решается за счет анализа двоичной матрицы связности, получаемой из матрицы попарных расстояний между целями путем сравнения с общим осредненным расстоянием, и автоматическим определением границы принятия решения путем вычисления отношения среднего числа связей целей к максимальному. Преимущество метода заключается в отсутствии необходимости задавать разделяющий порог эмпирически и в отсутствии влияния на работу алгоритма формы группы. Примером области применения метода могут служить различные автоматические транспортные системы, безэкипажные суда, беспилотные летательные аппараты, системы автоматической диагностики и так далее.

4. Список литературы

- [1] Селекция и распознавание на основе локационной информации / А. Л. Горелик, Ю. Л. Барабаш, О. В. Кривошеев, С. С. Эпштейн; под ред. А. Л. Горелика. — М.: Радио и связь, 1990. — 240 с.
- [2] Физические основы ракетного оружия. / М. Н. Алешков [и др.]. — М.: Воениздат, 1972. — 312 с.

THE METHOD OF SELECTION OF THE DETECTED RADAR OBJECTS ON THE BASIS OF ITS MUTUAL ARRANGEMENT

Afonin I. L., Krushatin M. S.

Scientific adviser: Afonin I. L.

Sevastopol State University, Russia

Black Sea Higher Naval School

Named After P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — The method of automatic selection of attacked targets, detected by radar in UAV from a group object is presented. The method is based on a geometric basis, allowing making a decision about assigning each a specific purpose to a class of protected or protecting.

ПРЕЦИЗИОННЫЙ СТАБИЛИЗАТОР ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Иськив В. М., Требунский В. В., Опалейко С. С., Колесников Д. Р.

Научный руководитель: Иськив В. М.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: yiksnubert@gmail.com

Аннотация — Рассмотрена реализация прецизионного стабилизатора переменного напряжения инверторного типа для питания высокоточной радиоэлектронной аппаратуры и приборов медицинской техники при допустимых отклонениях сетевого напряжения.

1. Введение

В современных интеллектуальных сетях электропитания, при большой степени автоматизации, питающее напряжение может изменяться в пределах $\pm 20\%$ согласно стандарту для сетевого напряжения.

Причин нестабильности питающего напряжения две:

— изменение импеданса нагрузки (как активной так и реактивной составляющей) иногда скачкообразно;

— изменение генерируемых мощностей в сетях распределенной генерации электроэнергии (изменение мощности ветрогенераторов, солнечных батарей и т.п.).

Все эти факторы приводят к изменению амплитуды, частоты, фазы и формы питающего напряжения в достаточно больших пределах [1]. Некоторые потребители, такие как высокоточная измерительная радиоэлектронная аппаратура и приборы медицинской техники для своей работы требуют высокостабильное переменное напряжение питания с малым коэффициентом нелинейных искажений.

2. Основная часть

В ходе анализа современных стабилизаторов переменного напряжения сделан вывод, что прецизионный стабилизатор переменного напряжения должен быть построен по автономной однофазной схеме, с формированием и стабилизацией выходного синусоидального напряжения с помощью широтно-импульсной модуляции. Стабилизатор будет состоять из входного фильтра, корректора коэффициента мощности (ККМ), импульсного повышающего стабилизатора и инвертора. Структурная схема прецизионного стабилизатора переменного напряжения показана на рис. 1.

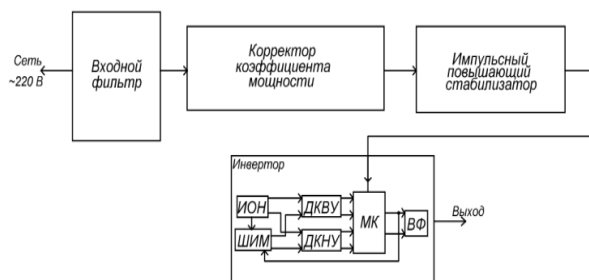


Рис. 1

Входной помехоподавляющий фильтр обладает свойством двунаправленного подавления и предотвращает проникновение ВЧ импульсных помех из сети в стабилизатор и наоборот, из стабилизатора в сеть. Для того, чтобы не перегружать сеть и более оптимально использовать мощность из сети, используется активный ККМ обеспечивающий такое по-

требление тока, что форма кривой, соответствует среднему за период значению этого тока.

Импульсный повышающий преобразователь должен повышать напряжение с ККМ до 400 В постоянного напряжения. Далее на мостовую схему с выхода стабилизатора поступает + 400 В однополярного постоянного напряжения для питания силовых транзисторов. Импульсное напряжение с мостовой схемы поступает на выходной фильтр, после чего напряжение преобразуется в переменное ± 230 В 0,5 % с частотой 50 Гц [2]. На рис. 2 показана осциллограмма сигналов в характерных точках инвертора, при однополярной модуляции с использованием выходного фильтра.

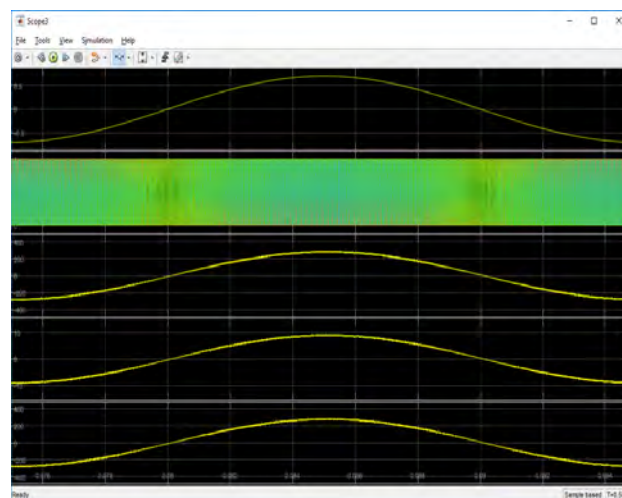


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, разработанное устройство после расчета оставшихся узлов, может найти применение для питания высокоточной измерительной радиоэлектронной аппаратуры и приборов медицинской техники.

4. Список литературы

- [1] Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры: справ. / Г. С. Найвельт, К. Б. Мазель, Ч. И. Хучаинов [и др.]; под ред. Г. С. Найвельта. — М.: Радио и связь, 1985. — 576 с.
- [2] Розанов, Ю. К. Основы силовой электроники / Ю. К. Розанов. — М.: Энергоатомиздат, 1992. — 296 с.

PRECISION REGULATOR OF ALTERNATING VOLTAGE

Iskiv V. M., Trebunskiy V. V.,
Opaleiko S. S., Kolesnikov D. R.

Scientific adviser: Iskiv V. M.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The implementation of a precision inverter voltage regulator of an inverter type is considered for supplying high-precision radioelectronics equipment and medical equipment, with allowable network voltage variations.

СИСТЕМА ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ БЛИЖНЕГО РАДИУСА ДЕЙСТВИЯ

Широков И. Б., Вильсон Н. Г., Азаров А. А.

Научный руководитель: д-р техн. наук, доц. Широков И. Б.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: nina0506@mail.ru

Аннотация — В данной статье описывается разработка системы позиционирования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Данная система разрабатывается в комплексе с системой беспроводной подзарядки

1. Введение

В современном мире все чаще прибегают к помощи роботов. Человеку все меньше приходится выполнять тяжелую и вредную для его здоровья работу.

Наибольший интерес вызывает использование БПЛА в современной жизни. Их используют в разных сферах деятельности человека, таких как сельское хозяйство, энергетика, автомобильная промышленность, МЧС, военная промышленность.

Подобное оборудование требует своевременной подзарядки аккумуляторных батарей. Для этого необходимо надежное устройство, которое способно в любых условиях произвести подзарядку аккумуляторных батарей. А также необходима система, которая сможет довольно точно, до долей миллиметра определить местонахождения БПЛА и привести его к этому зарядному устройству.

2. Основная часть

Исходя из поставленной задачи, позиционирования БПЛА будет проходить вблизи беспроводной станции подзарядки. На основе изученных данных, было установлено, что процедура посадки аппарата должна выполняться с помощью навигационной системы, которая в свою очередь будет определять текущие координаты устройства во время стыковки.

Изучив литературу, наиболее целесообразно использовать метод низкочастотного электромагнитного позиционирования. На такую систему не влияют метеорологические явления, условия окружающей среды и отражение от объектов. А точность позиционирования достигает доли сантиметра.

Для выполнения поставленной задачи нужны датчики, способные считывать и принимать данные на некоторой заданной частоте — считыватели и транспондеры. Расстояние измеряется между считывателем и транспондером.

Система разрабатываемого устройства будет следующей: три транспондера размещаются на зарядной станции, а один считыватель — на БПЛА. Этого будет достаточно для позиционирования с высокой точностью.

Транспондер состоит из фазового детектора (ФД), фильтра нижних частот (ФНЧ), генератора управления напряжением (ГУН), делителя частоты с переменным коэффициентом (ДПКД), делитель частоты (ДЧ), фазовращателя (ФВ) и приемопередающая микроволновая антенна.

Считыватель состоит из микроволнового синтезатора частот (МВ), направленного ответвителя (НО), микроволнового смесителя (СМ), маломощного усилителя (МШУ), операционных усилителей (ОУ), аналоговых умножителей (АП1, АП2), синтезаторов частот (СЧ1, СЧ2), фильтра нижних ча-

стот (ФНЧ), полосового фильтра (ПФ), ограничителя (О), приемная микроволновая антенна и передающая микроволновая антенна.

На рис. 1 показана структурная схема передачи данных между транспондерами (Т) и считывателями (R), на расстоянии d . С помощью блока управления посадкой собираются данные о смещении БПЛА. Затем по навигационному каналу передаются данные на контроллер полета (FC), который корректирует положение БПЛА.

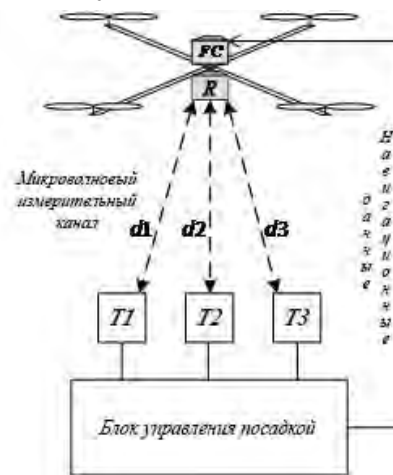


Рис. 1

3. Заключение

На сегодняшний день ни одна из существующих систем не может произвести позиционирование на расстоянии до объекта меньше, чем на 5 см.

Данная работа является одной из важных частей разработки устройства беспроводной подзарядки аккумуляторных батарей БПЛА, поэтому ошибка позиционирования не должна превышать долей миллиметра.

4. Список литературы

- [1] Широков, И. Б. Локальная навигационная система для автоматического причаливания судна / И. Б. Широков, И. В. Скорик, И. С. Аблякимов // Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии. — 2016. — Т. 1. — № 2. — С. 168 — 182.
- [2] Манесевич В. Синтезаторы частоты. Теория и проектирование / В. Манесевич ; под ред. А. С. Галина. — М. : Связь, 1979. — 384 с.

UAV POSITIONING SYSTEM IN SHORT RANGE DISTANCE

Shirokov I. B., Wilson N. G., Azarov A. A.
 Scientific adviser: Shirokov I. B.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The development of a system for the positioning of UAV is described. The presented system is developed in a complex with a system of UAVs batteries wireless charging.

УСТРОЙСТВО ДИСТАНЦИОННОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ МАЯКОВ СИСТЕМЫ ПОИСКА ЛЮДЕЙ ПОД ЗАВАЛАМИ

Чаленко И. А., Широкова Е. И., Азаров А. А., Широков И. Б., Афонин И. Л.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: andrej-azarov@bk.ru

Аннотация — Предложен новый принцип системы возбуждения радиомаяка. Описана система функционирования устройства. Устройство имеет прикладное значение и будет использована как часть системы поиска людей под завалами.

1. Введение

В результате взрыва или обвала горной породы в шахте оборудование, функционирующие под землёй, может быть повреждено. Поэтому многие системы, предназначенные для поиска заблокированных во время аварии шахтёров, используют для определения местоположения коаксиальный кабель. Данная методика имеет ряд существенных недостатков. Исходя из это, можно сделать вывод, что задача поиска людей под завалами в шахтах, описанная в [1], является актуальной на сегодняшний день.

Для решения задачи поиска людей под завалами в шахтах [2] используется множество различных методик. Использование электромагнитного поля в толщах горных пород затруднительно, так как электрическая составляющая электромагнитного поля существенно ослабляется. В данном случае передающее устройство должно быть достаточно мощным, а принимающее — более чувствительным к магнитной составляющей электромагнитного поля. Для таких целей подходит магнитно-рамочная антенна. Существенным недостатком такой антенны являются её большие габариты при работе в низкочастотном диапазоне. Альтернативой ей является многовитковая катушка с ферромагнитным сердечником. Благодаря высокой чувствительности к переменному магнитному полю в такой антенне по закону электромагнитной индукции происходит преобразование переменного магнитного поля в электрический ток.

Разрабатываемая система поиска людей под завалами в шахтах состоит из: устройства активации, радиомаяка и устройств поиска. Рабочие, отправляющиеся в шахту, оснащаются радиомаяком, встраиваемым в аккумуляторный блок шахтёрского фонаря, а спасатели, в случае аварии — устройством активации и устройствами поиска.

2. Основная часть

Устройство активации предназначено, в случае аварии, для включения радиомаяков, встроенных в оборудование шахтёров. Простейший вариант такого устройства может состоять из генератора низкочастотных колебаний и катушки с ферромагнитным сердечником.

Принцип работы заключается в следующем. Первоначально генерируются низкочастотные колебания с фиксированной частотой. Сигнал с данной частотой подаётся на клеммы первой неподвижной катушки с ферромагнитным сердечником, и тем самым излучает переменное магнитное поле с этой частотой. Переменное магнитное поле с этой частотой улавливается второй неподвижной катушкой с ферромагнитным сердечником, расположенной в радио-

маяке, который встроен в светильник шахтера. Сигнал на клеммах катушки активирует радиомаяк.

Устройство активации необходимо располагать в непосредственной близости от места проведения поисковых работ. Мощность устройства, излучающего переменное магнитное поле, должна быть достаточной, чтобы можно было его уловить радиомаяком, находящимся на расстоянии до 100 метров в зоне проведения поиска.

Одной из важнейших задач при разработке устройства активации — это выбор рабочей частоты. На основе [3] было установлено, что диапазон рабочих частот должен находиться в районе 100 кГц, так как при более высоких частотах невозможно добиться высокой проникающей способности сигнала в толщах горных пород.

3. Заключение

В результате было разработано устройство дистанционного возбуждения радиомаяков, встраиваемых в светильники шахтеров

Система имеет прикладное значение и будет использована при реализации процедуры поиска людей под завалами в шахтах.

4. Список литературы

- [1] Широков, И. Б. Система поиска людей под завалами / И. Б. Широков, М. А. Дурманов, А. М. Сербин. — Збірник наукових праць Севастоп. військ.-мор. інст. ім. П. С. Нахімова. — Севастополь, 2007. — Вип. 1(11). — С. 152 — 160.
- [2] Широков, И. Б. Определение координат объекта поиска при проведении поисково-спасательных мероприятий / И. Б. Широков, М. А. Дурманов. — Всеукр. межвед. научн.-техн. сб. «Радиотехника» Харьк. нац. ун-т радиоэлектроники. — Харьков, 2008. — Выпуск 153. — С. 33 — 39.
- [3] Широков, И. Б. Выбор оптимальных частот для фазового дальномера / И. Б. Широков, И. В. Скорик, И. С. Аблякимов // Матер. 12-й междунар. молодежной науч.-техн. конф. «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникации «РТ-2016», Севастополь, 14 — 18 нояб. 2016. — Севастополь, 2016. — С. 54.

DEVICE FOR REMOTE EXCITATION OF BEACONS IN PEOPLE SEARCH UNDER THE RUBBLE SYSTEM

Chalenko I. A., Shirokova E. I., Azarov A. A.,

Shirokov I. B., Afonin I. L.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The structure of the new radio beacon excitation system is proposed. The principle of the device functioning is described. The device has a practical value and will be used as part of the search engine of people under the avalanches in mines.

РАДИОМАЯК СИСТЕМЫ ПОИСКА ЛЮДЕЙ ПОД ЗАВАЛАМИ

Чаленко И. А., Широкова Е. И., Широков И. Б., Азаров А. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: andrej-azarov@bk.ru

Аннотация — Предложена система и принцип функционирования радиомаяка, использующийся для системы поиска людей под завалами в шахтах. Устройство имеет прикладное значение и будет использовано при организации поиска людей под завалами в шахтах.

1. Введение

Разрабатываемая система поиска людей под завалами в шахтах [1] состоит из устройства активации, радиомаяка, устройств поиска. Исходя из описанного в [1] и [2], рабочие, отправляющиеся в шахту, оснащаются радиомаяком, встраиваемым в аккумуляторный блок шахтёрского фонаря, а спасатели, в случае аварии — устройством активации и устройствами поиска. В данной работе речь пойдёт о функциональном назначении и принципе работы радиомаяка.

2. Основная часть

В конструкции радиомаяка используется узкополосный усилитель для усиления сигналов, сгенерированных и излучаемых устройством активации и принимаемый неподвижной катушкой радиомаяка. Радиомаяк настроен на определённую частоту магнитных колебаний, первоначально генерируемых устройством активации. Из-за такого типа настройки имеют место отклонения частоты [2] узкополосного усилителя вследствие различных дестабилизирующих факторов, таких как высокая температура или частотные отклонения, возникающие на стадии изготовления радиомаяка. Такие отклонения частоты снижают вероятность активации радиомаяка устройством активации и приводят к снижению эффективности поиска шахтёров попавших под завалы горной породы.

Чтобы избежать возможных отклонений первоначально генерируются низкочастотные колебания с частотой, изменяющейся по линейному закону от $f_1 - \Delta f$ до величины $f_1 + \Delta f$, причем величина девиации Δf выбирают больше, нежели любые возможные отклонения узкополосного усилителя.

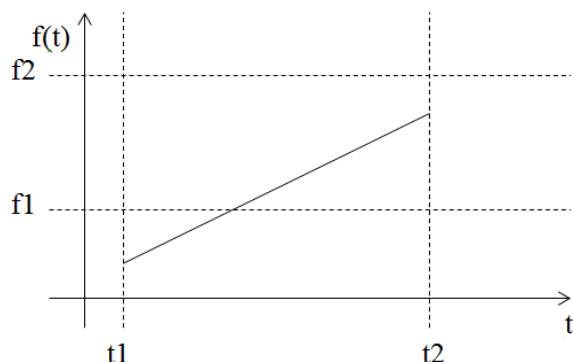


Рис. 1

Так как поиск пострадавших под завалами горных пород в шахтах может продолжаться от нескольких часов до нескольких дней, то к требованиям, предъявляемым к поисковому оборудованию, следует отнести минимальную величину потребляемой мощно-

сти радиомаяка, устройства поиска и устройства активации радиомаяка. Импульсные помехи от шахтёрского оборудования могут привести к случайной активации радиомаяка, что в последствии повлечёт за собой излучение переменного магнитного поля, а следовательно и к снижению заряда аккумулятора. Аналогично, постоянная генерация переменного магнитного поля устройством активации шахтёрского радиомаяка, приводит к существенному энергопотреблению.

Решением данной проблемы может стать установка в устройстве активации таймера. Устройство будет работать следующим образом. С помощью низкочастотного генератора генерируют непрерывные низкочастотные колебания и излучают переменное магнитное поле на непродолжительный период времени Δt_1 . Затем формируют паузу на фиксированный временной интервал Δt_2 . Затем вновь формируют непрерывные низкочастотные колебания и излучают переменное магнитное поле на непродолжительный период времени Δt_3 , и т.д., формируя тем самым некоторую кодовую последовательность, которую улавливают и декодируют в радиомаяке. Ложное срабатывание радиомаяка при этом исключается.

3. Заключение

Разработана функциональная схема радиомаяка, а также описан принцип его работы для задачи поиска людей под завалами в шахтах. Система имеет прикладное значение и будет использоваться в реальном комплексе.

4. Список литературы

- [1] Широков, И. Б. Система поиска людей под завалами / И. Б. Широков, М. А. Дурманов, А. М. Сербин. — Збірник наукових праць Севастоп. військ.-мор. інст. ім. П. С. Нахімова. — Севастополь, 2007. — Вип. 1(11). — С. 152 — 160.
- [2] Широков, И. Б. Определение координат объекта поиска при проведении поисково-спасательных мероприятий / И. Б. Широков, М. А. Дурманов. — Всеукр. межвед. научн.-техн. сб. «Радиотехника» Харьк. нац. ун-т радиоэлектроники. — Харьков, 2008. — Выпуск 153. — С. 33 — 39.
- [3] Широков, И. Б. Выбор оптимальных частот для фазового дальнотера / И. Б. Широков, И. В. Скорик, И. С. Аблякимов // Матер. 12-й междунар. молодежной науч.-техн. конф. «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникации «РТ-2016», Севастополь, 14 — 18 нояб. 2016. — Севастополь, 2016. — С. 54.

RADIO BEACON FOR SYSTEM OF SEARCHING PEOPLE UNDER THE RUBBLE

Chalenko I. A., Shirokova E. I.,

Shirokov I. B., Azarov A. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A system and the principle of operation of the beacon, used for people search engine under the rubble in the mine are proposed. The device has an applied value and will be used as part of the search system for people under the rubble in mines.

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ ПАЯЛЬНОЙ СТАНЦИИ

Азаров А. А., Широков И. Б.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: andrej-azarov@bk.ru

Аннотация — Целью работы является, разработать и провести исследования блока управления паяльной станции на основе систем автоматического регулирования.

1. Введение

Одной из задач теории автоматического регулирования считается регулировка температуры объекта при поддержке функционального управления мощностью нагревателя. Предоставленная задача считается довольно трудной, так как для ее удачного решения необходим учет большого количества факторов: габариты и форма объекта, теплофизические характеристики который был использован объекта, мощность нагревателя, расположение в пространстве нагревателя и измерителей температуры и др.

2. Основная часть

Разрабатываемый блок управления паяльной станции может быть отнесен к стабилизирующим системам автоматического регулирования (САР) [1].

Для построения САР выбран метод пропорционально-интегрального регулирования [2] с использованием для управления ШИМ сигнала и регулируемого воздействия в виде электрической мощности, пропорциональной длительности импульсов ШИМ сигнала

Взаимной спецификой нагреваемых объектов является инерционность происходящих в них тепловых процессов, которая должна быть учтена при разработке САР и выборе её характеристик.

На рис. 1. показана структурная схема САР температуры нагревателя.

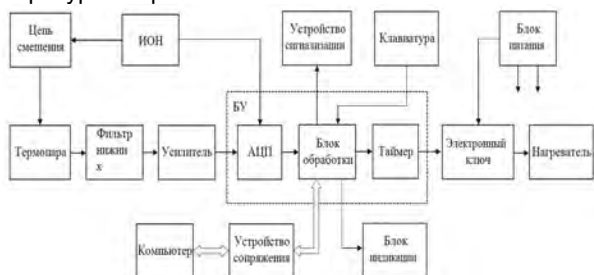


Рис. 1

На выходе термопары вырабатывается термо-ЭДС, пропорциональная температуре нагревателя. Эта значение проходит через цепь смещения, которая компенсирует эквивалентную ЭДС холодного спая и напряжение смещения усилителя. С выхода цепи получаем сигнал, который далее подается на фильтр нижних частот для обеспечения подавления электромагнитных помех. После фильтра сигнал поступает на усилитель, который усиливает выходное напряжение фильтра. Далее сигнал следует на блок управления УП, который состоит из аналого-цифрового преобразователя АЦП, блока обработки и таймера.

Источник опорного напряжения используется для питания цепи смещения, а также опорного напряжения АЦП. Исходя из метода пропорционально-интегрального регулирования, блок обработки преобразует выходной сигнал АЦП в цифровой сигнал. Таймер предназначен для формирова-

ния ШИМ сигнала. Клавиатура основана на двух кнопках для регулировки температуры нагревателя, одновременное нажатие двух кнопок приводит к перезагрузке блока управления паяльной станции. Блок индикации необходим для отображения заданной температуры и температуры считываемой с конца термопары. В данном устройстве разработана защита нагревателя от перегрева либо выгорания, что может произойти в случае обрыва термопары. При перегреве блока управления, идет отключение формирования ШИМ-сигнала, и включается устройство сигнализации, вырабатывающей звуковой сигнал. Блок питания необходим для питания всех узлов.

Устройство сопряжения предназначено для обмена информацией блока обработки с персональным компьютером.

3. Заключение

В результате разработки, было предложено новое устройство блока управления паяльной станции. Разработанная САР температуры нагревателя может служить основой для создания автоматических регуляторов температуры различного назначения в широком диапазоне температур.

4. Список литературы

- [1] Ротач, В. Я. Теория автоматического управления / В. Я. Ротач. — М. : Изд-во МЭИ, 2004. — 400 с.
- [2] Дорф, Р. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп ; пер. с англ. — М. : Лаб. базовых, 2002. — 832 с.

THE DEVELOPMENT OF THE SOLDERING STATION CONTROL DEVICE

Azarov A. A., Shirokov I. B.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The purpose of the work is to develop and investigate of the control unit of the soldering station on the basis of automatic control systems.

ОДНОКАНАЛЬНЫЙ ФАЗОВЫЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ РАСХОДОМЕР

Петров А. С., Широкова Е. И., Широков И. Б.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: lapinartur@gmail.ru

Аннотация — Представлено описание фазового одно-канального ультразвукового расходомера, основанного на перемещении ультразвуковых колебаний движущей средой.

1. Введение

Ультразвуковые расходомеры, являющиеся технической реализацией акустического метода, все больше внедряются в различные производства, такие как металлургические, нефтехимические и другие отрасли промышленности, что связано с их достоинствами:

- отсутствие перепада давления на первичном преобразователе;
- высокая скорость быстрого действия;
- возможность работать с различными жидкостями и любой вязкостью. [1]

В работе представлено описание одноканального фазового ультразвукового расходомера, позволяющего вести динамический контроль объема вещества, проходящего по трубопроводу.

2. Основная часть

Ультразвуковые расходомеры в последние годы получают все более широкое распространение благодаря следующим положительным чертам: высокой точности измерения, возможности измерения расхода неэлектропроводных сред (нефтепродукты), загрязненных сред, суспензий, широкому диапазону диаметров трубопроводов от 10 мм и выше без ограничений, малой инерционности, отсутствию потери давления, широкому диапазону температур (от -220 до 600°C) и давлений [2].

Ультразвуковые расходомеры являются микропроцессорными, чаще всего на выходе они могут иметь токовый и импульсный выходные сигналы, цифровой дисплей, интерфейсы RS-232, RS-485, цепь сигнализации, значение суммарного расхода архивируется вместе с указанием нештатных ситуаций.

Структурная схема расходомера показана на рис. 1.

В одноканальном фазовом ультразвуковом расходомере совершается поочередная посылка ультразвуковых колебаний по потоку и против него.

Генератор вырабатывает электрические колебания, представляющие собой пачку синусоидальных колебаний определенной длительности. Эти колебания усиливаются по мощности, после чего колебания поступают на акустические преобразователи, включенные на передачу.

При помощи двух акустических преобразователей колебания излучаются одновременно навстречу друг другу. После этого акустические преобразователи переключаются на прием.

Принятые колебания после усиления поступают на фазовый детектор, выходной ток которого пропорционален разности фаз колебаний, идущих по потоку и против него. Другими словами, после переключения акустических преобразователей на прием на них поступают ультразвуковые колебания. На выходах акустических преобразователей образуются синусоидальные напряжения, разность фаз между которыми содержит информацию о скорости потока.

Сигналы с акустических преобразователей поступают на усилители, которые сигналы усиливают и передают далее в систему управления, где сигналы обрабатываются, и по ним рассчитывается скорость потока жидкости.

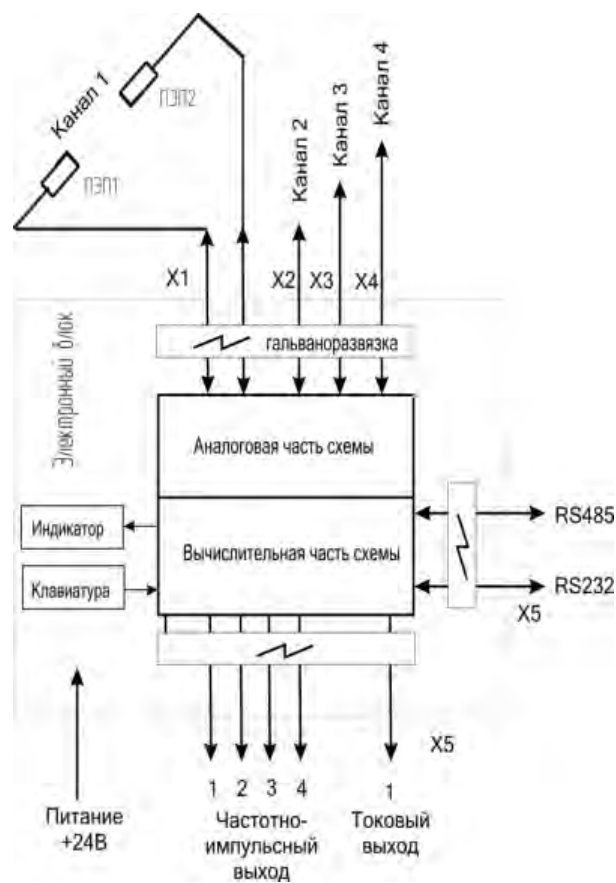


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, в работе рассмотрено построение и принцип работы одноканального фазового ультразвукового расходомера. Данный расходомер отличается отсутствием перепада давления на первичном преобразователе, высоким быстродействием, возможностью работы с различными жидкостями с любой вязкостью.

SINGLE-CHANNEL PHASE ULTRASONIC FLOWMETER

Petrov A. S., Shirokova E. I., Shirokov I. B.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The design of the phase single-channel ultrasonic flowmeter based on the displacement of ultrasonic vibrations by the driving medium is described.

МЕТОДЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ПРИЕМНИКОВ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ (ОБЗОР)

Коваленко Е. П., Галкин М. Ю.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Коваленко Е. П.

Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище им. П. С. Нахимова, Россия

E-mail: Keps43@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены основные методы увеличения динамического диапазона радиолокационных приемников (РЛПР.) в сложных условиях функционирования. Показано, что для эффективного решения задачи обнаружения сигналов различной интенсивности в условиях помех, необходимо комплексное использование известных методов.

1. Введение

Важнейшей интегральной характеристикой любого приемника является его динамический диапазон (ДД), под которым понимается отношение граничных уровней входного сигнала, в пределах которых обеспечивается допустимая потеря информации

$$D_{\text{пр}} = 20 \log \frac{U_{\text{вх макс}}}{U_{\text{вх мин}}} = 10 \log \frac{P_{\text{вх макс}}}{P_{\text{вх мин}}}, \quad (1)$$

где $U_{\text{вх макс}}$ — напряжение на входе, при котором дифференциальный коэффициент усиления $K_{\text{диф}}$ достигает допустимой величины (практически отсутствует перегрузка);

$U_{\text{вх мин}}$ — напряжение, пересчитанных на вход приемника, внутренних шумов. Он определяет качественные показатели обнаружения сигналов радиолокационным приемником.

Требования к ДД постоянно растут и, как показывает анализ, необходим весь комплекс возможных решений для увеличения ДД, как основы повышения помехозащищенности РЛПР.

2. Основная часть

При проектировании РЛПР необходимо учитывать вопросы согласования ДД входных сигналов и приемника.

$$D_{\text{свх}} = 20 \log \frac{U_{\text{с макс}}}{U_{\text{с мин}}} = 10 \log \frac{P_{\text{с макс}}}{P_{\text{с мин}}}. \quad (2)$$

Уровни сигнала определяются тактическими условиями и для РЛС $U_{\text{с мин}}$ ($P_{\text{с мин}}$) ограничивают чувствительностью приемника или обосновывают максимальной дальностью до цели с минимальной ЭПР. Верхняя граница ДД сигнала для современных условий функционирования РЛС такая, что $D_{\text{свх}}$ превышает 120 дБ и наблюдается тенденция его увеличения.

В результате сравнения $D_{\text{пр}}$ и $D_{\text{свх}}$ наблюдается типовая ситуация (рис. 1).

Если не принять меры по согласованию ДД РЛПР с ДД сигнала, то в сложных тактических ситуациях РЛС не может обеспечить решение основной задачи.

Для увеличения ДД РЛПР нижнюю границу ($U_{\text{вх мин}}$, $P_{\text{вх мин}}$) можно уменьшить до требуемой величины ($U_{\text{с мин}}$, $P_{\text{с мин}}$) путем: применения мало шумящего блока высокой частоты, подавления дополнительных каналов приема, выбора оптимальных значений промежуточной частоты, применения многократного преобразования частоты, выбора минимального значения полосы пропускания преселектора, применение ЦОС и др.

Методы увеличения верхней границы ДД РЛПР могут быть следующие: применение различных схем АРУ, усилителей с линейно-логарифмическими АХ, автоматической регулировки чувствительности приемника и избирательности преселектора и полосы

пропускания УПЧ, применение автокомпенсаторов, авторегулировка порога принятия решения, согласование элементов приемного тракта между собой, нелинейная фильтрация, оптимизация структуры РЛПР, многоканальный прием, изменение параметров сигнала, генерируемого передатчиком РЛС и др.

При интенсивном РЭП РЛС функционирует в условиях непредвиденных изменений характеристик сигналов и помех и их эффективность существенно снижается. В этих условиях целесообразно применение адаптивных и непараметрических РЛПР.



Рис. 1

Если в адаптивной системе при данной помеховой обстановке информация о сигналах полностью потеряна, а применение непараметрических методов позволило ее получить, то фактически решена задача увеличения реального ДД.

3. Заключение

Рассмотрены основные методы увеличения динамического диапазона радиолокационных приемников в сложных условиях функционирования. При их проектировании необходимо учитывать вопросы согласования ДД входных сигналов и приемника.

4. Список литературы

- [1] Голубев, В. Н. Оптимизация главного тракта приема радиоприемного устройства / В. Н. Голубев. — М.: Радио и связь, 1982. — 192 с.
- [2] Проектирование радиоприемных устройств / Под ред. М. А. Соколова. — М.: Высш. шк., 1984. — 335 с.
- [3] Основы построения РЛС РТВ: учеб. / В. Н. Тяпкин [и др.]. — Красноярск: СФУ, 2011. — 536 с.

ALGORITHM OF STOCHASTIC AUTHENTICATION OF USERS AND ITS HARDWARE IMPLEMENTATION

Kovalenko E. P., Galkin M. U.

Scientific adviser: Kovalenko E. P.

Black Sea Higher Naval School

Named After P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — The main methods of increasing the dynamic range of radar detectors in difficult operating conditions are considered. It is shown that, for effective design, the issues of harmonization of DD input signals and a receiver should be taken into account.

ПРИЕМНОЕ УСТРОЙСТВО СИСТЕМЫ ПОИСКА ПОСТРАДАВШИХ ПОД ЗАВАЛАМИ

Шевченко К. Д., Широков И. Б.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: karina-shevchenko110@mail.ru

Аннотация — Разработана структурная схема устройства приема сигнала от радиомаяка в системе поиска пострадавших под завалами. Описаны характеристики разработанного устройства.

1. Введение

Наиболее эффективной системой для поиска пострадавших под завалами является система, осуществляющая идентификацию каждого человека, как подвергающегося опасности, так и спасателя. Также система обладает беспроводным каналом связи, что позволяет в случае чрезвычайной ситуации обеспечивать оперативность поиска.

В докладе представлена структурная схема приемного устройства системы поиска пострадавших.

2. Основная часть

На рис. 1 изображена структурная схема приемного устройства. В схеме учитывается, что сигнал от каждой антенны проходит через фильтр и усилители, возводятся в квадрат, поступает на МК, после чего полученный три квадрата с помощью микроконтроллера преобразуют в сигнал постоянного тока, уровень которого соответствует максимальному уровню принимаемого низкочастотного сигнала от радиомаяка объекта поиска до приемного устройства [1].

Приемное устройство состоит из трех магнитных антенн, усилителей, узкополосного фильтра на 128 кГц, генератора сигналов, аналогового перемножителя, узкополосного фильтра на 12,8 кГц, выпрямителя, микроконтроллера (МК) и дисплея. Полученный каждой антенной сигнал по отдельности усиливается и приходит на вход узкополосного фильтра, с полосой пропускания равной 7 кГц. Фильтр выделяет принятые от маячка и трансформированные по частоте сигналы, а также подавляет колебания от поискового устройства. В данном случае используется электромеханический фильтр. Полоса частот, которую выделяет фильтр, имеет информацию обо всех объектах поиска, так как каждый радиомаяк имеет сигнал излучения на уникальной частоте. После чего сигнал поступает на аналоговый перемножитель. Он является двухвходным активным устройством, у которого выходное напряжение будет пропорциональным произведению входных сигналов. Аналоговый перемножитель выступает в качестве смесителя. На вход смесителя подается сигнал с фильтра и с генератора сигналов, который принимает значения частоты в некоторых пределах с определенным шагом. Генератор сигналов управляется микроконтроллером, служит для стабилизации частоты, так как канал системы занимает узкую полосу частот, важно иметь высокую стабильность частоты. С выхода аналогового перемножителя сигнал поступает на узкополосный фильтр, который настроен на фиксированную частоту и имеет полосу пропускания равную 12,5 Гц, что будет соответствовать полосе пропускания одного из каналов системы поиска. Сигнал с

фильтра усиливается, после чего поступает на выпрямитель, что приводит к преобразованию сигнала в постоянное напряжение. При этом в каждом поисковом устройстве все три сигнала на выходе выпрямителя поступают на микроконтроллер, который возводит их в квадрат. После чего, возведенные в квадрат сигналы, складывают вместе и из полученной суммы извлекает квадратный корень. Результатом будет являться сигнал постоянного тока, уровень которого соответствует максимальному уровню принимаемого низкочастотного сигнала от радиомаяка объекта поиска до приемного устройства. Результат операций, проведенных микроконтроллером, поступает на дисплей. Информация на дисплее указывает на дальность нахождения определенного объекта поиска.

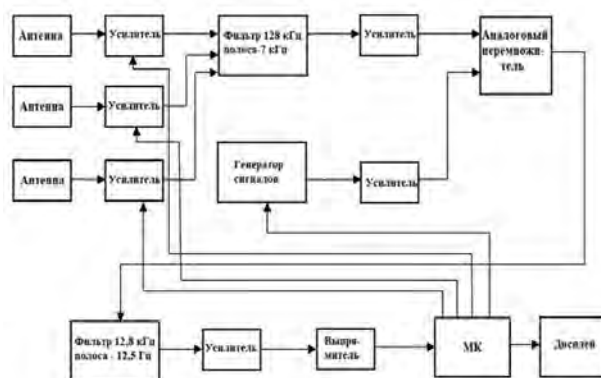


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом разработана структурная схема приемного устройства системы поиска пострадавших под завалами. Преимуществом использования такого приемника является его высокая чувствительность. Также при использовании такого приемника обеспечивается высокая избирательность. Происходит фильтрация сигнала в канале промежуточной частоты с помощью электромеханического фильтра.

4. Список литературы

- [1] Широков, И. Б. The approach to a problem of search of people under avalanches / I. B. Shirokov, M. A. Durmanov, A. I. Yaufman // General Assamly of the International Union Radio Science (URSI) : proc. of 19th URSI, Chicago, IL, USA, 7 — 16 Aug. 2008. — 2008. — 4 p.

RECEIVING DEVICE OF THE SYSTEM FOR SEARCH PEOPLE UNDER THE AVALANCHES

Shevchenko K. D., Shirokov I. B.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A block diagram of the receiving device of the search system has been developed. The advantages of developed device are described.

«УМНАЯ» ЭЛЕКТРОННАЯ ДВЕРЬ

Михайлюк Ю. П., Варшавский А. Ю., Литвинов А. С.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Михайлюк Ю. П.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: toxa_023@bk.ru

Аннотация — В работе представлены результаты разработки структурной схемы электронного замка для «умной» двери.

1. Введение

Электронный замок должен обеспечивать управление исполнительным устройством электромеханического замка, то есть должен управлять подачей напряжения, обеспечивающего отпирание двери.

Предполагается, что замок открывается наличием напряжения на исполнительном устройстве и закрывается при его отсутствии.

2. Основная часть

Для составления структурной схемы проанализируем основные функции проектируемого устройства и произведем его разделение на структурные блоки.

Элементы, входящие в состав устройства, показаны на структурной схеме устройства (см. рис.1).

Подробно рассмотрим каждый из блоков.



Рис. 1

Блок клавиатуры служит для ввода секретного пароля, предназначенного для отпирания или запираания электронного замка.

Вводимая комбинация программируется пользователем.

Блок микроконтроллера (МК). Микросхема, предназначенная для управления электронными устройствами. При проектировании микроконтроллеров необходимо соблюдать компромисс между размером и стоимостью, с одной стороны, и гибкостью и производительностью, с другой. Для разных применений оптимальное соотношение этих и других параметров может сильно варьироваться.

Таким образом, существует множество типов микроконтроллеров, которые отличаются архитектурой процессорного модуля, размером и типом встроенной памяти, периферийным устройством, типом корпуса и так далее.

В отличие от обычных компьютерных микропроцессоров, микроконтроллеры часто используют гарвардскую архитектуру памяти, то есть раздельное хранение данных и команды в оперативном запоминающем устройстве (ОЗУ) и постоянном запоминающем устройстве, соответственно [1].

В дополнение к ОЗУ, микроконтроллер может иметь встроенную энергонезависимую память для хранения программы и данных. Во многих моделях контроллеров нет шин для подключения внешней памяти [2].

Устройство сигнализации об открытии двери предназначено для извещения пользователя о том, что дверь открыта; будет использоваться световая сигнализация.

Устройства сигнализации о попытке подбора кода. При попытке подбора кода замка для уведомления об этом жильцов дома целесообразно использовать звуковой сигнал, посланный на мобильный телефон.

Для этого можно использовать wi-fi сигнал и посылать сообщение хозяину дома. Такое устройство не требует подачи на вход высокочастотного сигнала для его работы. Достаточно просто обеспечить напряжение питания.

Блок питания (БП). Вторичный источник электропитания — устройство, предназначенное для питания электрической энергии электроприбора, и должно удовлетворять требованиям по таким параметрам, как напряжение, ток, мощность.

Обычно мощность источника питания берется с некоторым запасом.

3. Заключение

Для проверки функциональной работоспособности структурной схемы разработано программное обеспечение для МК.

Симуляция схемы и программы показала, что цифровая схема функционирует корректно.

4. Список литературы

- [1] Русанов, В. В. Микропроцессорные устройства и системы / В. В. Русанов, М. Ю. Шевелев. — Томск : ТУСУР, 2007. — 184 с.
- [2] Шарапов, А. В. Цифровые и микропроцессорные устройства / А. В. Шарапов. — Томск : ТМЦДО, 2003. — 166 с.

SMART ELECTRONIC DOOR

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

Abstract — The results of the development of a structural scheme of an electronic lock for a smart electronic door are presented.

ПОРТАТИВНЫЙ АППАРАТ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭЛЕКТРОПУНКТУРЫ

Литвинов А. С., Шевченко Н. В., Варшавский А. Ю.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Шевченко Н. В.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: Toxaman1995@mail.ru

Аннотация — В работе представлены результаты разработки функциональной схемы портативного аппарата для проведения электропунктуры.

1. Введение

Функциональная схема дает общее представление о разработанном устройстве. Каждый блок схемы расположен в четкой структурной последовательности и показывает, какие действия в нем происходят.

2. Основная часть

Первым звеном схемы (рис. 1) является блок кнопок, с помощью которого включается и выключается процесс работы, а также выбирается нужный режим для работы и величины параметров. Он представлен в виде трех кнопок, одна из них определяет режим старта и стопа, а двумя другими выставляются параметры работы.

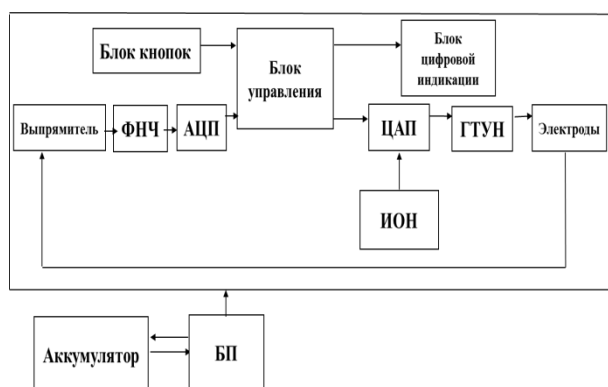


Рис. 1

В функции блока цифровой индикации (БЦИ) входит визуализация режимов работы. Блок цифровой индикации представляет собой набор цифровых индикаторов и единичных светодиодов, для отображения информации о параметрах выходных сигналов, времени процедуры, номере текущей лечебной программы, режиме работы каналов.

Эти два блока сообщаются с блоком управления, который является основным в схеме. Блок управления передает данные на ЦАП — цифро-аналоговый преобразователь. Он преобразует цифровой сигнал в аналоговую форму, которая необходима для стимуляции. Для ЦАП необходимо опорное напряжение, поэтому к нему подсоединен блок ИОН — источник опорного напряжения. Он нужен для поддержания на своем выходе стабильного постоянного электрического напряжения. С ЦАП сигнал поступает на блок преобразования напряжения в ток или генератор тока. И уже затем происходит стимуляция — биологического объекта заданным током.

Этот же сигнал идет на блок выпрямитель, где он выпрямляется и преобразуется в однополярный. В блоке НЧФ — фильтр низкой частоты сигнал фильтруется.

Затем сигнал поступает в блок АЦП — аналогово-цифровой преобразователь, где обратно переходит в цифровую форму и возвращается в блок управления.

Питание устройства осуществляется от блока питания, его задача преобразовать напряжение от аккумулятора в напряжение питания различных блоков схемы. Так же он контролирует процесс зарядки аккумулятора при подключении устройства в бытовую сеть. Использование прибора от сети категорически запрещено, только от аккумулятора или батареи.

В аппарате используются электроды. Один из них представлен в виде шариковой ручки, вовнутрь которой помещен металлический стержень, на конце щупа находится игла. Второй электрод выполнен из алюминиевой трубки диаметром 20 — 30 мм.

3. Заключение

При разработке был проведен анализ методик и существующих аппаратов, была выбрана и обоснована функциональная схема.

4. Список литературы

- [1] Вельховер, Е. С. Основы клинической рефлексологии / Е. С. Вельховер, В. Г. Никифоров. — М. : Медицина, 1984. — 224 с.
- [2] Стояновский, Д. Н. Рефлексотерапия справочник / Д. Н. Стояновский. — М. : Кишинев, 1987 — 380 с.

PORTABLE APPARATUS FOR ELECTROACUPUNCTURE

Litvinov A. S., Shevchenko N. V., Varshavsky A. Yu.
 Scientific adviser: Shevchenko N. V.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of the development of a functional diagram of a portable apparatus for electroacupuncture procedures, are presented.

ДАТЧИКИ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Савочкин А. А., Абакумов А. К.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: whsharkwh@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены датчики контроля температуры и влажности, их основные технические параметры, основные свойства. Описан датчик температуры и влажности DHT22 на языке описания и верификации System Verilog.

1. Введение

В настоящее время существует множество технических объектов, за которыми необходимо реализовать контроль в реальном времени, на разных дистанциях и с высокой точностью.

Данная необходимость обуславливается тем что множество технических объектов без должного контроля могут выйти из строя и нарушить нормальные условия, необходимые для жизни людей, а так, же нанести материальные и в редких случаях человеческие потери, что нельзя допустить.

Для предотвращения данных возможных проблем необходимо разработать компактную и надёжную систему дистанционного контроля параметров технических объектов.

2. Основная часть

В данный момент существует огромное количество типов датчиков, которые имеют разнообразные технические параметры, и используют различные способы передачи данных.

Основным рассматриваемым в работе датчиком является цифровой датчик DHT22 — это базовый цифровой датчик температуры и влажности. Он использует емкостный датчик влажности и термистор для измерения параметров окружающего воздуха и выдаёт цифровой сигнал на выход. Датчик имеет простую конструкцию, что объясняет его широкое использование.

Ограничением в использовании датчика является невозможность получения данных чаще, чем один раз в две секунды.

В состав устройства входят резисторы 4,7 или 10 кОм, предназначенные для «подтяжки» шины данных к напряжению источника питания.

Внешний вид датчика показан на рис. 1.

Технические параметры:

— минимальная температура, °C	−40;
— максимальная температура, °C	80;
— пределы измерения относительной влажности, %	0 — 100
— точность измерения, %	0,5;
— напряжение питания, В	3 — 5;
— выходной сигнал	цифровой.

Описан датчик температуры и влажности DHT22 на языке описания и верификации аппаратуры System Verilog. Датчик имеет шину 1-wire, выходные данные с датчика имеют размерность 40 бит. Во время тестирования показания с датчика выводились на динамические 7-ми сегментные индикаторы.

Фото работающего датчика показано на рис. 2.

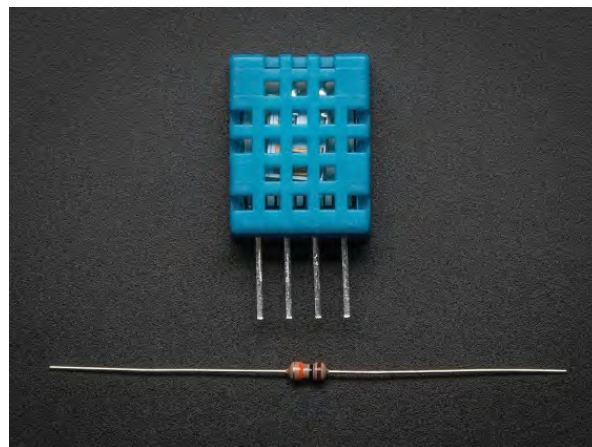


Рис. 1

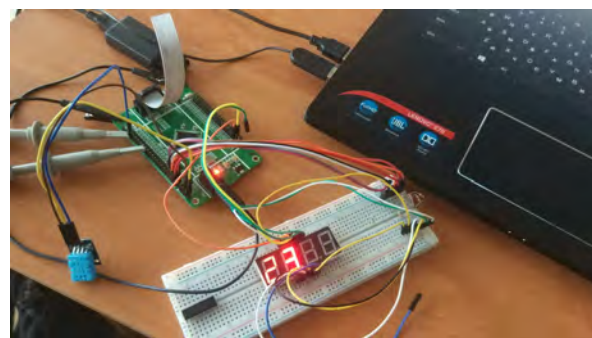


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, произведён обзор и исследование датчиков контроля параметров. Для разработки выбран датчик температуры и влажности DHT22, изучен принцип его работы и рассмотрено его описание на языке описания и верификации аппаратуры System Verilog.

4. Список литературы

- [1] Хэррис, Д. М. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера / Д. М. Хэррис, Сара Л. Хэррис. — Morgan Kaufman, 2013. — 1622 с.

SENSORS FOR MONITORING THE TECHNICAL OBJECTS PARAMETERS

Savochkin A. A., Abakumov A. K.

Scientific adviser: Savochkin A. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The sensors of temperature and humidity control, main technical parameters, and basic properties are considered. The temperature and humidity sensor DHT22 was described in the System Verilog description and verification language.

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДОПЛЕРОВСКОГО СДВИГА ЧАСТОТЫ ДЛЯ КАЧАЮЩЕГОСЯ РАДИОЛОКАЦИОННОГО ОБЪЕКТА

Краснов Л. М., Лежнев И. А., Гончаров К. А.

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

Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище им. П. С. Нахимова, Россия

E-mail: leonid_19@list.ru

Аннотация — Рассмотрена методика разработки имитационной модели доплеровского сдвига частоты для качающегося радиолокационного объекта. Приведены графики процессов качки объекта локации и соответствующего доплеровского сдвига отраженного сигнала.

1. Введение

Известны работы, посвященные применению доплеровского сдвига частоты для радиолокационного определения скорости сближения (или удаления) объектов при прямолинейном перемещении объекта наблюдения [1, 2]. В этом случае доплеровский сдвиг прямо пропорционален радиальной скорости объекта

$$f_d = f_c - f_0 = -\frac{2v_p}{\lambda}.$$

Однако информационные характеристики доплеровского сдвига при других видах движения объектов, например на качающихся объектах, изучены недостаточно полно. Поэтому разработка имитационной модели и изучение доплеровского сдвига на качающихся объектах представляет научный и практический интерес.

2. Основная часть

Имитационная модель состоит из двух частей: 1) модель качки локальной области рассеяния (ЛОР) и 2) модель доплеровского сдвига сигнала, отраженного от ЛОР.

В качестве качающегося объекта выбрана локальная область рассеяния радиоволн на качающемся судне. Можно показать, что сдвиг ЛОР в радиальном направлении определяется соотношением

$$\Delta(t) = r \sin|y(t)|,$$

где r — радиус-вектор ЛОР относительно точки О, через которую проходит продольная ось качания судна. Соответствующий доплеровский сдвиг определяется как

$$f_d = \frac{2}{\lambda} \cdot \frac{d\Delta}{dt} = \frac{2r}{\lambda} \dot{y} \cdot \cos(y).$$

Модель качки строится на основе дифференциального уравнения качки судна на тихой воде [3]

$$\ddot{y} + 2\nu\dot{y} + \omega^2 y = 0,$$

где ν — коэффициент демпфирования, ω — собственная частота качки судна. Соответствующая имитационная модель изменения угла крена судна приведена на рис. 1.

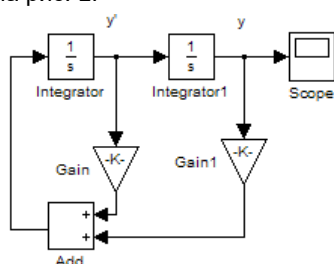


Рис. 1

На рис. 2. представлена модель формирования доплеровского сдвига на качающемся объекте. На рис. 3 вверху показан график изменения угла крена судна, а на нижнем — соответствующее изменение доплеровского сдвига.

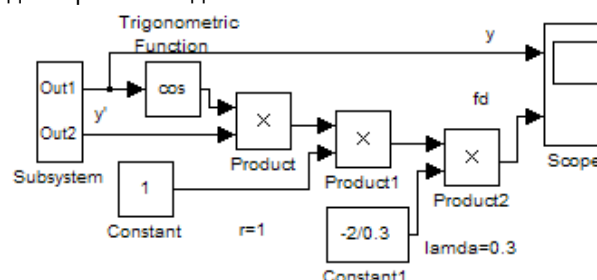


Рис. 2

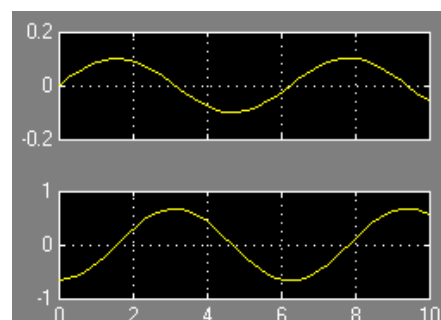


Рис. 3

3. Заключение

Таким образом, разработана имитационная модель доплеровского сдвига частоты для качающегося объекта.

Данная модель позволяет проводить исследования доплеровского сдвига и содержащейся в нем информации, для сигналов, отраженных от качающегося объекта

4. Список литературы

- [1] Теоретические основы радиолокации / Под ред. Я. Д. Ширмана. — М.: Сов. радио, 1970. — 560 с.
- [2] Ремез, Ю. В. Качка корабля / Ю. В. Ремез. — Л.: Судостроение, 1983. — 383 с.

IMITATION MODEL OF THE DOPPLER FREQUENCY SHIFT FOR A ROLLING RADAR OBJECT

Krasnov L. M., Lezhnev I. A., Goncharov K. A.

Scientific adviser: Krasnov L. M.

Black Sea Higher Naval School

Named After P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — The technique for developing a simulation model of the Doppler frequency shift for a swinging radar object is considered. The graphs of the rolling process of the object of location and the corresponding Doppler shift of the reflected signal are given.

ПРЕСЕЛЕКТОР ПРИЕМНОГО ТРАКТА РЛС МЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

Малевич И. Ю., Заяц П. В.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Малевич И. Ю.

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

E-mail: p.zayats@kbradar.by

Аннотация — Представлены результаты проектирования четырехполосного преселектора с коммутируемыми фильтрами для приемного тракта РЛС метрового диапазона.

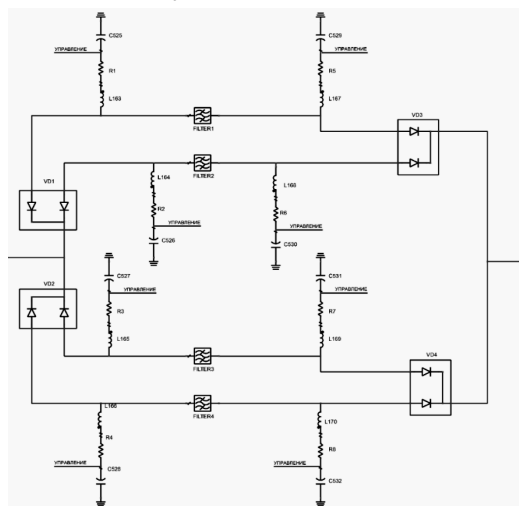
На рис. 2 показаны результаты моделирования АЧХ и КСВН фильтров структуры, оптимизированных в среде ADS, с типовой добротностью элементов 100 — 120 единиц.

1. Введение

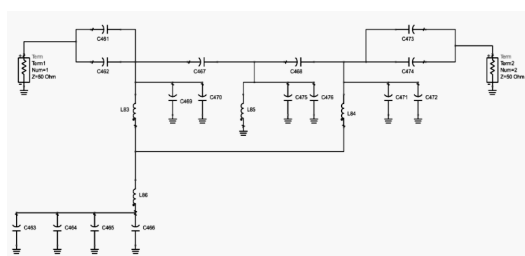
Сложная электромагнитная обстановка, характерная для условий функционирования современных радиолокационных систем метрового диапазона, в ряде случаев приводит к перегрузке приемного тракта. Одним из эффективных путей решения этой проблемы является применение до первого нелинейного элемента адаптивной фильтрующей системы в виде набора коммутируемых полосовых фильтров [1].

2. Основная часть

В условиях действия интенсивных внеполосных помех, в том числе преднамеренных, создаваемых средствами радиоэлектронной борьбы, преселектор в виде набора коммутируемых полосовых фильтров позволяет посредством переключения фильтров обеспечить эффективную частотную защиту приемного тракта РЛС. Этот подход использован при разработке модуля четырехполосного преселектора для приемного тракта РЛС метрового диапазона (рис.1, а). Полосовые фильтры структуры реализованы по трехконтурной схеме с перекрестными связями (рис.1, б). Переключающие элементы выполнены на PIN-диодных коммутаторах.



а)



б)

Рис. 1

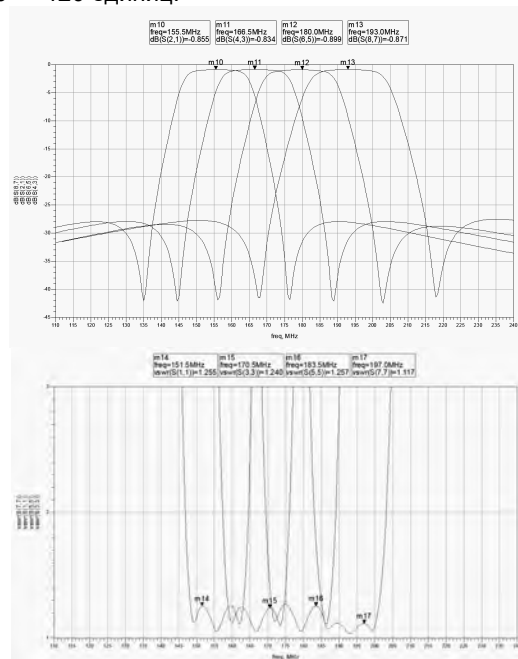


Рис. 2

Как видно, разработанный преселектор в зависимости от диапазона рабочих частот РЛС обеспечивает коммутацию четырех фильтров. Фильтры позволяют реализовать на 12 % отстройке от центральной частоты затухание порядка 28 — 30 дБ; при этом полосное затухание не превышает 2 — 3 дБ.

3. Заключение

Таким образом, полученные результаты позволяют повысить помехозащищенность приемного тракта РЛС метрового диапазона по внеполосным каналам приема.

4. Список литературы

- [1] Малевич, И. Ю. Радиомодуль приемного тракта метрового диапазона / И. Ю. Малевич // Матер. конф. «Кры-МиКо-2007». — Севастополь, 2007. — С. 65 — 66.

THE PRESELECTOR FOR THE RECEIVER OF THE VHF BAND RADAR

Malevich I. Yu., Zayats P. V.

Scientific adviser: Malevich I. Yu.

JSC «KB Radar» - Managing Company of «Radar Systems», Republic of Belarus

Abstract — The results of designing a four-band preselector with switched filters for the receiving path of the VHF band radar are presented.

ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ И ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ЗАЩИТЫ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ОТ АКТИВНЫХ ПОМЕХ

Петрушкевич П. А., Романенко В. Г.

Научный руководитель: Петрушкевич П. А.

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк

E-mail: romanienko_vlad@mail.ru

Аннотация — В работе была решена задача подавления активных помех в летательных аппаратах посредством изменения технических параметров, а именно мощности дальномерного оборудования DME 415/435.

1. Введение

В повседневной жизни довольно в большом количестве используется телевидение и мобильная связь, которые оказывают влияние на радиотехнические системы. Необходимо уменьшить их влияние что бы увеличить точность прохождения маршрутов движущихся объектов, а также значительно повысить безопасность плавания судов и полета летательных аппаратов в сложных метеорологических условиях.

Мной был произведен расчёт, который наглядно показывает изменения чувствительности в зависимости от дальности до объекта приема сигнала для оборудования DME.

2. Основная часть

Основная идея расчета состоит в изменении технических параметров, а именно для уменьшения естественных активных помех. В радионавигации в качестве радиосредства для ближней навигации используют дальномерное оборудование DME, с частотой 960 — 1215 МГц. Для того что бы рассчитать мощность нам необходимо определить длину волны данного оборудования по формуле[3]:

$$\lambda = \frac{c}{f},$$

где λ — длина волны; c — скорость света $3 \cdot 10^8$ м/с; f — частота сигнала оборудования.

$$\lambda_0 = 0.24 \text{ м}; \lambda_c = 0.21 \text{ м}; \lambda_T = 0.24 \text{ м};$$

На систему DME могут воздействовать такие источники как сотовая связь и телевидение. Что бы осуществить оценку электромагнитной обстановки необходимо выполнить расчет мощности на выходе своего оборудования, оборудования сотовой связи и телевидения по формуле[1]:

$$P_{\text{прм}} = \sqrt{\frac{P_{\text{прд}} \times G_{\text{прд}} \times G_{\text{прм}} \times \lambda^2}{(4\pi \times R)^2}},$$

где $P_{\text{прм}}$ — мощность приемника; $P_{\text{прд}}$ — мощность передатчика; $G_{\text{прм}}$ — коэффициент усиления приемной антенны; $G_{\text{прд}}$ — коэффициент усиления передающей антенны; λ — длина волны; π — число 3.14; R — расстояние.

Изменения чувствительности в зависимости от дальности до объекта приема сигнала телевидения и от количества кластеров сотовой связи приводится в таблице 1.

$$P_{\text{DME}} \geq P_c + P_T,$$

где P_{DME} — мощность оборудования DME; P_c — мощность сотовой связи; P_T — мощность телевидения.

$$0,056 \geq 0,034 + 0,04.$$

Поскольку это равенство не выполняется, то необходимо, чтобы мощность сигнала оборудования DME превышала мощность сигнала систем телевидения и сотовой связи [2].

Таблица 1

Изменение мощности, Вт	Изменение дальности, км
0.84	20
0.28	60
0.17	100
0.12	140
0.09	180
0.076	220
0.064	260
0.056	300

Таблица 2

Изменение мощности, Вт	Изменение дальности сотовой связи, км	Изменение мощности, Вт	Изменение дальности телевидения, км
0,04	20	0.022	30
0,043	18	0.034	20
0,06	14	0.067	10
0,09	9	0.13	5

3. Заключение

При расчете выявлено, что для подавления помех в системе управления навигации летательных аппаратов необходимо увеличивать мощность передатчика в зависимости от дальности до объекта приема сигнала.

4. Список литературы

- [1] Белавин, О. В. Основы радионавигации / О. В. Белавин. — М.: Сов. радио, 1977. — 320 с.
 - [2] Палий, А. И. Радиоволя / А. И. Палий. — М.: Воениздат, 1963. — 208 с.
- Руководство по эксплуатации дальномерного оборудования DME. — Рим: Airsys Navigation Systems S. p. A., 1998. — 410 с.

ESTIMATION OF ELECTROMAGNETIC SITUATION AND IMPLEMENTATION OF OF CONSTROL SYSTEMS' PROTECTION OF FLIGHTING VEHICLE FROM ACTIVE INTERFERENCE

Petrushkevich P. A., Romanenko V. G.

Scientific adviser: Petrushkevich P. A.

Donetsk National Technical University, Donetsk

Abstract — The problem of suppressing active jamming in aircrafts by changing technical parameters, namely the power and pulse width of the DME 415/435 rangefinder equipment, was solved.

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ПРИВОДНОГО ВЕТРА ДЛЯ МНОГОЛУЧЕВОЙ АНТЕННОЙ СИСТЕМЫ

Хачатурян А. Б.¹, Некрасов А. В.²

¹Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет, Россия

²Южный федеральный университет, Россия

E-mail: abkhachaturian@etu.ru

Аннотация — Приведены результаты моделирования оценки параметров приводного ветра для различных антенных конфигураций.

1. Введение

Проблема радиолокационного измерения параметров приповерхностного ветра имеет особую важность. Исследования обратного рассеяния радиоволн от морской поверхности показали, что с помощью скатерометра могут быть измерены скорость и направление ветра над морской поверхностью [1], так как ее удельная эффективная площадь рассеяния (УЭПР) упомянутых параметров. В публикациях авторов [2; 3] показано, что в качестве скатерометра может быть использован доплеровский измеритель путевой скорости и угла сноса (ДИСС), установленный на борту летательного аппарата (ЛА). В данном докладе представлены результаты исследования зависимости качества оценки параметров приводного ветра от используемой антенной геометрии.

2. Основная часть

Поскольку современные ДИСС представляют собой радиолокаторы Ку диапазона, обратное рассеяние морской поверхности можно описать геофизической модельной функцией вида [1]

$$\sigma^{\circ}(U, \theta, \alpha) = A(U, \theta) + B(U, \theta) \cos \alpha + C(U, \theta) \cos(2\alpha), \quad (1)$$

где $\sigma^{\circ}(U, \theta, \alpha)$ — УЭПР; $A(U, \theta)$, $B(U, \theta)$ и $C(U, \theta)$ — коэффициенты Фурье, зависящие от скорости U приповерхностного ветра и угла визирования θ ; α — азимут визирования относительно направления против ветра.

В предположении, что ЛА использует ДИСС с n -лучевой антенной системой, так что угол визирования θ постоянен и равняется углу наклона луча к вертикальной плоскости, ЛА выполняет горизонтальный прямолинейный полет, а его курс совпадает с его наземной траекторией, алгоритм нахождения скорости и направления ветра состоит в решении системы из n уравнений вида (1), подробно описанное в [1; 2].

Для решения задачи оптимизации рассмотрены варианты антенных конфигураций многолучевой «звезды» с 4 [2], 5, 6, 8, 9, 10, 12, 18, 36 и 72 [1] лучами. Количество отсчетов УЭПР, усредняемых в одном луче, было подобрано так, что общее число усредняемых отсчетов во всех лучах для всех антенных конфигураций было величиной постоянной. В результате математического моделирования методом Монте-Карло с 1000 независимых испытаний были получены статистические характеристики ошибок оценки параметров приповерхностного ветра. На рис. 1 показаны боксовые диаграммы ошибки оценки скорости (а) и направления ветра (б) для всех рассмотренных конфигураций антенны, усредненные по всем азимутальным углам, для угла визирования 30° и скоростей ветра 4, 10 и 16 м/с, соответственно.

3. Заключение

В результате проведения исследования оказалось, что максимальная и интерквартильная ошибка

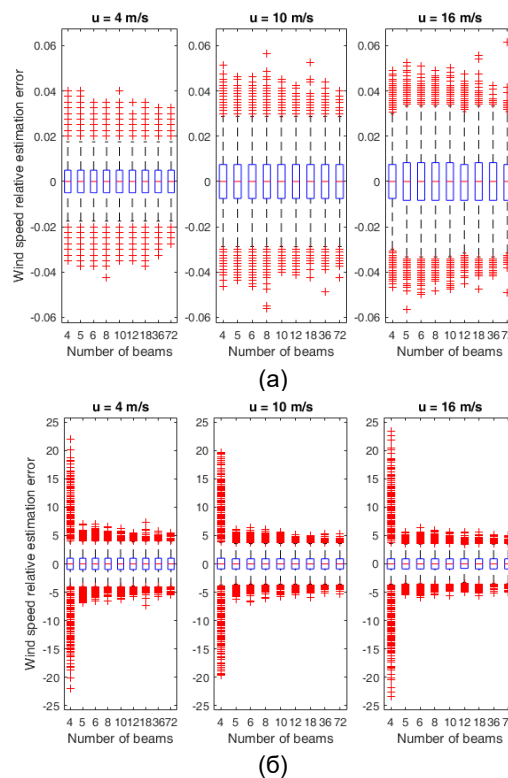


Рис. 1

измерения скорости ветра практически не зависят от выбранной антенной конфигурации. При измерениях скорости ветра интерквартильная ошибка также не зависит от антенной геометрии, в то время как максимальная ошибка снижается с увеличением количества лучей антенной системы (см. рис.1).

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект 16-19-00172).

4. Список литературы

- [1] Nekrasov, A. Sea surface wind measurement by airborne weather radar scanning in a wide-size sector / A. Nekrasov, A. Khachaturian, V. Veremyev, M. Bogachev // Atmosphere. — 2016. — Vol. 7. — P. 72 (1 — 11).
- [2] Nekrasov, A. Sea wind measurement by Doppler navigation system with x-configured beams at rectilinear flight / A. Nekrasov, A. Khachaturian, V. Veremyev, M. Bogachev // Remote Sensing. — 2017. — Vol. 9(9). — P. 887 (1 — 17).
- [3] Khachaturian, A. Sea wind parameters retrieval using Y-configured Doppler navigation system data. Performance and accuracy. / A. Khachaturian, A. Nekrasov, M. Bogachev // J. Phys. Conf. Ser. — 2018. — Vol. 1015. — P. 032058 (2 — 7).

SEA-WIND PARAMETERS ESTIMATION WITH MULTI-BEAM ANTENNA SYSTEM

Khachaturian A. B.¹, Nekrasov A. V.^{1,2}

¹Saint Petersburg Electrotechnical University, Russia

²Southern Federal University, Russia

Abstract — The simulation results of sea-wind vector estimations for different antenna geometries are presented.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ АБОНЕНТОВ В РАЙОНАХ ПЛОТНОЙ ЗАСТРОЙКИ И ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЙ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ *WI-FI* И *BLE*

Поляков А. Л., Савинов В. В., Симонов И. А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, с.н.с. Поляков А. Л.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: ilyasimonov0@gmail.com

Аннотация — Статья посвящена анализу возможности совершенствования системы навигации в районах плотной застройки и внутри сооружений с применением беспроводных технологий.

1. Введение

На сегодняшний день для определения координат и ориентирования на местности абонента используются, в основном технологии *GPS* и *ГЛОНАСС*. Однако, навигация при помощи спутниковых систем не лучшее решение в густонаселенных районах из-за сильного ослабления сигналов стенами и перекрытиями зданий. Поэтому целесообразно использовать навигацию при помощи использования базовых станций, так как их концентрация в больших городах постоянно возрастает.

Анализируя работу [1], оптимальными технологиями для определения местоположения в густонаселенных районах были выбраны технологии *Wi-Fi* и *RFID*.

2. Основная часть

Позиционирование в беспроводных сетях можно реализовать несколькими способами [2]:

- методом распознавания шаблона;
- по точке доступа, к которой присоединен абонент;
- методом триангуляции;
- методом ангуляции.

Метод распознавания шаблона заключается в сканировании среды при помощи уровня радиосигналов от точек доступа и сверяет полученную схему радиосигналов со списком шаблонов, после чего находит координату абонента.

Главным преимуществом этого метода являются низкие затраты на оборудование. Также метод обладает рядом недостатков, такие как длительное сканирование эфира помещения, регулярная калибровка данных, низкая точность позиционирования; большие эксплуатационные затраты.

Метод определения по точке доступа позволяет определить присутствие абонента. Преимуществом метода является простота реализации, а недостатком — низкая точность позиционирования.

Метод триангуляции заключается в том, чтобы определить уровень сигнала от клиента на 3х-4х точках доступа *Wi-Fi* и в зоне пересечения возможного расположения клиента относительно каждой точки спозиционировать устройство. Данный метод позволяет определить координату абонента с точностью 5 — 7 м.

Для вычисления координат и накопления данных для аналитики используется элемент сети *Mobility Services Engine (MSE)*.

Преимуществом метода являются низкие затраты на эксплуатацию сети, а недостатком — использование дополнительного оборудования.

В методе ангуляции внешний модуль точного позиционирования, подключается к модульной точке доступа, со специальной антенной и позволяет дополнительно определить угол, под которым пришел сигнал, тем самым сузить сегмент возможного нахождения *Wi-Fi* клиента до луча. Применяя метод триангуляции к такой информации, мы получаем точность до 1 м.

При этом [3] используют *RFID* метки с технологией *Bluetooth Low Energy (BLE)*. Данные метки способны определить приближающиеся к ним устройства с включенным *BLE*, и сообщить об этом серверу мобильного приложения, который эту информацию использует как координату устройства. Однако стоимость эксплуатации будет высокой, т. к. необходимо отслеживать реальное местоположение и заряд батареи маячков с помощью специалиста на объектах.

При комбинировании сети *Wi-Fi* и *RFID* меток по технологии *BLE* инфраструктура *Wi-Fi* обеспечивает общее позиционирование, а уточнение координаты у определенного объекта происходит с помощью метки.

3. Заключение

На основе проведенного исследования, наиболее приемлемыми с точки зрения практической реализации на основе технологий *Wi-Fi* и *BLE*, которые обеспечивают высокую точность местопредопределения объекта в районах плотной застройки и внутри сооружений, являются методы триангуляции и ангуляции.

Кроме того, невысокие затраты на эксплуатацию системы позиционирования построенной на основе данных методов с применением *Wi-Fi* и *BLE* технологий делают ее достаточно перспективной.

4. Список литературы

- [1] Яковенко, И. А. Навигация внутри помещений. Обзор и сравнительный анализ технологий : *GSM, Bluetooth, Wi-Fi, GPS, RFID, NFC* / И. А. Яковенко, Ю. Е. Гапанюк // Молодежный науч.-техн. вестник. — 2015. — С. 51 — 67.
- [2] Александров, Д. В. Радиолокация с использованием *Wi-Fi* точек доступа беспроводных сетей внутри помещений / Д. В. Александров, Х. М. Салех // Информационно-измерительные и управляющие системы. — 2012. — № 7. — С. 29 — 36.
- [3] Шубин, В. И. Беспроводные сети передачи данных / В. И. Шубин, О. С. Красильникова. — М. : Вузовская книга, 2013. — 104 с.

REALIZATION OF ANGULAR POSITIONING IN THE AREAS OF DENSE BUILDINGS AND INSIDE BUILDINGS BASED ON *WI-FI* AND *BLE* TECHNOLOGIES

Polyakov A. L., Savinov V. V., Simonov I. A.

Scientific adviser: Polyakov A. L.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The article devoted to analysis of the capability of improvement the system navigation in dense buildings areas and inside buildings with using wireless technology.

ОБЗОР ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЦИФРОВОГО РАДИО

Гайворонский Д. В., Егоров И. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Гайворонский Д. В.

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ», Россия

E-mail: cleric_93@mail.ru

Аннотация — Данная статья рассказывает об основах построения программно-определяемого радио, дает подробные сведения об архитектурной структуре и освещает все его преимущества.

1. Введение

Программно-определяемое радио (SDR) является моделью для проектирования устройств беспроводной связи. В идеале, программно-определяемое радио представляет собой радио, физическими компонентами которого были бы только антенна и аналого-цифровой преобразователь, в случае приемного устройства, и передающая антенна и цифро-аналоговый преобразователь на стороне передатчика. Остальные функции будут обрабатываться перепрограммируемыми процессорами.

2. Основная часть

Аппаратная часть традиционного способа построения приемного устройства заменяется аналого-цифровым преобразователем (АЦП), цифро-аналоговым преобразователем, цифровым преобразователем частоты и блоком цифровой обработки сигнала.

На первом этапе радиочастотный сигнал переносится на промежуточную частоту. АЦП преобразовывает непрерывный сигнал промежуточной частоты в дискретные двоичные отсчеты. Далее цифровой сигнал попадает на вход блока цифрового понижения частоты. Данный блок состоит из трех компонентов: цифровой умножитель, цифрового генератора и фильтра с конечной импульсной характеристикой (КИХ). Умножитель и цифровой генератор переносят сигнал с промежуточной частоты на нулевую. На выходе КИХ - фильтр ограничивает полосу сигнала. Таким образом, сигнал со входа АЦП переносится на нулевую частоту в виде двух квадратурных компонент (I и Q). Благодаря цифровой обработке становится возможным поддерживать идеальное 90 смещение между квадратурными компонентами. Здесь же происходит процедура под названием децимация для уменьшения частоты дискретизации. Конечная частота дискретизации может быть вдвое выше самой высокой частотой составляющей полезного сигнала, как это было предложено известной теоремой Найквиста. Затем сигнал попадает на блок цифровой обработки сигнала, где производится декодирование и пр. обработка.

Таким образом, SDR определяет набор аппаратных и программных технологий, в которых некоторые или все рабочие функции радио реализуются через обновляемое программное обеспечение.

Несколько типов микропроцессорных систем для имплементации SDR:

1) Процессоры общего назначения (ARM, x86, MIPS) часто используются в реализациях SDR из-за простоты внедрения, а также из-за их высокой гибкости в отношении реконфигурации. Недостаток — они не являются специализированными для математических вычислений, поэтому не позволяют в реальном

времени вычислять все необходимое для реализации современных методов обработки сигналов.

2) Цифровые сигнальные процессоры (ADSP, TSHARK) специализированы для математических вычислений. Однако они неспособны обрабатывать большие потоки данных, которые присущи приложениям SDR, в силу ограниченного количества вычислительных ядер (обычно не более 16).

3) Программируемая логическая интегральная схема — ПЛИС (Xilinx, Intel/Altera) содержит несколько блоков ЦСП (от 100 до нескольких тысяч), которые могут быть реконфигурированы для работы в качестве параллельных умножителей/сумматоров или умножителей/сумматоров с накоплениями, и модули блочной памяти для быстрой «доставки» данных для вычислений. Основным недостатком: отсутствие возможности использования полноценного программного обеспечения, что является препятствием для создания некоторых частей алгоритмов и общего арбित्रажа.

3) Системы на кристалле (Zynq-7000, Cyclone V) объединяют на одном кристалле процессор и программируемую логику, что позволяет разработчикам комбинировать методы проектирования цифрового дизайна и программирования встроенных систем, соединяя сильные стороны обеих технологий.

3. Заключение

Благодаря достижениям современным достижениям в области вычислительных технологий, алгоритмов цифровой обработки сигналов и цифровой связи, были разработаны системы связи, основанные на архитектуре программно-определяемого радио, на сложных, высокопроизводительных платформах, которые могут адаптироваться в условиях развивающихся технологий и передавать большие объемы данных в режиме реального времени без ошибок.

4. Список литературы

- [1] Software-Defined Radio for Engineers [Электронный ресурс] / Analog Devices. — Режим доступа: <http://www.analog.com/media/en/training-seminars/design-handbooks/Software-Defined-Radio-for-Engineers-2018/SDR4Engineers.pdf>.
- [2] Software Defined Radio Handbook [Электронный ресурс] / Pentek. — Режим доступа: <http://www.dynamiccc4.com/download/Pentek/Handbook>.

REVIEW OF TECHNOLOGIES FOR DIGITAL RADIO IMPLEMENTATION

Gaivoronskiy D. V., Egorov I. V.

Scientific adviser: Gaivoronskiy D. V.

Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI», Russia

Abstract — The article is devoted to the basics of building a software-defined radio. The detailed information about the architectural structure and highlights all its advantages are given.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БПЛА В СИСТЕМЕ ПОИСКА ПОСТРАДАВШИХ ПОД ЗАВАЛАМИ

Шевченко К. Д., Широков И. Б.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: karina-shevchenko110@mail.ru

Аннотация — Описано применение беспилотных летательных аппаратов в разработанной системе поиска пострадавших под завалами. Описаны преимущества использования БПЛА в сравнении с ранее описанным способом.

1. Введение

На сегодняшний день основной проблемой поиска людей под завалами является низкая оперативность работы спасательной службы. Даже при использовании необходимой системы поиска, не всегда есть возможность быстро обнаружить объект из-за наличия препятствий на пути спасателя.

В докладе представлено использование беспилотного летательного аппарата для улучшения эффективности поиска людей под завалами.

2. Основная часть

Разработанная система поиска пострадавших под завалами предполагает идентификацию каждого человека, подвергающегося опасности. Такая система используется в местах с высокой вероятностью происшествия, к примеру, шахты, места экстремальных видов спорта, места строительных работ.

В системе идентифицируется каждый человек с помощью радиомаяка, располагающегося на каждом человеке. Одними из основных устройств системы поиска пострадавших под завалами является приемное устройство и устройство активации, которые находятся у поисковой группы спасателей. Устройство активации с помощью уникальной частоты активирует определенный радиомаяк, после чего сигнал передается от радиомаяка на приемное устройство.

Однако, использование такой системы может быть затруднительной в местах завалов, сходов снежных лавин, обвалов и т.д. из-за препятствий на пути спасателей. Эта проблема решается при использовании беспилотного летательного аппарата. В БПЛА располагается приемное устройство системы, а также контроллер полета, который с помощью данных, полученных с приемного устройства изменяет направление движения, в результате чего БПЛА следует в направлении объекта поиска [1].

На рис. 1 изображена схема поиска людей под завалами с помощью беспилотных летательных аппаратов. Управление полетом БПЛА обеспечивается с помощью контроллера, который принимает информацию от приемного устройства с тремя магнитными антеннами. Сигнал от каждой антенны проходит через фильтр и усилители, возводятся в квадрат, поступает на МК, после чего полученные три квадрата с помощью микроконтроллера преобразуют в сигнал постоянного тока, уровень которого соответствует максимальному уровню принимаемого низкочастотного сигнала от радиомаяка объекта поиска до приемного устройства. С помощью полученной информации контроллер управления полета меняет свое положение и движется в направлении объекта. На БПЛА располагаются датчики препятствий, что поз-

воляет предотвратить столкновение аппарата с частями завала. Сигналы с датчика также поступают на контроллер управления полета. Когда датчики обнаруживают препятствие БПЛА прекращает полет, информация об этом отображает на табло, находящемся у спасательной службы. Исходя из полученного местоположения БПЛА, служба проводит спасательную операцию, в то время как аппарат может совершать поиск следующего объекта.

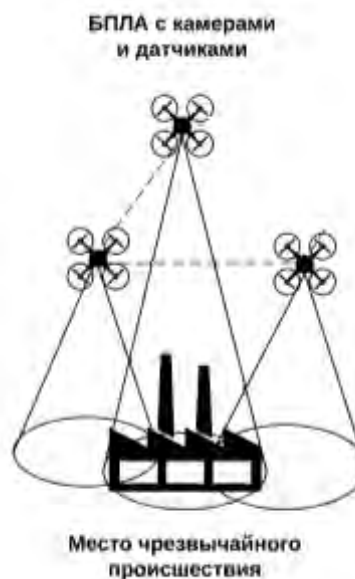


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом в результате использования БПЛА в спасательных операциях для поиска людей под завалами сокращается время проведения спасательной операции. Также повышается эффективность использования системы поиска из-за возможности не задействовать человеческую силу, что упрощает поиск в условиях завалов, так как не всегда спасатель имеет возможность быстро передвигаться по территории завала.

4. Список литературы

- [1] Широков И. Б. Система поиска людей под завалами / И. Б. Широков, М. А. Дурманов, А. М. Сербин. — Сб. науч. работ Севастоп. Воен.-мор. инст. им. П. С. Нахимова. — Севастополь, 2007. — С. 152 — 160.

THE USE OF UAVS IN SEARCH OF VICTIMS UNDER THE AVALANCHES

Shevchenko K. D., Shirokov I. B.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The application of unmanned aerial vehicles in the developed search system for victims under the rubble is described. The advantages of using UAVs in comparison with the previously method are described.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ФОРМИРОВАНИЕ МАРШРУТА БПЛА ПО ЗАДАННОМУ ПАРАМЕТРУ

Шевченко К. Д., Широков И. Б.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: karina-shevchenko110@mail.ru

Аннотация — Разработан алгоритм программы автоматического формирования маршрута беспилотного летательного аппарата. Описаны преимущества и сферы использования разработанного алгоритма программы.

1. Введение

На сегодняшний день большую популярность имеют беспилотные летательные аппараты. БПЛА используются не только для военных целей, их могут использовать в промышленности, науки, картографии, а также в доставке грузов и многом другом. Большую популярность БПЛА имеет среди частного использования для съемки на определенной территории. По данным аналитиков на 2018 год использование гражданских беспилотных летательных аппаратов наиболее популярно в сфере фото и видеосъемки в киноиндустрии; для создания цифровых карт и 3-D моделей местности; наблюдение за рабочим процессом в промышленности и т.д.

В докладе представлен алгоритм работы программы функции автоматического маршрута БПЛА.

2. Основная часть

Управление беспилотным летательным аппаратом можно осуществлять с помощью пульта управления. Такой способ является удобным, однако стоимость пульта управления может быть равна стоимости самого БПЛА. Наиболее выгодным способом управления является управление с помощью смартфона. С помощью специального приложения на смартфоне можно осуществлять выбор нескольких режимов съемки: режим ручного управления, при котором пользователь вручную управляет полетом; режим ручного управления со стабилизацией с помощью встроенного аксилиметра, такой режим позволяет пользователю совершать съемку без ручной установки прямого положения БПЛА; с помощью GPS навигации, что позволяет построить маршрут полета и не контролировать его. С помощью разрабатываемой программы БПЛА будет следовать сформированному автоматическому маршруту. Данная функция необходима для съемки без дополнительного управления и отслеживания маршрута. С помощью смартфона можно выполнить настройку высоты, на которой будет происходить автоматический маршрут, а также выбрать функцию изменения высоты, при которой БПЛА будет менять не только направление движения, а также менять высоту полета [1].

На рис. 1 изображен алгоритм работы программы формирования автоматического маршрута. В начале работы происходит проверка включения. После чего выполняется проверка датчиков препятствия, которые расположены на каждой стороне БПЛА. В случае если есть препятствие, БПЛА необходимо переставить в другое место. Когда препятствия отсутствуют, БПЛА взлетает на 0,5 метра и осуществляет калибровку для того, чтобы во время полета БПЛА находился в ровном положении. После достигает высоты, которая была выбрана пользователем заранее. Далее происходит проверка установки режима смены высоты во время полета и исходя из данных выпол-

няется полет либо со сменой только направления полета, либо со сменой направления и высоты.

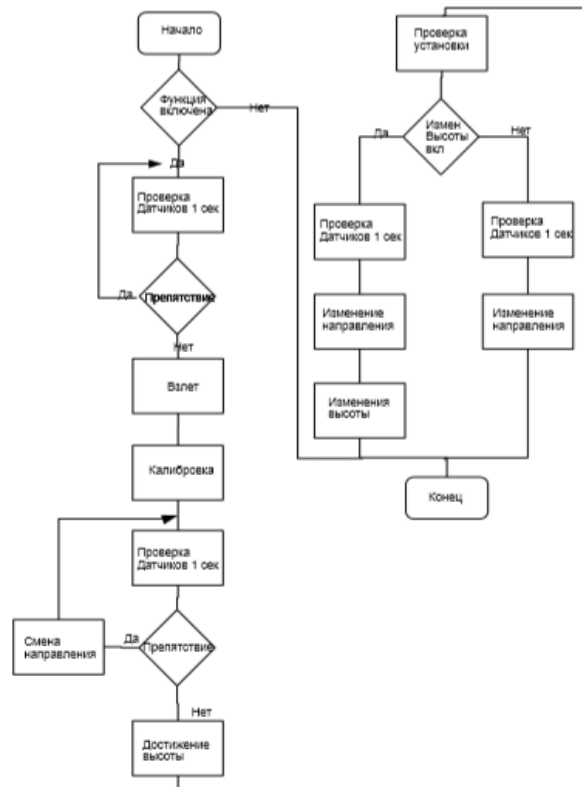


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом разработанный алгоритм показывает работу программы для формирования автоматического полета БПЛА. Это позволит осуществлять съемку без управления. Формирование автоматического маршрута может подойти для новичков в использовании БПЛА, а также с помощью усовершенствования модели БПЛА есть возможность использования в целях обнаружения объектов, а также съемки определенной местности.

4. Список литературы

- [1] Авиация : Энциклопедия / под ред. Г. П. Свищёв. — М. : Большая Российская энциклопедия, 1994. — 736 с.

AUTOMATIC GENERATION OF A ROUTE FOR THE UAV SPECIFIED PARAMETER

Shevchenko K. D., Shirokov I. B.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The algorithm of the program for automatic generation of the route of the unmanned aerial vehicle is developed. Advantages and spheres of application of the developed algorithm of the program are described.

MODERN METHODS OF OBTAINING SUFFICIENT AMOUNT OF INFORMATION WITH A VIEW OF SAFETY AND PRODUCTIVITY ENHANCEMENT

Bokov G. V., Titova O. I., Portofei L. M.
Scientific adviser: Bokov G. V.
Sevastopol Branch Admiral Ushakov MSU
E-mail: keksikolka@gmail.com

Abstract — The introduction of additional alarm systems is considered. Ways to monitor the condition of the hull and prevent possible accidents at sea are discussed.

1. Introduction

Volumes of modern merchant fleet growth are impressive which means that more and more goods are transported, more jobs are created, and economy of the involved countries receives decent benefits.

Undoubtedly, all this can lead to loss of cargo, vessel and even human life. One of the answers to these problems would be an approach which will allow for gathering the sufficient amount of information helping to assess the exploitation process and make it right-balanced between safety and productivity. Safety of human life is to be put on the top of the list at all times [1].

2. Main part

An answer can be found in concept which deals with complex arrays of data concerning safety onboard. It presupposes installation on the vessel of a set of sensors which will provide the information mentioned.

System of Data Acquisition and Procession is the descendant of VDR system and differs from it by a broader range of data acquired and some additional functions. This very system is the core of the concept mentioned above. Its main functions are to not only require and store data but to establish reliable and efficient data exchange between ship and shore through either recognized by IMO communication systems or through those optional ones [3].

Hull Stress Monitoring Systems are invaluable tool in monitoring the hull stress of vessels during the voyage and cargo operations. Statistics show that failures in hull structures have been the reason for every third serious bulk carrier casualty. Hull Stress Monitoring Systems have especially been developed to improve safety at sea. The system alarms when there is a risk of damage to the hull structures or cargo caused by improper loading or high speed in heavy weather.

At present, special information means have been created to improve the safety of ships' navigation in storm conditions: on-board automated seaworthiness control systems. Their main task is to determine whether the vessel is a seagoing vessel under the given conditions of navigation under the mode of traffic used, whether it will be such in the future when the transition is made, how to avoid the loss of seaworthiness. These systems continuously measure the parameters of the state of the environment and the behavior of the vessel in it, develop warnings about hazards in accordance with established operational criteria, assess the seaworthiness of future ship conditions on the remaining route, formulate recommendations for vessel management [4].

3. Conclusion

The last aspect of the concept is security onboard. This is very relevant in today's world. Through centralized security data acquisition system which is the part of Data Acquisition and Procession system it is possible to enhance security in ports as well as at sea. Such system is composed of movement sensors, integrity sensors, video cameras, etc. all gathering information from ship's premises and direct vicinity of a vessel [2].

Undoubtedly, the concept considered is quite an expensive option but in the long run it can enhance safety and at the same time bring profits to ship owners.

Using on-board automated seaworthiness control systems, it is possible to steer the ship in storm conditions, avoiding overloading of the hull elements and other dangerous phenomena, while at the same time operating at the extremely safe level, which allows ensuring the maximum possible speed to the point of destination.

4. References

- [1] Соловьев, Ю. А. Системы спутниковой навигации / Ю. А. Соловьев. — М. : Эко-Трендз, 2000. — 270 с.
- [2] Вагущенко, Л. Л. Судовые навигационно-информационные системы / Л. Л. Вагущенко. — Одесса : Феникс, 2004. — 302 с.
- [3] Magazine «Maritime Reporter», Sept. Edition 2010. — P. 31 — 36.
- [4] Вагущенко, Л. Л. Бортовые автоматизированные системы контроля мореходности / Л. Л. Вагущенко, А. Л. Вагущенко, С. И. Заичко. — Одесса, 2005. — 264 с.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ДОСТАТОЧНОГО КОЛИЧЕСТВА ИНФОРМАЦИИ С ЦЕЛЬЮ БЕЗОПАСНОСТИ И ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Боков Г. В., Титова О. И. Портофей Л. М.
Научный руководитель: Боков Г. В.
Филиал ФГБОУ ВО «ГМУ им. адм. Ф. Ф. Ушакова» в г. Севастополь

Аннотация — Внедрение дополнительных систем сигнализации. Способы слежения за состоянием корпуса судна и предотвращения аварий в море.

OFDM RADAR SIGNAL PROCESSING

Mkrtchyan G. A., Hakhoumian A. A.
Institute of Radiophysics and Electronics NAS RA, Republic Armenia
E-mail: office@irphe.am

Abstract — The OFDM communication signal in Radar systems is described, which provide an ability to detect multi targets and insert identification bits.

1. Introduction

In General the Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) method was created for communication purposes as a digital Modulation technique, but nowadays it finds its own place in Radar applications.

There are many investigations on using OFDM method in Radar application, such as: "Multi-frequency radar signals [1], Multi-frequency complementary phase-coded radar signal [2].

The research proves that the OFDM is ideal for both data transmission and radar sensing. In this paper, using the method suggested in [3], the solution of Doppler and range together within a single pulse is presented.

2. Main part

What is the features of using OFDM method? Firstly, it is a universal signal, so any radar signal can be generated via OFDM method. Secondly, it can overcome the problem of ambiguity function for distance and velocity. Thirdly, it has an ability to detect multiple target simultaneously and, finally, the identification bits (IFF) can be inserted on frame of OFDM instead of pilot signals, which are used in communication.

In Avionic Radars, the IFF module is required. This means that, besides the main module, for target detection, one more module is needed to integrate in required system. The module is responsible for distinguish enemy's target with own. In communication, in 4G, where OFDM modulation is used, pilot signals on frame for channel estimation are used. In radars, all frame consists of reference bits, which are created randomly, for channel estimation and for getting environment parameters and analyzing and finding the targets. Due to the using of OFDM on radars in our investigation, the IFF signal should be put on frame instead of pilot signals positions. So, the separate IFF module can be rid of.

The generated OFDM signal is represented on fig. 1.

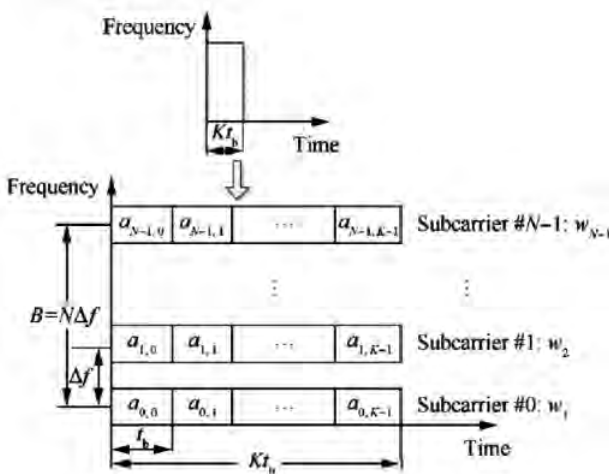


Fig. 1

The received OFDM radar signal is represented by this equation

$$r(p, k) = \rho e^{-j2\pi f_0 t_0} \sum_{n=0}^{N-1} w_n a_{n,k} e^{j2\pi n p / N} e^{-j2\pi f_d t_b} e^{-2\pi n \Delta f \tau_0},$$

where $e^{-j2\pi f_d t_b}$ is the Doppler information and $e^{-2\pi n \Delta f \tau_0}$ is the range information. The equation can be represented in matrix form, as shown in fig. 2.

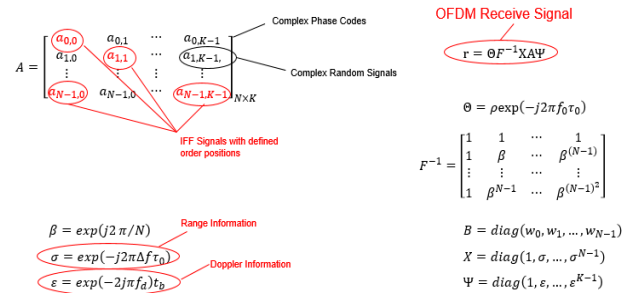


Fig. 2

After receiving, the following steps for radar processing and imaging should be done:

- multiplying the received signal with DFT matrix F ;
- multiplying both sides by B^{-1} $B^{-1} F r = \Theta X A \Psi$;
- Let $D = \Theta X A \Psi$ and

$$[D]_{n,k} = \rho a_{n,k} e^{-j2\pi f_0 t_0} e^{-j2\pi f_d k t_b} e^{-j2\pi n \Delta f \tau_0};$$

- taking element-wise division

$$[T]_{n,k} = \frac{[D]_{n,k}}{[A]_{n,k}} = \rho e^{-j2\pi f_0 t_0} e^{-j2\pi f_d k t_b} e^{-j2\pi n \Delta f \tau_0};$$

- applying 2D-DFT with $N_r \times N_d$ points on T .

3. Conclusion

The OFDM is ideal for radar application as it is universal signal. It allow detection of multiple target simultaneously, and overcome the problem of ambiguity function for range and velocity. OFDM has an ability to insert identification bits.

4. References

- [1] Levanon, N. Multifrequency radar signals / N. Levanon // Proc. of IEEE 2000 Int. Radar Conf., 2000 May 7 — 12, Alexandria, VA, USA, Piscataway. — NJ. : IEEE Press, 2000. — P. 683 — 8.
- [2] Levanon, N. Multifrequency complementary phase-coded radar signal / N. Levanon // IEEE Proc. Radar Sonar Navigation. — 2000. — 147(6). — P. 276 — 84
- [3] A novel range-Doppler imaging algorithm with OFDM radar // Chinese Journal of Aeronautics. — 2016. — No. 29(2). — P. 492 — 501.

ОБРАБОТКА OFDM РАДАРНЫХ СИГНАЛОВ

Мкртчян Г. А., Ахумян А. А.
Институт Радиофизики и электроники НАН РА,
Республика Армения

Аннотация — Использование OFDM коммуникационного сигнала в радарных системах, предоставляющего возможность детектировать несколько целей одновременно и интегрировать идентификационные биты в сигнал радара.

ОЦЕНИВАНИЕ ПРОТЯЖЕННОСТИ ПО СКОРОСТИ ОБЪЕКТА ЛОКАЦИИ

Баранов А. Н., Баранов Н. А., Бражкин А. А., Поляков О. Л., Торопов В. С.

Научный руководитель: Баранов А. Н.

Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище им. П. С. Нахимова, Россия

E-mail: magistri.avms@yandex.ua

Аннотация — С уменьшением дальности до цели ее следует считать протяженной. Считают цель протяженной, если ее размеры превышают сотую долю элемента разрешения по данной координате. Таким образом, находя отношение физических размеров цели к величине элемента разрешения по данной координате, можно судить о протяженности цели по данной координате [1, 2].

1. Введение

Величина элемента разрешения по скорости определяется шириной полосы пропускания доплеровского фильтра; по ней можно судить о диапазоне скоростей ΔV , входящих в данную полосу, из выражения $\Delta V = \Delta F_d \cdot \lambda / 2$, где λ — длина волны излучения, ΔF_d — ширина полосы пропускания фильтра частот Доплера. О размерах цели по скорости ΔV_c можно судить по ширине частотного диапазона, занимаемого сигналом, отраженным от цели ΔF_{dc} , из выражения $\Delta V_c = \Delta F_{dc} \cdot \lambda / 2$. По величине отношения $\beta = \Delta V_c / \Delta V$ можно судить о протяженности по скорости цели. Так, при $\beta \leq 0,01$ принимают решение о точечной по скорости цели, а при $\beta \geq 0,01$ принимают решение о протяженной по скорости цели [2].

2. Основная часть

Для определения пространственной структуры и оценки доплеровских параметров движущихся надводных объектов с колеблющимися элементами (например, вибрирующим корпусом) наиболее подходящими являются шумоподобные сигналы, широкополосные в базисе Фурье и Меллина [1]. Эхо-сигналы, отраженные от многобликовой протяженной цели с колеблющимися элементами обладают сложной многокомпонентной структурой в пространстве параметров (τ, α)

$$S(1) = \sum \alpha_i S_0(\alpha_i t - \tau_i) + n(t). \quad (1)$$

Сущность известного способа распознавания протяженной по скорости цели, основанного на излучении в сторону цели электромагнитной энергии, приеме отраженных от цели сигналов и распознавании цели, дополнительно производят узкополосную фильтрацию составляющей частоты Доплера спектра отраженного сигнала, определяют полосу скоростей сближения с целью ΔV , входящую в полосу пропускания фильтра частоты Доплера ΔF_d .

В данной работе предложен иной алгоритм оценивания протяженности объекта наблюдения по скорости. Для этого целесообразно использовать две процедуры: спектрального анализа и мультипликативной взаимной корреляции [1]. Конкретно вычисляются энергетические спектр Фурье принятого сигнала и эталона

$$W(\omega) = |F\{S(t)\}|^2 = \sum b_i W_0\left(\frac{\omega}{\alpha_i}\right) + N(\omega) \quad (2)$$

$$W_0(\omega) = |F\{S_0(1)\}|^2 \quad (3)$$

Спектры (2) и (3) используются для вычисления мультипликативной взаимокорреляционной функции (МВКФ)

$$R_m(\beta) = \int_0^\infty W(\omega) W_0(\beta \omega) \frac{d\omega}{\omega} \quad (4)$$

количество корреляционных максимумов которой определяется количеством элементов цели, движущихся в момент зондирования с различными радиальными скоростями.

Оценки доплеровских сжатий, полученные при обработке одной реализации эхо-сигнала, образуют строку сжатий $(\hat{\alpha}_j)$. При обработке последовательности реализаций строки сжатий образует матрицу сжатий $|\hat{\alpha}_{j,k}|$, которые дополняются соответствующими матрицами отношений сигнал-помеха.

3. Заключение

После вторичной обработки этих матриц методами траекторной фильтрации с учетом угловой информации о положении характеристики направленности приёмно-передающей антенны, можно сформировать доплеровские траектории скоростей движения рассеивателей цели.

Динамика изменения доплеровских параметров эхо-сигналов отражают характерные признаки цели, используемые для задач классификации. Наличие доплеровской модуляции, вызванной вибрациями корпуса, отличает НК разных классов по частоте модуляции.

4. Список литературы

- [1] Павликов, С. Н. Перспективные методы обработки сигналов в телекоммуникационных системах / С. Н. Павликов, Е. И. Убанкин. — Владивосток : МГУ, 2014. — 99 с.
- [2] Винокуров, В. И. Способ распознавания протяженной по скорости цели и устройство для его осуществления. Патент RU 2359285.

EVALUATION OF THE EXTENSION FOR SPEED RESOLUTION OF THE LOCATED OBJECT

Baranov A. N., Baranov N. A., Bragkin A. A.,

Polyakov O. L., Toropov V. S.

Scientific adviser: Baranov A. N.

Black Sea Higher Naval School

Named After P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — With the reduction in the range to the target, the target should be considered as extended. The goal is considered as extended, if its size exceeds one hundredth of the element of the resolution of the coordinate. Thus, by finding the ratio of the physical dimensions of the target to the magnitude of the element of resolution for the coordinate, one can judge the target extension for the coordinate.

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯЦИОННОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ДЛЯ УСИЛИТЕЛЯ КВ ДИАПАЗОНА

Смекодуб В. А., Калужный Л. И., Щекатурин А. А.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Щекатурин А. А.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 Email: Smekodub@uranis.pro

Аннотация — Рассмотрена модель модуляционного импульсного источника питания, предназначенного для управления напряжением питания усилителя КВ диапазона в соответствии с законом огибающей сигнала. Приведена структурная схема и изложены основные принципы работы.

1. Введение

В настоящее время являются актуальными проблемы, связанные с энергетическими показателями систем радиопередающих устройств (РПДУ). В особенности вопросы энергопотребления важны для устройств, работающих в КВ диапазоне, так как коэффициент перекрытия по частоте в этом случае больше 10, и реализация высокоэффективных режимов работы выходных каскадов РПДУ становится трудной задачей. В настоящей работе рассматривается способ повышения коэффициента полезного действия (КПД) усилителя без изменения режима работы выходных каскадов. Способ основывается на использовании модуляционного источника питания (МИП), который должен иметь КПД не менее 75 %. Такое значение КПД можно обеспечить только применением импульсных источников питания.

2. Основная часть

Модуляционный источник питания является управляемым преобразователем DC/DC. На МИП подается напряжение от первичного импульсного источника питания с напряжением питания +48 В. Управление происходит по огибающей входного высокочастотного сигнала, который поступает на вход усилителя мощности. При этом управление напряжением питания усилителя мощности выполняется по линейному закону с коэффициентом передачи 1. МИП работает в режиме с подпиранием напряжением питания, которое составляет 4 — 7 В. Это напряжение необходимо, чтобы усилитель не входил в режим отсечки. Диапазон регулирования напряжения питания МИП составляет 44 В, напряжение изменяется от +4 В до максимального значения +48 В. Рассмотренный в работе МИП разрабатывался для усилителя мощностью 1.5 кВт.

Усилитель состоит из четырех модулей, сигналы которых суммируются на выходе. Каждый усилительный модуль может потреблять ток до 40 А. С целью повышения надежности МИП проектируется под отдельный модуль усилителя мощности. Таким образом, максимальный ток нагрузки для МИП составляет 40 А. При этом соответствующая максимальная частота модуляции должна быть не менее 3400 Гц.

Структурная схема разработанного МИП показана на рис. 1. Радиочастотный сигнал (РЧ) поступает на вход детектирующего устройства Д. После детектирования и фильтрации блок Д вырабатывает управляющий сигнал в соответствии с огибающей сигнала РЧ. Управляющий сигнал поступает на вход блока управления БУ. В БУ вырабатываются сигналы для управления блоком И, который содержит схему инверторов. Также в блок БУ приходят сигнала

лы с блока И, блока трансформатора Т и выходного выпрямителя, эти сигналы используются для обеспечения нормального функционирования устройства и его защиты в случаях аварийных или внештатных ситуаций. Блок И коммутирует обмотки трансформатора Т, которые подключены к источнику первичного питания +48 В. Далее напряжение с обмоток трансформатора поступает в блок выпрямителя, где происходит выпрямление и фильтрация, после чего напряжение используется для питания модуля усилителя мощности.

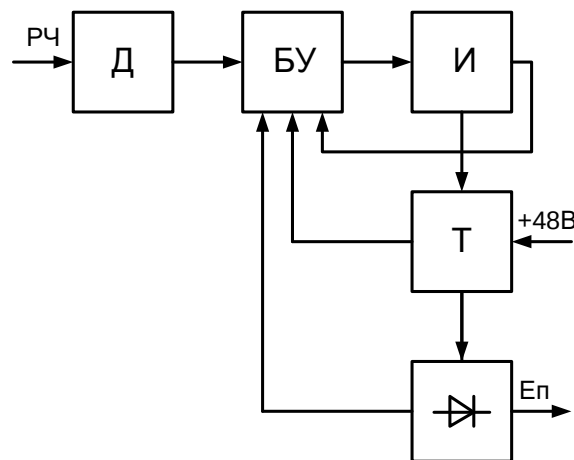


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, рассмотрена структурная схема МИП для усилителя КВ диапазона.

Выявлена возможность повышения КПД путем применения модуляционного источника питания без ухудшения качественных характеристик.

4. Список литературы

- [1] Кобзев, А. В. Модуляционные источники питания РЭА / А. В. Кобзев, Г. Я. Михальченко, Н. М. Музыченко. — Томск : Радио и связь, 1990. — 336 с.
- [2] Сергеев, Б. С. Схемотехника функциональных узлов источников вторичного электропитания / Б. С. Сергеев. — М. : Радио и связь, 1992. — 224 с.

DEVELOPMENT OF MODULAR SOURCE FOR SHORT WAVES AMPLIFIER

Smekodub V. A., Kalyuzhny L. I.,
 Schekaturin A. A.

Scientific adviser: Schekaturin A. A.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The model of a modulation switching power supply, intended to control the supply voltage of an amplifier of the HF band using the law of the envelope signal, is considered. The structural diagram is given, and the basic principles of work are stated.



ООО «Уранис»

г. Севастополь,

ул. Вакуленчука, 33г

Тел. +7 (8692) 590101, Факс +7 (8692) 590100

info@uranis.net

<http://www.uranis.net>

Быстро развивающаяся компания, стремящаяся сохранять позиции лидера на российских и иностранных рынках морской электроники благодаря своему профессиональному и квалифицированному штату менеджеров, инженеров и техников.

Секция 2

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ АБОНЕНТСКОГО ПРИЁМНИКА СТАНЦИЙ СТАНДАРТА СВЯЗИ IEEE 802.22

Иськив В. М., Авраменко В. В.

Научный руководитель: Иськив В. М.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: i-am-vlad@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены особенности построения абонентского приёмника станций беспроводного широкополосного стандарта связи IEEE 802.22 использующего когнитивные технологии, на базе цифровых приёмников ТВ сигнала.

1. Введение

Так как процесс перехода России на цифровое телевидение должен завершиться к концу 2018 года, появились предпосылки использовать беспроводной широкополосный стандарт связи IEEE 802.22. В данной работе рассмотрены особенности построения абонентского приёмника станций стандарта связи IEEE 802.22.

2. Основная часть

Рассмотрим несколько вариантов реализации абонентского приёмника.

USB SDR тюнер на основе микросхемы R820T способен работать на частотах от 24 МГц до 1,75 ГГц. Чип RTL2832U интересен тем, что с помощью специальных драйверов его можно перевести в режим работы восьмиразрядного АЦП.

К достоинствам данного варианта можно отнести только что низкую стоимость, а вот недостатков довольно много: низкий динамический диапазон приёмника и отсутствие преселектора, или полосовых диапазонных фильтров, вследствие чего невозможно добиться высокой чувствительности приёмника. Кроме того, еще один существенный недостаток заключается в том, что требуется использовать отдельный ПК, который будет использоваться в качестве маршрутизатора. Так же необходимо написание специального софта для решения этих задач.

Гораздо больше возможностей у SDR приёмников Airspy, SDRPlay и HackRF. Ниже приведём сравнительную таблицу 1.

Таблица 1

	Airspy	SDRPlay RSP	HackRF
Цена (USD)	199\$	149\$	299\$
Частотный диапазон (МГц)	24—1800	0,1—2000	0,1—6000
Разрядность АЦП	12	12	8
Полоса обзора (МГц)	10	8	20
Динамический диапазон (dB)	80	67	~48

Достоинством Airspy является его высокий динамический диапазон. SDRPlay является самым дешевым многофункциональным устройством, имеет встроенный LNA. К достоинствам HackRF относятся его полоса пропускания и частотный диапазон. Недостатком всех перечисленных SDR приёмников является высокая цена.

Еще один вариант решения — построение приемника на основе микросхемы полного ТВ-тюнера

MAX3541. Эта микросхема работает в диапазонах частот, отведенных для ТВ вещания: 47 — 68 МГц, 174 — 230 МГц, 470 — 862 МГц. Тюнер содержит МШУ, перестраиваемые фильтры, а также полноценный синтезатор частоты. На выходе MAX3541 присутствует сигнал на промежуточной частоте 36 МГц. Далее с помощью микросхемы LTC5584 выполняется I/Q преобразование на нулевую частоту и преобразование сигнала в цифровую форму. После конвертера сигнал обрабатывается цифровым сигнальным процессором.

3. Заключение

В данной статье рассмотрены особенности построения абонентского приёмника стандарта связи IEEE 802.22. Произведено сравнение USB SDR тюнера, SDR приёмников Airspy, SDRplay и HackRF, а также ТВ-тюнера на основе MAX3541. Выявлены достоинства и недостатки перечисленных методов.

4. Список литературы

- [1] USB TV-тюнеры на rtl2832 — или как услышать в радиоэфире все за 600 рублей [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/149702>.
- [2] Сравнение SDR приёмников Airspy, SDRplay и HackRF. Часть 1 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://myhamradio.ru/sdr/sravnenie-sdr-priyomnikov-airspy-sdrplay-i-hackrf-chast-1.html>.
- [3] MAX3541 Complete Single-Conversion Television Tuner Single-Conversion Silicon Tuner Receives Digital and Analog Television Signals [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.maximintegrated.com/en/products/comms/wireless-rf/MAX3541.html>.
- [4] MAX3541 DVB-T/PAL Tuner [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.maximintegrated.com/en/appnotes/index.mvp/id/4175>.
- [5] LTM9002 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.analog.com/ru/products/analog-to-digital-converters/standard-adc/high-speed-ad-10msps/ltm9002.html#product-overview>.
- [6] LTC5584 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.analog.com/ru/products/rf-microwave/iq-modulators-demodulators/iq-demodulators/ltc5584.html>.

FEATURES OF CONSTRUCTION OF THE SUBSCRIBER RECEIVER OF IEEE 802.22 STANDARD STATIONS

Iskiv V. M., Avramenko V. V.

Scientific adviser: Iskiv V. M.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — Features of design of subscriber stations on the wireless broadband communication standard IEEE 802.22, using cognitive technologies based on digital TV signal receivers, are considered.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ MESH-СЕТЕЙ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Иськив В. М., Шутов П. Р.

Научный руководитель: Иськив В. М.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: pshutov96@mail.ru

Аннотация — Проведен общий обзор Mesh-сети, в качестве метода построения систем беспроводной связи. Рассмотрены достоинства и недостатки сети, а также пути интеграции сети в концепцию «интернета вещей».

1. Введение

В настоящее время, в области информационно-телекоммуникационных систем наибольший темп развития показывают системы беспроводного доступа. Технология Wi-Fi, системообразующим элементом которой является стандарт IEEE 802.11, представляет собой наиболее популярный и быстро развивающийся вид беспроводной сети передачи данных. Однако, массовость этой технологии обмена данными ставит особые задачи перед разработчиками, например, реализация «бесшовного» межсетевое роуминга. Эта задача как раз решается благодаря применению ячеистой (mesh) архитектуре.

2. Основная часть

Mesh-сеть — это сеть, главным принципом которой является способ самоорганизации архитектуры, обеспечивающий такие возможности как реализацию топологии «каждый с каждым». Образующееся большое количество связей при этом обеспечивает широкий выбор маршрута следования трафика внутри сети, и, следовательно, обрыв одного соединения не нарушит работоспособность сети в целом.

Преимущества данной технологии следующие:

- масштабируемость;
- надежность и отказоустойчивость;
- скорость развертывания сети;
- сохранение инвестиций;
- низкая стоимость обслуживания сети.

Помимо достоинств, технология обладает выраженными недостатками:

- первоначальный запуск сети достаточно сложен;
- эффективная работа, достигается только при большом количестве участников сети;
- негарантированная ширина канала связи;
- негарантированное качество связи.

Обладая качествами, перечисленными ранее, технология mesh-сетей безусловно коррелирует с концепцией интернета «вещей», ведь основная идея «интернета вещей» — это увеличение количества устройств общающихся не только с пользователем, но и друг с другом. К связующему звену этих двух понятий можно отнести стандарт Bluetooth Low Energy [1]. Главными отличиями стандарта от предыдущих его версий являются:

- повышенная скорость передачи данных;
- увеличенная дальность работы;

— увеличенный объем данных, который передается без соединения (режим маяка).

Дальность работы подтверждена инженерами компании Texas Instruments, которые провели тест и достигли дальности 1,6 км в городе. С такими характеристиками Bluetooth 5 может конкурировать с приемопередатчиками, работающими на частотах 433 и 868 МГц. Эта особенность крайне важна для «интернета вещей», так как позволяет уже не ограничиваться территорией.

Технологию mesh-сетей также затрагивает стандарт 6LoWPAN [2]. Это стандарт, который позволяет перенести распространенные IP-протоколы, в частности IPv6, на сенсорные сети (IEEE 802.15.4) для согласованного соединения с уже существующими IP-сетями. Архитектура 6LoWPAN включает маршрутизатор, роутеры и хосты. Маршрутизатор объединяет сети и подключает их к Интернету, роутеры передают данные между элементами сети, а хосты (конечные устройства) длительное время находятся в спящем режиме, обеспечивая энергосбережение. 6LoWPAN — это mesh-сеть, топология которой гарантирует надежность, самовосстановление и гибкость при настройке.

3. Заключение

Рассмотрены достоинства и недостатки ячеистой (mesh) архитектуры. Проведен анализ стандартов Bluetooth Low Energy и 6LoWPAN, которые могут быть реализованы в качестве протоколов «интернета вещей».

4. Список литературы

- [1] BLE для интернета вещей [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://r-iot.org/2017/06/24/ble-5-для-интернета-вещей>.
- [2] Обзор протоколов беспроводной связи для Интернета вещей [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://iot.ru/promyshlennost/obzor-protokolov-besprovodnoy-svyazi-dlya-interneta-veshchey>.

USING MESH-NETWORKS TO IMPLEMENT THE CONCEPT OF THE INTERNET OF THINGS

Iskiv V. M., Shutov P. R.

Scientific adviser: Iskiv V. M.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A general overview of the Mesh-network is presented, as a kind of wireless communication. The advantages and disadvantages of the network, as well as the ways of integrating the network into the concept of the Internet of things, are considered.

ОБЗОР МОБИЛЬНОЙ СЕТИ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ

Аввакумова В. Ю., Завалейков А. А., Скорик И. В.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: vladuha1004@gmail.com

Аннотация — Рассмотрен принцип работы сети пятого поколения и её преимущества по сравнению с более ранними сетями. Первое тестирование технологии.

1. Введение

В современном мире средства беспроводной связи имеют глобальный характер и широко применяются во множестве мобильных и стационарных устройств. В относительно далеком 1942 году изобретательница Хэди Ламарр получила патент на «Систему секретного сообщения». Целью данного изобретения была передача сообщений с помощью изменения частоты сигнала. Система была засекречена вплоть до 1962 года, но только в конце 1980-х годов ее применили в GSM сетях (Global System Mobile). Именно тогда появилась первая 2G-связь, а затем 3G и еще позже 4G.

2G-связь — это цифровой метод передачи данных, который позволял абонентам обмениваться SMS-сообщениями. А чуть позже им стал доступен выход в Интернет через протокол WAP (Wireless Application Protocol).

3G-связь — набор услуг, который объединяет как технологию радиосвязи, которая создаёт канал передачи данных, так и высокоскоростной мобильный доступ с услугами сети Интернет.

4G-связь — технология, позволяющая осуществлять передачу данных со скоростью, превышающей 100 Мбит/с — подвижным (с высокой мобильностью) и 1 Гбит/с — стационарным абонентам (с низкой мобильностью).

2. Основная часть

5G (fifth generation — пятое поколение) — разрабатываемое пятое поколение мобильной связи, действующее на основе стандартов телекоммуникаций 4G/IMT-Advanced. В настоящее время не существует стандартов для развертывания 5G-сетей.

Технологии 5G будут обеспечивать более высокую пропускную способность по сравнению с технологиями 4G, что позволит обеспечить большую доступность широкополосной мобильной связи, а также использование режимов device-to-device (букв. «устройство с устройством»), сверхнадёжные масштабные системы коммуникации между устройствами, а также более короткое время задержки, скорость интернета 1 — 2 Гбит/с, меньший расход энергии батарей, чем у 4G-оборудования, что благоприятно скажется на развитии Интернета вещей.

На данный момент сети пятого поколения проектируются для работы в нескольких частотных диапазонах. Низкие частоты 600 — 700 МГц оптимальны в пригороде для Интернета вещей, так как базовые станции имеют большой радиус действия. А вот скорость передачи данных и общая ёмкость сети ухудшается. Диапазон до 6 ГГц исправляет этот недостаток, но в этом случае базовые станции нужно устанавливать значительно чаще, что оправдано в условиях мегаполиса. Применение частот до 73 ГГц обеспечивает пиковую скорость до 20 Гбит/с на приём и до 10 Гбит/с на передачу. Главная проблема — качественная связь только в зоне прямой видимости базовой станции, а значит, диапазон будет исполь-

зован для покрытия критичных локальных территорий.

Как уже было отмечено, отличительные черты сетей пятого поколения — высокая ёмкость и низкие задержки при передаче информации. Эффект достигается за счёт применения новой технологии мультиплексирования сигнала NOMA (англ.: Non-Orthogonal Multiple Access), которая позволяет одновременно обслуживать нескольких абонентов в одном канале. В сетях прошлых поколений применялась технология разделение по времени, при которой абоненты обмениваются информацией с базовой станцией по очереди.

При использовании NOMA абоненты в одном частотно-временном интервале делятся на «сильных» (Strong User — SU) и «слабых» (Weak User — WU). Наложённые друг на друга сигналы для нескольких абонентов передаются одновременно. При получении сильный пользователь вычитает сигнал «слабого» с помощью системы подавления помех — SIC (Successive Interference Cancellation), а после декодирует полученные данные. «Слабый» пользователь сразу приступает к расшифровке, подавление помех не требуется, так как сигнал «сильного» ослабевает и превращается в шум. Для выравнивания качества обслуживания, на «слабого» абонента приходится 70% мощности канала. В сочетании с многоантенными системами MIMO (англ. Multiple Input Multiple Output), применение NOMA позволяет одновременно обслуживать несколько десятков пользователей на одном канале.

В некоторых сетях во время тестирования технологии была достигнута скорость передачи данных, которая доходит до 25 Гбит/с (4G), а рекордная скорость передачи данных — 35 Гбит/с, она была достигнута в России. Технологии 5G планируется протестировать во время Чемпионата мира по футболу 2018 году.

3. Заключение

Сеть пятого поколения (5G) кардинально отличается от своих предшественников тем, что увеличивается скорость передачи и приёма информации, но в свою очередь требует улучшения оборудования и увеличения количества базовых станций.

THE FIFTH GENERATION NETWORK OVERVIEW

Avvakumova V. Y., Zavaleykov A. A., Skorik I. V.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The fifth generation network operation principle and its advantages, compared to earlier networks and the first testing of the technology, are considered in the paper.

УЛУЧШЕНИЕ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ В ЦИФРОВОМ СТАНДАРТЕ GSM

Бадалов А. Г., Петров А. С., Кисляк Е. Ю.

Научный руководитель: канд. тех. наук, доц. Бадалов А. Г.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: actinon@list.ru

Аннотация — Рассмотрены основные методы кодирования канала GSM, преимущества и недостатки.

Таблица 2

После передачи сигнала и воздействия пакетов ошибок									
2	5	3	1	4	2	5	3	1	4
Восстановленная последовательность									
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

1. Введение

GSM — это глобальный стандарт цифровой мобильной сотовой связи, в котором используется разделение каналов данных.

В стандарте GSM каналы связи разделяются на физические и логические. Физический канал связи образуется путем объединения временного (TDMA) и частотного (FDMA) разделения каналов.

Логические каналы делятся на:

— каналы для передачи речи и данных в цифровом виде (TCH);

— каналы управления для передачи сигналов управления и синхронизации (CCP).

Основные недостатки стандарта GSM: необходимость в большом количестве передатчиков для покрытия территории (связь возможна на расстоянии не более 120 км от базовой станции); искажение речи при цифровой обработке и передаче.

Для улучшения помехозащищенности канала связи используют различные методы кодирования сигнала, же рассмотрены основные — сверточное и блочное.

2. Основная часть

Кодирование и перемежение сигнала играет важную роль при обработке информационных сигналов, а также сигналов управления в различных цифровых стандартах.

Перемежение (Interleaving) — это перемена местами битов передаваемой информации с целью преобразования пакетов ошибок в одиночные ошибки, которые проще устранить при кодировании.

Исходная последовательность потока данных и последовательность, полученная в результате перемежения представлены в таблицах 1 и 2.

Если на последовательность данных воздействует «пачечная» помеха, воздействующая на биты «5, 3, 1», то после эти биты окажутся не рядом и помехи примут одиночный характер.

Существуют различные схемы перемежения сигнала (блочное, диагональное и др.).

Таблица 1

Исходная последовательность									
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Последовательность после перемежения									
2	5	3	1	4	2	5	3	1	4

Кодирование информации может преследовать различные цели. Наиболее примитивные — обнаружение ошибок в полностью принятом коде (код с проверкой на четность). Но в наше время чаще используют коды с исправлением ошибок.

При сверточном кодировании (СК) k последовательных символов входной информационной последовательности, по k бит в каждом символе участвуют в образовании n -битовых символов выходной последовательности, $n > k$, причем на каждый символ входной последовательности приходится по одному символу выходной. Скорость СК выражается в следующем отношении

$$R = \frac{k}{n}.$$

Параметр k называется длиной ограничения и определяет длину сдвигового регистра (в символах), содержимое которого участвует в формировании одного выходного символа.

3. Заключение

Таким образом, были рассмотрены методики кодирования GSM сигнала.

Произведены сравнение и анализ достоинств и недостатков основополагающих средств защиты от помех для GSM канала связи.

В дальнейшем планируется сравнить обе системы на практике и определить соответствующие зависимости помехоустойчивости от расстояния.

4. Список литературы

- [1] Шиллер, Й. Мобильные коммуникации / Й. Шиллер. — М.: Вильямс, 2002. — 384 с.
- [2] Гребенщиков, А. Ю. Структура и технологии управления сетями связи / А. Ю. Гребенщиков. — М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 2003. — 243 с.

IMPROVEMENT OF INTERFERENCE IN GSM DIGITAL STANDARD

Badalov A. G., Petrov A. S., Kislyak E. U.

Scientific adviser: Badalov A. G.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The main methods of GSM channel coding, advantages and disadvantages are considered.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КАНАЛОВ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ АППАРАТУРЫ WiMAX

Коваленко Е. П., Дрыжак П. А., Игнашева Е. П.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Коваленко Е. П.

Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище им. П. С. Нахимова

E-mail: ignash@list.ru

Аннотация — Рассмотрены особенности реализации системы WiMAX для беспроводного широкополосного доступа, направления ее использования, основные стандарты, определяются технические возможности в сравнении с другими технологиями, дается краткая характеристика оборудования, а также ставится задача о необходимости проведения исследований функционирования системы в различных условиях путем компьютерного моделирования и приводится пример моделирования.

1. Введение

В сетях WiMAX реализованы последние достижения науки и техники в области радиосвязи, телекоммуникаций и компьютерных сетей. Основное достоинство WiMAX — наличие общепринятого стандарта IEEE 802.16, который позволяет производителям работать над одной технологией, обеспечивая взаимную совместимость оборудования.

2. Основная часть

Целью представленного в докладе исследования является моделирование распространения радиоволн в условиях городской застройки и расчёт их затухания на возможной трассе.

Современные городские районы характеризуются плотной застройкой местности зданиями и сооружениями, что является причиной быстрых замираний радиосигнала в канале связи. Для многих городов характерна также неоднородность уровня земли (наличие возвышенностей и впадин), что является причиной медленных замираний радиосигнала. Поэтому для нахождения величины затухания радиосигнала в заданной точке необходимо иметь подробную информацию о структуре данной местности. Даже при наличии такой информации, что не всегда возможно, требуется очень сложный анализ характера распространения радиоволн, учитывающий все факторы.

Для приближенной оценки уровня сигнала на входе приемника мобильной связи часто используется модель распространения радиоволн Hata [3]. Его разновидность — метод Okumura [3] был разработан для урбанизированных областей, где расстояние анализа относительно не велико (меньше чем 30 км), эффективная высота передающей антенны — меньше чем 200 м, эффективная высота приемной антенны — меньше чем 10 м.

Модель была применена к севастопольским условиям. В качестве базовой станции WiMAX выбрана базовая станция Telsima StarMAX™, разработанная для построения сетей беспроводного широкополосного доступа с высокой плотностью абонентов, в том числе в экстремальных погодных условиях. Она работает на частотах 2,4/2,5/3,3/3,5 ГГц. Модель предполагает расположение оборудования на одной из высот Севастополя, например, на крыше здания КБ радиосвязи «Муссон». Ориентировочная высота подъема оборудования — 150 м. Потребитель услуг стандарта IEEE802.16e — Mobile WiMAX может перемещаться на автомобиле по городу. Высота его приемной антенны составит 1,5 м.

Согласно модели Hata, среднее затухание радиосигнала в исследуемом диапазоне частот находится по эмпирической формуле.

Последовательно произведем расчет для частот, на которых работает выбранная базовая станция с учетом удаления пользователя от базовой станции. Результаты расчетов приведены в табл. 1.

Табл. 1.

Частота, ГГц \ R (км)	2,4	2,5	3,3	3,5
2 км	137,0	137,5	140,7	141,3
4 км	146,3	146,8	149,9	150,6
6 км	151,7	152,1	155,3	156,0
8 км	155,5	156,0	159,1	159,8

Величина затухания возрастает с увеличением частоты базовой станцией и ее расстояния до потребителя.

3. Заключение

Возрастающий спрос на беспроводной широкополосный доступ и постоянно расширяющийся ряд приложений требуют организации фиксированного и мобильного доступа к различным видам контента, который способна обеспечить технология WiMAX. Компьютерное моделирование представляется наиболее эффективным способом оценки системы и в дальнейшем будут проведены соответствующие исследования.

4. Список литературы

- [1] WiMax-технология беспроводной связи : Основы теории, стандарты, применение. / Под ред. В. В. Крылова. — СПб. : БХВ-Петербург, 2005. — 368 с.
- [2] Шахнович, И. Архитектура сети WiMAX : основные элементы и принципы / И. Шахнович // Первая миля. — 2009. — № 1. — С. 6 — 15.
- [3] Medeisis, A. Fine tuning of the Okumura-Hata propagation prediction model using the minimum squares method and fuzzy logic approach / A. Medeisis // Fifteenth International Wroclaw Symposium and Exhibition on Electromagnetic Compatibility, EMC. — 2000. — P. 619 — 623.

A STUDY OF THE EFFECTIVENESS OF COMMUNICATION CHANNELS ON THE BASIS OF WIMAX EQUIPMENT

Kovalenko E. P., Dryzhak P. A., Ignasheva E. P.

Scientific adviser: Kovalenko E. P.

Black Sea Higher Naval School

Named After P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — The features of implementation of the WiMAX system for wireless broadband access, ways of its use, and basic standards are considered. The technical capabilities in comparison with other technologies are determined. A brief description of the equipment was done, and the task of the need for research on the functioning of the system in various conditions by computer simulation and shows an example of modeling was set.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ NEAR FIELD COMMUNICATION В ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Савочкин А. А., Абдулгазиев О. Р., Копцев П. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Савочкин А. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: pashakoptsev@gmail.com

Аннотация — В докладе рассматриваются возможности применения технологии NFC в инфокоммуникационных системах.

1. Введение

В современном мире широкое распространение получила технология *Near field communication*. Она используется для проведения финансовых операций с помощью смартфонов и других мобильных устройств, а также, банковских карт и для решения задач идентификации.

2. Основная часть

Near field communication, NFC («коммуникация ближнего поля», «ближняя бесконтактная связь») — технология беспроводной передачи данных малого радиуса действия, которая обеспечивает возможность обмена данными между устройствами, находящимися на расстоянии около 10 сантиметров.

Так же, как и в стандарте *ISO 14443*, в *NFC* связь поддерживается посредством индукции магнитного поля, когда две рамочные антенны располагаются в пределах ближнего поля друг друга, эффективно формируя трансформатор с воздушным сердечником. Этот стандарт работает в пределах общедоступных и нелицензируемых радиочастот *ISM band* — Промышленные, Научные и Медицинские радиочастоты около 13,56 МГц, с шириной полосы пропускания около 2 МГц.

Стандарт поддерживает скорости передачи данных: 106, 212, 424, 848, 1695, 3390, 6780 кбод.

Существуют два режима работы: пассивный режим связи — устройство Инициатор обеспечивает несущее поле, а целевое устройство отвечает посредством модулирования поступающего поля; активный режим связи — и Инициатор, и Целевое устройство взаимодействуют путём поочередного создания своих собственных полей. Устройство деактивирует своё радиочастотное поле в то время, как оно ожидает данных. В этом режиме у обоих устройств должно быть электропитание.

Для передачи данных *NFC* использует два вида кодирования. Если активное устройство передает данные со скоростью 106 кбод, тогда используется модифицированный код Миллера со 100%-й модуляцией. Во всех других случаях используется манчестерское кодирование.

Устройства *NFC* в состоянии одновременно и получать, и передавать данные. Таким образом, устройства могут контролировать радиочастотное поле и обнаруживать противоречия, если полученный сигнал не соответствует переданному.

Технология *NFC* в настоящее время главным образом нацеливается на использование в мобильных телефонах и планшетах. Существует три основных области применения *NFC*:

— эмуляция карт — устройство *NFC* ведет себя как существующая бесконтактная карта;

— режим считывания — устройство *NFC* является активным и считывает пассивную RFID-метку, например для интерактивной рекламы;

— режим *P2P*: два устройства *NFC* вместе связываются и обмениваются информацией.

Для примера рассмотрим возможности промышленного *NFC* ридера *ACR122U*. Ридер *ACR122U* — это подключаемое к компьютеру устройство для чтения и записи на смарт-карты, разработанное на основе бесконтактной технологии в диапазоне 13,56 МГц. *ACR122U* поддерживает карты *Mifare* и карты стандарта *ISO 14443* типов А и В, и метки *FeliCa, NFC*.

Различные возможности устройства *ACR122U* позволяют применять его в сфере платежей, контроля доступа, учета времени и посещаемости, а также общественного транспорта.

Так как в устройстве для доступа к меткам *NFC* используется скорость до 424 Кбит/с, а также высокоскоростной *USB*-интерфейс, чтение и запись производятся быстрее и эффективнее. Встроенная защита от конфликта (в каждый момент времени возможен доступ только к 1 метке). Устройство имеет размеры: 98 мм (Д) x 65 мм (Ш) x 12,8 мм (В) и малый вес 70 г.

В ходе исследования разработан вариант реализации *NFC* ридера на основе контролера *PN532 breakout board*. Его структурная и принципиальная схемы приводятся в докладе.

К достоинствам данного ридера можно отнести его совместимость с микроконтроллером *Arduino*.

3. Заключение

Таким образом, технология *NFC* активно внедряется в современную технику (смартфоны и планшеты). Основными особенностями данной технологии являются: большая скорость передачи информации и малый радиус действия, рабочее расстояние с компактными стандартными антеннами до 20 см.

4. Список литературы

- [1] Adafruit PN532 RFID/NFC Breakout and Shield [Электронный ресурс] / Adafruit. — Режим доступа: <https://learn.adafruit.com/adafruit-pn532-rfid-nfc/downloads>.

RESEARCH OF POSSIBILITIES OF APPLICATION OF NEAR FIELD COMMUNICATION TECHNOLOGY IN INFOCOMMUNICATION SYSTEMS

Savochkin A. A., Abdulgaziev O. R., Koptsev P. A.
Scientific adviser: Savochkin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The possibilities of applying NFC technology in information systems are examined.

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ПРИЁМНИКА БАЗОВОЙ СТАНЦИИ СТАНДАРТА СВЯЗИ IEEE 802.22

Иськив В. М., Авраменко В. В.

Научный руководитель: Иськив В. М.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: i-am-vlad@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены особенности построения приёмника базовой станции беспроводного широкополосного стандарта связи IEEE 802.22, использующего когнитивные технологии, а также отличия в построении приёмника базовой станции от абонентских приёмников станций стандарта IEEE 802.22.

1. Введение

Процесс перехода России на цифровое телевидение подходит к завершению. В связи с этим появились предпосылки использования беспроводного широкополосного стандарта связи IEEE 802.22. В данной работе рассмотрены особенности построения приёмника базовой станции стандарта связи IEEE 802.22, а также схожести и различия в построении приёмников базовой станции и абонентских приёмников стандарта связи IEEE 802.22.

2. Основная часть

В приёмниках базовых станций, в отличие от абонентских используется ненаправленная антенна. Этот факт предъявляет дополнительные требования к построению структурной схемы приёмника. Во-первых, требуется наличие хорошего малошумящего усилителя. Во-вторых, предъявляются более серьёзные требования к глубине регулировки системы АРУ.

На рис. 1 приведена структурная схема приёмника базовой станции стандарта связи IEEE 802.22.

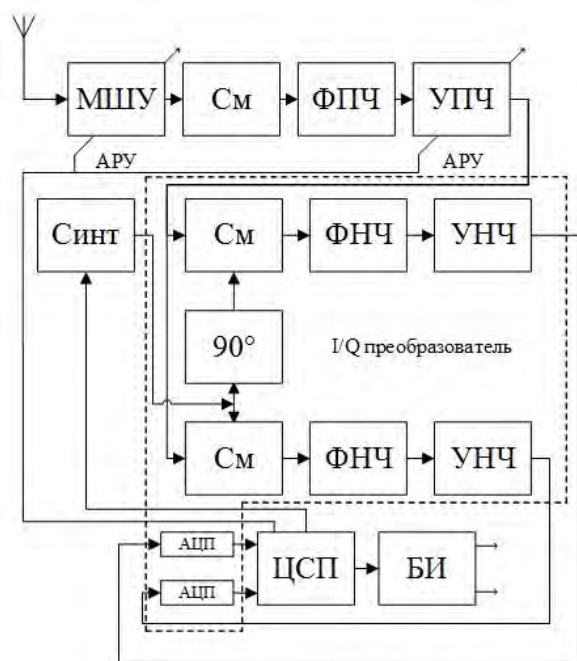


Рис. 1

Так же, как и приёмник абонентский, базовый целесообразно построить на основе микросхемы полного ТВ-тюнера MAX3541, которая содержит практически все элементы структурной схемы до квадр-

турного демодулятора. На выходе микросхемы ТВ-тюнера мы получим сигнал на промежуточной частоте 36 МГц.

Этот сигнал можно пропустить через АЦП и дальнейшую обработку (I/Q преобразование частоты, демодуляция и фильтрация) проводить в ЦСП. Однако при этом к ЦСП предъявляются очень высокие требования по производительности.

Другим вариантом является использование микросхемы LTC5584, выполняющей I/Q преобразование на нулевую частоту и преобразование сигнала в цифровую форму, что позволит исключить высокоскоростной АЦП и снизить требования к ЦСП, а это, в свою очередь, отразится на габаритах и стоимости готового изделия.

3. Заключение

В данной статье были рассмотрены особенности построения базового приёмника станций стандарта связи IEEE 802.22. Приведены отличия в построении от абонентских приёмников станций стандарта связи IEEE 802.22.

4. Список литературы

- [1] Квадратурные демодуляторы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.analog.com/ru/products/rf-microwave/iq-modulators-demodulators/iq-demodulators.html>.
- [2] MAX3541 Complete Single-Conversion Television Tuner Single-Conversion Silicon Tuner Receives Digital and Analog Television Signals [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.maximintegrated.com/en/products/comms/wireless-rf/MAX3541.html>.
- [3] MAX3541 DVB-T/PAL Tuner [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.maximintegrated.com/en/app-notes/index.mvp/id/4175>.
- [4] LTM9002 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.analog.com/ru/products/analog-to-digital-converters/standard-adc/high-speed-ad-10msps/ltm9002.html>.
- [5] LTC5584 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.analog.com/ru/products/rf-microwave/iq-modulators-demodulators/iq-demodulators/ltc5584.html>.
- [6] DSP [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.analog.com/ru/parametricsearch/11128>.

FEATURES OF DESIGN OF THE BASIC STATION RECEIVER OF IEEE 802.22 COMMUNICATION STANDARD

Iskiv V. M., Avramenko V. V.

Scientific adviser: Iskiv V. M.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The features of designing a base station receiver of a wireless broadband IEEE 802.22 communication standard using cognitive technologies, as well as the differences in designing a base station receiver from subscriber receivers of IEEE 802.22 standard stations, are considered.

КОРРЕКТИРОВКА НЕЛИНЕЙНЫХ ИСКАЖЕНИЙ СИГНАЛОВ ПРИ ПОМОЩИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Бондарев В. Н., Гриценко Р. М., Волков Д. Е.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Бондарев В. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: gritsenko.r.m@gmail.com

Аннотация — Рассматриваются модели компенсации нелинейных искажений, возникающих в каналах связи, на основе нейронной сети с радиально-базисными функциями (РБФ-сети) и сети прямого распространения. Приводятся сравнительные результаты компьютерного моделирования.

1. Введение

Предыскажение — это один из возможных способов компенсации нелинейных искажений, вызванных нелинейными режимами работы усилителей высокой мощности (УВМ), применяемых в выходных каскадах каналов связи. Принцип предыскажения заключается в предварительном нелинейном искажении входного сигнала УВМ устройством, называемым предысказителем, характеристики которого обратны характеристикам УВМ.

В докладе рассматриваются модели предыскажения, основанные на использовании нейронной сети прямого распространения и РБФ-сети. УВМ может вносить как нелинейные искажения амплитуды сигнала, так и нелинейные искажения фазы. Предложенный подход позволяет снизить эти нелинейные искажения.

2. Основная часть

Технология предыскажения предполагает последовательное соединение предысказывающего устройства (ПИ) и УВМ. Предысказывающее устройство имеет обратные характеристики нелинейности в сравнении с УВМ. Упрощенная схема предысказителя показана на рис. 1.

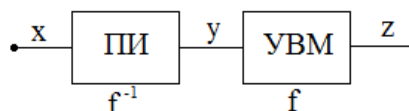


Рис. 1

Основная идея заключается в идентификации обратной модели УВМ в ходе обучения нейронной сети и использовании этой модели для построения предысказителя.

В качестве примера модели УВМ с нелинейным искажением используется модель Салеха [1]

$$z(t) = \alpha(u(t)) e^{j[\varphi_0(t) + \varphi(u(t))]},$$

где $u(t)$ — комплексное значение входного сигнала;

$\alpha(u) = a_1 u / (1 + b_1 |u|^2)$ — нелинейность по амплитуде

сигнала; $\varphi(u) = a_2 |u|^2 / (1 + b_2 |u|^2)$ — нелинейность по фазе сигнала;

Скорректированный выходной сигнал получается в результате сложения искаженного выходного сигнала УВМ с выходным сигналом двух нейросетевых моделей, одна из которых моделирует амплитудные искажения, а другая — фазовые.

Графики зависимости амплитуды (AM/AM) и фазы (PM/AM) выходного сигнала УВМ от амплитуды входного сигнала для РБФ-сети показаны на рис. 2, для сети прямого распространения — на рис. 3.

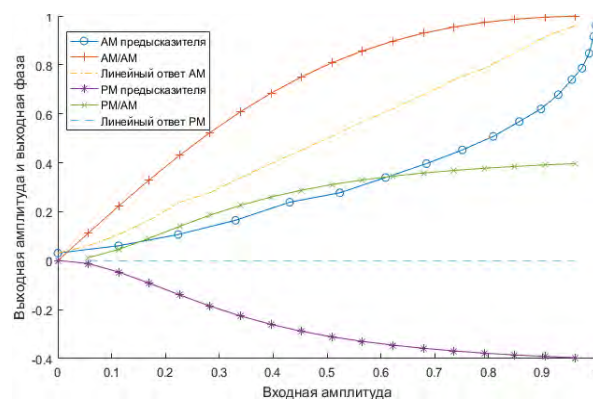


Рис. 2

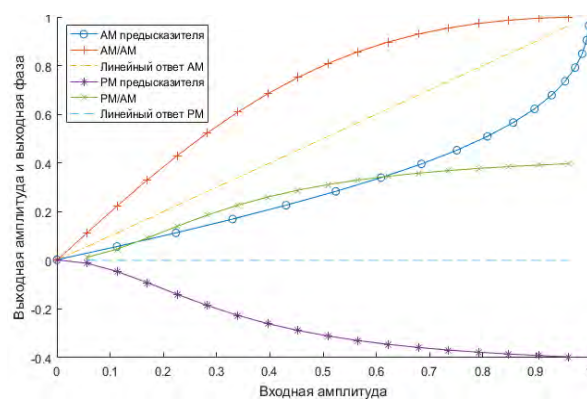


Рис. 3

3. Заключение

Таким образом, разработаны две модели предыскажения сигнала УВМ на основе нейронных сетей. Схема с использованием нейронной сети прямого распространения дает значительно лучший результат, чем РБФ-сеть. При этом сеть прямого распространения требует меньше нейронов скрытого слоя как при коррекции амплитудной нелинейности, так и фазовой нелинейности по сравнению с РБФ-сетью.

4. Список литературы

- [1] Saleh, M. Frequency-Independent and Frequency-Dependent Nonlinear Models TWT Amplifiers / M. Saleh, A. Adel // IEEE Trans. on Comm. — 1981. — Vol. COM-29. — P. 1715 — 1719.

NONLINEAR DISTORTION SIGNALS REGULATION BY NEURAL NETWORKS

Bondarev V. N., Gritsenko R. M., Volkov D. E.

Scientific adviser: Bondarev V. N.

Sevastopol State University, Russian Federation

Abstract — The models of compensation of nonlinear distortions, arising in communication channels, on the basis of a neural network with radial-basis functions (RBF-network) and a feed forward network are considered. Comparative results of computer simulation are given.

К ВОПРОСУ О ПОСТРОЕНИИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДВОИЧНЫЙ КОД — ПСЕВДОВЕРЯТНОСТНОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ

Моисеев Д. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: dmitriymoiseev@mail.ru

Аннотация — В работе рассматриваются вопросы построения преобразователя двоичный код — псевдовероятностное отображение, который позволяет уменьшить, а в граничном случае — устранить погрешности вероятностного преобразования информации.

1. Введение

Как известно, главным недостатком существующих теорий вероятностного представления и преобразования информации и, как следствие, схемотехнических устройств, построенных на реализации вероятностного принципа, препятствующим широкому их внедрению, является обратная зависимость между точностью и быстродействием. Устранение данного недостатка, как показано в работе, возможно путём выполнения параллельных вычислений над вероятностными отображениями (ВО) и реализации псевдовероятностного представления и преобразования информации.

2. Основная часть

Поскольку для представления информации в виде ВО основным является вероятностный характер формирования последовательности из «1» и «0» и вероятностный характер количества «1» в последовательности, это и приводит к дополнительной погрешности вероятностного преобразования.

Автором введено понятие «псевдовероятностное» представление информации, для которого изменяется сам алгоритм формирования ВО [1] и заранее задаётся в нём количество «1» в соответствии с выражением:

$$P(y_{ij} = 1) = x_i, \quad (1)$$

где x_i — i -е значение преобразуемого сигнала $X(t)$; $i = \overline{1, N}$ — число циклов преобразования сигнала $X(t)$; $j = \overline{1, K}$ — количество статистических испытаний каждого значения x_i внутри временного интервала $\Delta t_i = t_{i+1} - t_i$; y_{ij} — значение ВО параметра сигнала x_i

При этом, для сохранения свойств ВО, распределение единиц в псевдовероятностном отображении должно оставаться случайным.

Схема преобразователя цифровой информации в непозиционное псевдовероятностное отображение представлена на рис. 1.

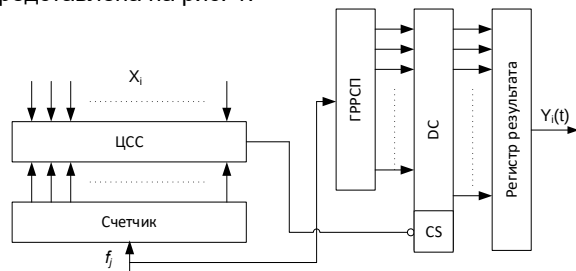


Рис. 1

В состав данной схемы входят: счётчик; ЦСС — цифровая схема сравнения на «равенство»; Регистр результата; DC — дешифратор; ГРПС — генератор равномерно распределённых случайных последовательностей.

Для того, чтобы количество «единиц» в псевдовероятностном отображении было строго равно весу преобразуемого значения X_i , необходимо, чтобы вероятность появления одной «единицы» в псевдовероятностном отображении $Y_i(t)$ была равна

$$P(y_{ij} = 1) = P_j(Z = Z_i) = \frac{x_i}{2^L - 1}. \quad (2)$$

Время преобразования t_{np} также пропорционально x_i , то есть:

$$t_{np} = \frac{x_i}{f_{\max}}, \quad (3)$$

где $f_{\max}$ — тактовая частота работы вероятностного процессора.

Из выражения (3) следует, что быстродействие устройства тем больше, чем больше его тактовая частота, и тем меньше, чем большее количество «1» необходимо занести в регистр.

3. Заключение

Таким образом, наряду с линейным и нелинейным вероятностным преобразованием введено понятие псевдовероятностное представление информации. Использование впервые разработанной теории представления информации в псевдовероятностной форме позволяет при заданной точности повысить быстродействие вероятностного процессора ориентировочно на три порядка, сохранив показатели надёжности и аппаратного объёма.

4. Список литературы

- [1] Сапожников, Н. Е. Сравнение различных форм непозиционного вероятностного отображения информации / Н. Е. Сапожников, О. Д. Чужикова-Проскурнина, Д. В. Моисеев // Системы контроля окружающей среды / ФГБНУ «Институт природно-технических систем». — Севастополь, 2016. — № 4(24). — С. 66 — 73.

BUILDING BINARY CONVERTER CODE TO PSEUDOPROBABILISTIC MAPPING

Moiseev D. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The issues related to the transformation of a binary code to a pseudo-topological map are considered. The transformation allows to reduce, and, in the boundary case, to eliminate errors in the probabilistic transformation of information.

СТОХАСТИЧЕСКАЯ ИЛИ ВЕРОЯТНОСТНАЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАШИНА

Моисеев Д. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: dmitriymoiseev@mail.ru

Аннотация — В работе рассматриваются вопросы построения стохастической или вероятностной вычислительной машины.

1. Введение

Вычислительные устройства, в которых информация передаётся, преобразуется и обрабатывается в форме сигналов различной физической природы при представлении информации в виде вероятностных отображений, называются стохастическими или вероятностными вычислительными машинами (СВМ).

2. Основная часть

В состав СВМ входят стохастические преобразователи информации (СтПИ), обеспечивающие преобразование физической и математической форм представления информации, источники случайных управляющих последовательностей, функциональные узлы для выполнения арифметических и логических операций, блоки для воспроизведения функциональных зависимостей, схемы управления работой устройств и т. д. Поэтому решение задач на СВМ сводится к набору структурной схемы подобно тому, как это делается в аналоговых вычислительных машинах (АВМ). Однако многие функциональные блоки в данном случае построены на цифровых элементах, как это принято в цифровых вычислительных машинах (ЦВМ) [1].

Приведём общепринятую классификацию СВМ, предложенную в [2]. В соответствии с ней основным классификационным параметром, определяющим разновидность СВМ, является тип дискретного случайного процесса (рис. 1).

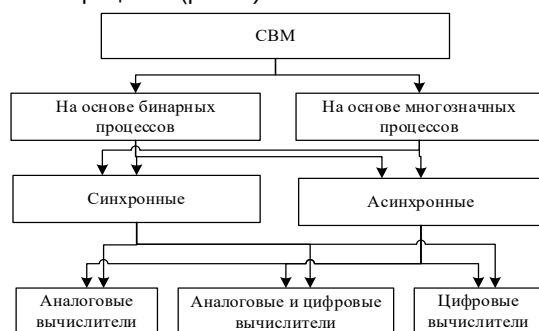


Рис. 1

Из всех 12 возможных разновидностей СВМ, заключенных в структурной схеме на рис. 1, наиболее часто встречаются те из них (синхронные и асинхронные), которые основываются на использовании бинарных случайных процессов.

В общем случае блок-схема СВМ (рис. 2) предполагает наличие следующих устройств [2]:

— устройства ввода информации, предназначенные для преобразования дискретной и аналоговой информации в непозиционное представление в виде вероятностных отображений (преобразователи код-вероятностное отображение (ПКВ) и аналого-вероятностное отображение (ПАВ) соответственно;

— стохастические вычислительные устройства (СВУ), которые обеспечивают выполнение различных операций над операндами, представленными в виде вероятностных отображений, построенных на вероятностном принципе;

— устройства вывода информации, преобразовывающие результирующие вероятности случайных двоичных символов в цифровую или аналоговую форму (преобразователи вероятность-код (ПВК) и вероятность-аналог (ПВА) соответственно);

— генераторы случайных и псевдослучайных чисел (ГСЧ и ГПСЧ), предназначенные для формирования стохастических констант и случайных сигналов (как правило, с равновероятным законом распределения), необходимых для функционирования устройств ввода и вывода информации;

— устройство управления (УУ), обеспечивающее, как и в любой вычислительной машине, координацию работы всех устройств во времени с целью реализации заданного алгоритма вычислений.

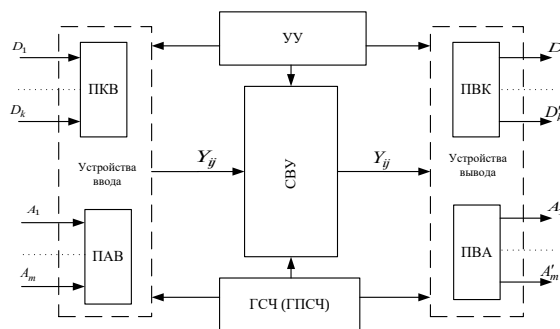


Рис. 2

3. Заключение

В настоящее время целесообразно заменить термин СВМ на более современный термин вероятностный процессор (ВП), который в большей мере характеризует схемотехническую реализацию, строение и состав рассматриваемых специализированных и универсальных процессоров, и считать ВП ядром СВМ.

4. Список литературы

- [1] Сапожников, Н. Е. Сравнение различных форм непозиционного вероятностного отображения информации / Н. Е. Сапожников, О. Д. Чужикова-Проскурнина, Д. В. Моисеев // Системы контроля окружающей среды / ФГБНУ «Институт природно-технических систем». — Севастополь, 2016. — № 4(24). — С. 66 — 73.
- [2] Сапожников, Н. Е. Вероятностное представление информации / Н. Е. Сапожников, Д. В. Моисеев. — Севастополь: ЧВВМУ им. П. С. Нахимова, 2018. — 294 с.

STOCHASTIC OR PROBABILITY COMPUTING MACHINE

Moiseev D. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The issues of design of a stochastic or probabilistic computer are considered.

КЛАССИФИКАЦИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОЦЕССОРОВ, ПОСТРОЕННЫХ НА ВЕРОЯТНОСТНОМ ПРИНЦИПЕ

Моисеев Д. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: dmitriymoiseev@mail.ru

Аннотация — В работе приводится классификация разработанных автором специализированных процессоров, построенных на вероятностном принципе.

1. Введение

В настоящее время развитие вычислительной техники характеризуется интенсивным поиском принципиально новых методов обработки и хранения информации, построения универсальных и специализированных вычислительных архитектур и систем на их основе с привлечением современных технологий, среди которых ЦОС является одной из наиболее востребованных [1].

Современные достижения в области нано- и микроэлектроники успешно применяются для фильтрации и кодирования речевых и звуковых сигналов, обработки изображений и измерительной информации, спектрального анализа, цифровой звуко- и видеозаписи в радиотехнических системах и системах телекоммуникаций, управления и робототехники, защиты информации в таких областях, как связь, мультимедиа, телефония и телевидение, радиолокация и радионавигация, гидроакустика, медицина и т.д.

Стремление к улучшению энергетической эффективности и универсальности вычислительных устройств приводит к усложнению вычислительных алгоритмов, обострению проблемы аппаратных затрат, быстродействия, точности и повышению требований к отказоустойчивости устройств и помехоустойчивости каналов связи при передаче данных.

2. Основная часть

Специализированные вероятностные процессоры (ВП) содержат следующие вычислительные узлы в различных сочетаниях: сумматоры; вычитатели; умножители, к которым, в свою очередь, относятся устройства возведения в целую степень, квадраторы; делители; блоки выполнения логических операций. В работе приводится классификация специализированных ВП, на большинство операционных устройств получены патенты на полезные модели и изобретения.

К специализированным ВП можно отнести: вероятностные спектрометры; вероятностные устройства вычисления дробей; вероятностные анализаторы (вероятностные измерители математического ожидания; вероятностные измерители дисперсии; вероятностные измерители средней полной мощности; вероятностные шифраторы; вероятностные устройства решения дифференциальных уравнений); цифровые вероятностные фильтры; вероятностные дифференциальные анализаторы; вероятностные коррелометры; преобразователи Фурье и т.д. (рис. 1).

Разработаны следующие специализированные вероятностные процессоры:

а) измеритель математического ожидания, вероятностный дисперсиометр, измеритель средней полной мощности и комбинированный вероятностный анализатор;

б) вероятностные коррелометры, аппаратный объем которых меньше цифрового аналога на два порядка, а производительность выше на один порядок;

в) амплитудный анализатор вероятностного широкодиапазонного гамма-спектрометра повышенной точности, позволяющий расширить диапазон измерения гамма-излучения при радиационном контроле до 10 кЭв — 10 МЭв с одновременным повышением точности более чем на 1500 % и производить измерения в масштабе реального времени;

г) вероятностное устройство вычисления спектральной плотности сигнала, в котором достигается уменьшение аппаратного объема по сравнению с классическим цифровым в 20 раз, с одновременным повышением быстродействия в 6 раз;

д) устройство для вычисления ДПФ, которое обладает более высоким (в 10 раз) быстродействием и более высокими показателями надежности вследствие уменьшения (в 20 раз) аппаратного объема.



Рис. 1

3. Заключение

Следует отметить, что на данных примерах использование специализированных вероятностных процессоров не ограничивается, так как известные преимущества схемотехнических решений, построенных на вероятностном принципе: уменьшения аппаратного объема устройств, повышения их точности, надежности, помехозащищенности и быстродействия, позволяют широко использовать их во всех областях народного хозяйства.

4. Список литературы

- [1] Сапожников, Н. Е. Вероятностное представление информации / Н. Е. Сапожников, Д. В. Моисеев. — Севастополь : ЧВВМУ им. П.С. Нахимова, 2018. — 294 с.

CLASSIFICATION OF SPECIAL PROCESSORS BUILT-UP ON PROBABILISTIC PRINCIPLE

Moiseev D. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The specialized processors developed by the author, built on the probabilistic principle, is categorized.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ БАЗОВОЙ СТАНЦИИ ДЛЯ СЕТИ Wi-Fi, РЕАЛИЗОВАННОЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ROF

Головин В. В., Савинов В. В., Симонов И. А.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Головин В. В.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: ilyasimonov0@gmail.com

Аннотация — представлены результаты разработки и исследования в САПР *AWR Design Environment* модели базовой станции (БС) для беспроводной сети *Wi-Fi*, организованной с применением технологии *Radio over Fiber*. Проведено моделирование нисходящего и восходящего каналов БС.

1. Введение

В последнее время, объем передаваемой информации по беспроводным каналам связи существенно вырос. Потребителям телекоммуникационных услуг требуется передавать большие объемы информации с высокой скоростью и качеством.

Одним из приоритетных направлений развития телекоммуникационных беспроводных сетей является изменение их структуры за счет введения волоконно-оптических каналов передачи данных. При этом в волоконно-оптических линиях применяются не только цифровые виды модуляции, но и аналоговая модуляция, осуществляемая непосредственно в радиочастотном диапазоне (системы «*Radio over Fiber*» (*RoF*)). Целью представленной работы является применение этой передовой технологии для организации сети *Wi-Fi* [1] и разработка в САПР имитационной модели базовой станции.

2. Основная часть

В модели нисходящего канала, представленной на рис. 1, на оптический вход БС поступает сигнал, который промоделирован СВЧ поднесущей. В БС этот сигнал детектируется фотодетектором, после чего поступает на вход полосно-пропускающего фильтра, выделяющего полосу частот 2,4 — 2,5 ГГц. Далее сигнал подается на усилитель мощности с коэффициентом усиления около 20 дБ, для обеспечения требуемой мощности излучения сигнала в беспроводном канале связи.

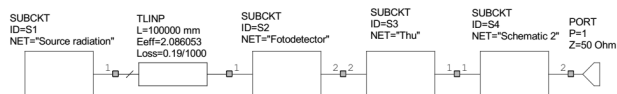


Рис. 1

В восходящем канале, модель которого представлена на рис. 2, принятый антенной БС СВЧ сигнал поступает на через Y-циркулятор на полосно-пропускающий фильтр и далее — на малошумящий усилитель и УМ с регулируемым коэффициентом усиления. На выходе этого УМ через направленный ответвитель часть СВЧ мощности выделяется в систему автоматической регулировки усиления, в которой формируется цифровой код для управления УМ. Основной СВЧ сигнал далее подается на электроабсорбционный модулятор (ЭАМ) с выхода которого промоделированный оптический сигнал поступает во внешнюю оптоволоконную линию.

На рис. 3 представлен амплитудный спектр оптического сигнала на выходе ЭАМ.

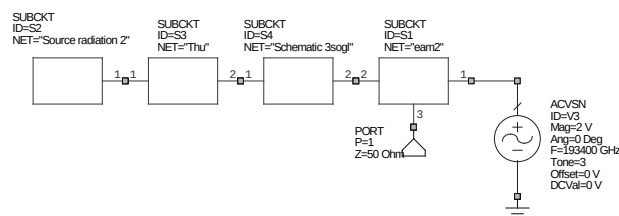


Рис. 2

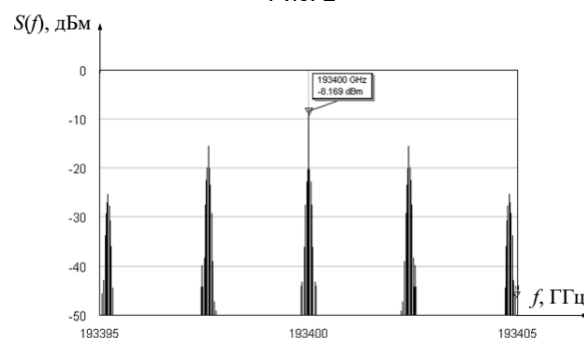


Рис. 3

3. Заключение

Разработана структурная схема БС и имитационная модель восходящего и нисходящего каналов БС в САПР *AWR Design Environment*. Проведено моделирование спектров оптических и СВЧ сигналов в нисходящем и восходящем каналах БС.

4. Список литературы

- [1] Николаенко, Д. В. Особенности применения волоконно-эфирных структур в телекоммуникационных сетях / Д. В. Николаенко, В. В. Головин // Современные проблемы в радиоэлектронике и телекоммуникаций, РТ-2017 : матер. XIII-й молодежной науч.-техн. конф., 20 — 24 нояб. 2017. — Севастополь, 2017. — С. 95.

DEVELOPMENT AND INVESTIGATION OF THE BASE STATION MODEL FOR THE WI-FI NETWORK IMPLEMENTED BY ROF TECHNOLOGY

Golovin V. V., Savinov V. V., Simonov I. A.
 Scientific adviser: Golovin V. V.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of development and study of the *AWR Design Environment* CAD model of the base station (BS) for a wireless *Wi-Fi* network, organized using *Radio over Fiber* technology, are presented. The modeling of the up-link and down-link BS channels is carried out.

ОРТОГОНАЛЬНЫЙ БАЗИС НА ОСНОВЕ М-ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

Дегтярев А. Н., Прудюс Е. С.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: americancaer@mail.ru

Аннотация — Предлагается ортогональный базис, разработанный на основе M -последовательностей.

1. Введение

M -последовательности (МП), используемые для формирования широкополосных сигналов, обладают хорошими корреляционными свойствами. Кроме того, циклически смещенные МП являются линейно независимыми, а их попарные произведения также являются M -последовательностями. Линейная независимость МП позволяет получить из них ортогональный базис с помощью процедуры ортогонализации Грамма-Шмитта. Однако эта процедура изменяет форму МП, а, следовательно, и их корреляционные свойства и свойства произведения.

Целью работы является создание ортогонального базиса на основе циклически смещенных M -последовательностей.

2. Основная часть

Для создания указанного базиса используется метод ортогонализации, состоящий в определении веса ортогональности МП [1]. Пусть двоичная M -последовательность представляет собой последовательность символов

$$M_0 = \{x_1, x_2, \dots, x_N\},$$

вес ортогональности записывается как

$$H = \{h_1, h_2, \dots, h_N\},$$

где h_i — неизвестные координаты веса.

Система уравнений, позволяющая определить неизвестные h_i , имеет вид

$$\begin{cases} x_1^2 h_1 + x_2^2 h_2 + \dots + x_{N-1}^2 h_{N-1} + x_N^2 h_N = E, \\ x_1 h_1 + x_2 h_2 + \dots + x_{N-1} h_{N-1} + x_N h_N = 0, \\ x_N h_1 + x_1 h_2 + \dots + x_{N-2} h_{N-1} + x_{N-1} h_N = 0, \\ \dots, \\ x_2 h_1 + x_3 h_2 + \dots + x_N h_{N-1} + x_1 h_N = 0. \end{cases} \quad (1)$$

Первое уравнение системы (1) задает энергию M -последовательностей E .

Система уравнений (1) содержит N неизвестных и $N+1$ уравнений и решений не имеет.

Таким образом, прямое использование метода работы [1] не позволяет получить искомый базис.

Совместная система уравнений может быть получена за счет исключения одного из уравнений системы (1), правая часть которого равна нулю. Однако в этом случае, передача информации с помощью M -последовательностей будет осуществляться с пониженной скоростью. Так, если алфавит сигналов, построен с помощью полного набора МП, то максимальная скорость передачи информации такими сигналами составит

$$R_0 = \frac{\log_2 N}{T},$$

где T — длительность сигналов алфавита.

Исключение одного из уравнений в системе (1) приводит к снижению скорости передачи информации до величины

$$R_0 = \frac{\log_2 N - 1}{T}.$$

Предлагается следующая методика создания ортогонального базиса. Каждую МП, полученную путем циклического сдвига исходной последовательности M_0 , дополним еще одним символом $x_0 = 1$. Система уравнений для определения координат веса примет вид

$$\begin{cases} x_0^2 h_0 + x_1^2 h_1 + \dots + x_{N-1}^2 h_{N-1} + x_N^2 h_N = E, \\ x_0 h_0 + x_1 h_1 + \dots + x_{N-1} h_{N-1} + x_N h_N = 0, \\ x_0 h_0 + x_N h_1 + \dots + x_{N-2} h_{N-1} + x_{N-1} h_N = 0, \\ \dots, \\ x_0 h_0 + x_2 h_1 + \dots + x_N h_{N-1} + x_1 h_N = 0. \end{cases} \quad (2)$$

Система уравнений (2) разрешима относительно h_i . Например, если исходная последовательность и ее энергия равны соответственно

$$M_0 = \{-1111, -1, -11\}, \quad E = 6,$$

то

$$H = \{-11111111\}.$$

Максимальная скорость передачи информации R_1 в этом случае, по сравнению с R_0 уменьшается незначительно и составляет

$$R_1 = \frac{\log_2 N}{T \left(1 + \frac{1}{N}\right)}.$$

Кроме того, из (2) следует, что сохраняется свойство произведений M -последовательностей.

Предлагаемый ортогональный базис может быть сгенерирован с помощью автомата формирования МП, который содержит дополнительные логические элементы, необходимые для дополнения M -последовательностей символом x_0 .

3. Заключение

Разработанный базис может быть использован для создания систем передачи информации ортогональными сигналами.

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.

ORTHOGONAL BASIS BASED ON M-SEQUENCES

Degtyaryov A. N., Prudius E. S.

Scientific adviser: Degtyaryov A. N.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The orthogonal basis developed on the basis of M -sequences is proposed.

СШП ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМАХ РАДИОДОСТУПА

Миронов А. Ф., Миронов П. А., Назарян Д. Ф., Кураленя О. А., Плоц С. А.

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

Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище им. П. С. Нахимова, Россия

E-mail: amirmironov@mail.ru

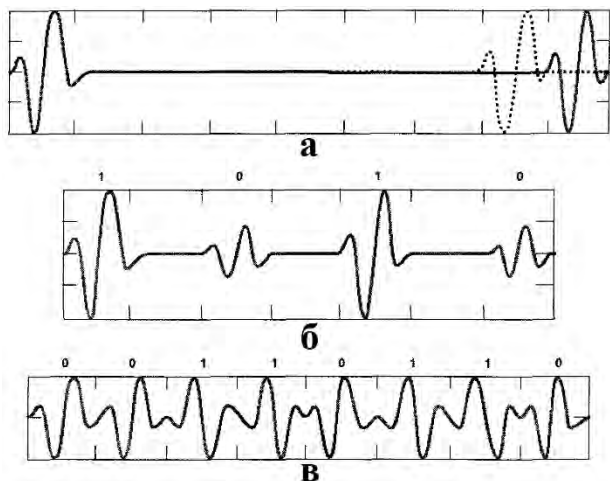
Аннотация — Рассмотрены основные преимущества применения сверхширокополосной технологии связи (СШП).

1. Введение

Устройства сверхширокополосной технологии связи имеют достаточно широкий спектр применения, из которого особый интерес вызывают системы связи и обнаружения объектов, находящихся внутри стены или за препятствием. Данные системы выгодно отличаются низкой потребляемой мощностью, высокой помехозащищённостью и простотой схемного решения.

2. Основная часть

Для передачи информации в устройствах СШП используются время-импульсная модуляция (ВИМ), амплитудная модуляция (АМ).



Время-импульсная (а), амплитудная (б) и фазовая (в) модуляция

Рис. 1.

Возрастающий интерес к СШП системам связи определяется прежде всего такими преимуществами (особенностями), как:

- высокая пропускающая способность канала связи (до 512 Мбит/с);
- отсутствие влияния на принимаемый сигнал отражений от различных объектов.

Данные преимущества позволяют рассматривать СШП технологии, как основу для быстрого и удобного построения высокоскоростных внутриофисных сетей малого радиуса действия, но с большими возможностями по обмену данными, например, быстрая передача объемных файлов, обслуживание систем контроля и управления доступом или систем охранного видеонаблюдения.

Структурная схема СШП устройства представлена на рис. 2.

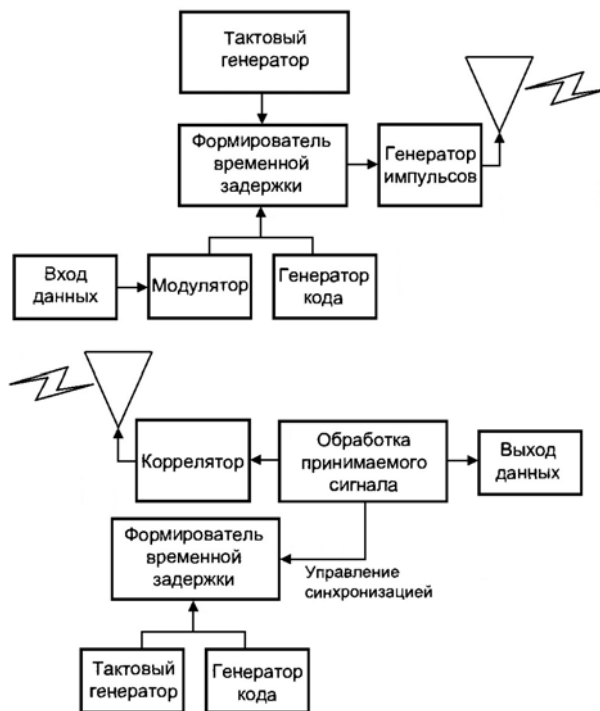


Рис. 2

3. Заключение

На сегодняшний день наиболее быстро прогрессирующим направлением является использование СШП сигналов и применение СШП технологии в радиоэлектронике, что раскрывает широкие возможности в различных сферах деятельности человека.

4. Список литературы

- [1] Григорьев, В. А. Сети и системы радиодоступа / В. А. Григорьев, О. И. Лагутенко, Ю. А. Распаев. — М.: Экотрендз, 2005. — 384 с.
- [2] Феер, К. Беспроводная цифровая связь. Методы модуляции и расширения спектра / К. Феер; под ред. В. И. Журавлева. — М.: Радио и связь, 2000. — 520 с.

UWB TECHNOLOGY IN RADIO ACCESS SYSTEMS

Mironov A. F., Mironov P. A., Nazarjan D. F.,
Kuralenja O. A., Ploz S. A.

Scientific adviser: Mironov A. F.

Black Sea Higher Naval School
Named After P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — The main advantages of using ultra-wideband communications technology (UWB) are considered.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАГРУЗКИ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ

Редькина Е. А., Кагамлык Д. Н.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Редькина Е. А.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 ООО «Крымком-Юг», Россия
 E-mail: elenaredkina@gmail.com

Аннотация — Рассмотрена необходимость проведения исследования загрузки беспроводной сети кафедры «Радиоэлектроника и телекоммуникаций» СевГУ с целью обеспечения обучающихся свободным доступом к электронным ресурсам и ЭБС университета.

1. Введение

Этап развития Севастопольского государственного университета требует более широкого внедрения разнообразных электронных ресурсов. В настоящее время каждый обучающийся должен иметь свой личный кабинет, свой почтовый аккаунт на сервере университета, а также иметь свободный доступ к электронным ресурсам и ЭБС университета. Это накладывает особые требования к сетевому оборудованию, и, в особенности, к организации беспроводной сети на территории университета.

Реализованная на кафедре «Радиоэлектроника и телекоммуникации» беспроводная сеть представляет собой несколько точек доступа в двух отсеках главного корпуса на 4 этаже. Основная зона — это места обучения, лаборатории и коридор. Место отдыха студентов в центральном отсеке в распределении ресурсов, в настоящее время, не охвачено.

Имеющиеся точки доступа предоставляют доступ к кафедральной и университетской сети при введении пароля, который знают не все обучающиеся на кафедре. Решить проблему общего доступа к сети кафедры и университета могут точки доступа с известным паролем, но в этом случае возникает ряд дополнительных задач:

- обеспечить распределение загрузки точек доступа в местах большого скопления обучающихся (лекционная аудитория);

- обеспечить аутентификацию пользователя беспроводной сети с целью обеспечения безопасности в сети (согласно российскому законодательству) с одновременным контролем посещенных сайтов и запретом посещения определенных сайтов и нежелательной сетевой активности (скачивание больших файлов в дневное время).

Таким образом, решение этих задач является актуальным и рассматривается в докладе.

2. Основная часть

На первом этапе принято решение исследовать возможную загрузку беспроводной сети путем разработки веб-приложения для точки доступа на оборудовании Mikrotik 951. Задача исследования загрузки точки доступа не нова [1] и может быть построена либо на ручном сборе данных об имеющихся точках доступа, либо же быть организована автоматически с применением баз данных, что и будет сделано в данном исследовании.

Таким образом, основная задача в настоящее время сводится к разработке алгоритма авторизации к точке доступа и отслеживанию трафика от подключившегося абонента.

На рисунке 1 представлен внешний вид окна разработанной программы при авторизации на экспериментальную точку доступа.



Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, рассмотрены проблемы обеспечения открытого доступа обучающихся к электронным ресурсам и ЭБС университета.

Проведена подготовительная работа к проведению исследования загрузки экспериментальной точки доступа, разработано веб-приложение для работы с оборудованием Mikrotik 951.

4. Список литературы

- [1] Барсков, А. Wi-Fi высокой плотности [Электронный ресурс] / А. Барсков // Журнал сетевых решений. LAN. — № 3. — 2015. — Режим доступа: <https://www.osp.ru/lan/2015/03/13045268>.

INVESTIGATION OF WIRELESS NETWORK LOADS

Redkina E. A., Kagamlik D. N.
 Scientific adviser: Redkina E. A.
 CrimeaCom, Russia
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The investigation of wireless network loads for improving the network characteristics in Radioelectronics and Telecommunication Department is considered.

**Севастопольский
«Испытательный центр «Омега»
— филиал ФГУП НИИР**



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

Создан в 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 3

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ УСТРОЙСТВА МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

МОБИЛЬНАЯ ПАЯЛЬНАЯ СТАНЦИЯ С МИКРОПРОЦЕССОРНЫМ БЛОКОМ УПРАВЛЕНИЯ

Кошкин В. С., Шевченко К. Д., Шевченко Н. В.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: vovakoshkin@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрена мобильная паяльная станция с микропроцессорным блоком управления. Описаны преимущества данной паяльной станции по сравнению с существующими аналогами.

1. Введение

Паяльная станция является необходимым электрическим инструментом для пайки. Основными элементами паяльной станции являются специальный паяльник и блок управления. Блок управления служит для расширения возможностей температурного режима, а также предназначен для защиты от перегрузок. Дополнительными элементами паяльной станции могут быть отсос для очистки от лишнего припоя, термофен и т.д.

В докладе представлена мобильная паяльная станция с блоком управления на базе микроконтроллера *ATmega16*. Также описаны преимущества использования данной паяльной станции.

2. Основная часть

Разрабатываемая мобильная паяльная станция снабжена паяльником, термофеном и блоком управления. Блок управления выполнен на базе микроконтроллера *ATmega16* и служит для включения-выключения станции, а также, в зависимости от полученной информации от кнопок, энкодера и термопары, регулирует температуру нагрева паяльника и фена, управляет скоростью воздушного потока. При этом информация о текущих температурах выводится на дисплей. Преимуществами выбранного микроконтроллера являются 32 программируемые линии ввода/вывода, что подходит для реализации разрабатываемого блока управления; 10-разрядный аналоговый-цифровой преобразователь, благодаря которому достигается высокая точность регулировки температуры; 16-разрядный таймер/счетчик с двумя модулями сравнения, которые служат для формирования ШИМ-сигнала управления паяльником и феном; высокая производительность и малое потребление [1].

На рис. 1 представлена структурная схема мобильной паяльной станции. Блок управления считывает информацию с кнопок, энкодера и термопары (через операционный усилитель). В зависимости от полученной информации микроконтроллер формирует с помощью 16-разрядного таймера ШИМ-сигнал управления паяльником и феном. Информация о температуре выводится на дисплей. Блок питания служит для снабжения напряжением всех функциональных блоков системы. Преимущество блока питания заключается в том, что он может быть представлен в любом техническом решении, основным требованием к блоку питания является создание выходного напряжения 24 В.

Основными преимуществами разработанной паяльной станции являются мобильность и низкая стоимость. Есть возможность поместить разработанную станцию в любой удобный корпус, что позволяет лег-

ко переносить и использовать паяльную станцию. Из-за своего набора компонентов паяльная станция имеет низкую стоимость, так как используемый контроллер *ATmega16* является распространенным и дешевым относительно подобных контроллеров с похожим набором периферии. Также есть возможность заменить дисплей на семисегментные индикаторы, что позволяет снизить стоимость станции.

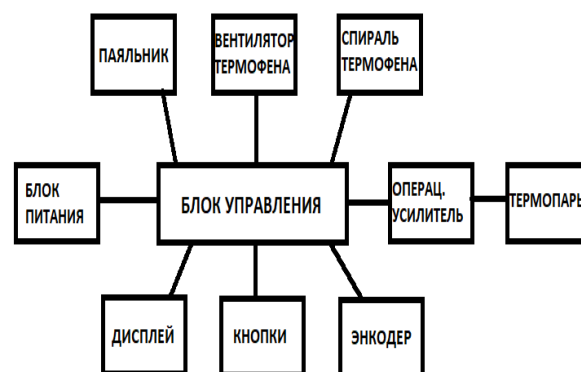


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, разработанная мобильная паяльная станция с микропроцессорным блоком управления обладает рядом существенных преимуществ в сравнении с существующими аналогами. Паяльная станция обладает высокой точностью стабилизации и регулировки температуры в сравнении с существующими аналоговыми станциями. Преимущество данной разработки в том, что блок питания системы может иметь любое техническое решение с выходным напряжением 24 В. Также важными достоинствами паяльной станции являются мобильность и низкая стоимость за счет возможности замены компонентов.

4. Список литературы

- [1] Datasheet Controller ATmega16 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.mouser.com/ds/2/36/Atmel-8154-8-bit-AVR-ATmega16A_Datasheet-522555.pdf.

MOBILE SOLDERING STATION WITH MICROPROCESSOR CONTROL UNIT

Koshkin V. S., Shevchenko K. D., Shevchenko N. V.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The mobile soldering station with microprocessor control unit is considered. The advantages of the soldering station were compared with existing analogues.

РАЗРАБОТКА ПОРТАТИВНОГО РЕОГРАФА ДЛЯ НЕИНВАЗИВНОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Шевченко Н. В., Быстров А. Р.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Шевченко Н. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: alex.byr1237@gmail.com

Аннотация — Рассмотрена возможность реализации портативного реографа для неинвазивного мониторинга состояния сердечной деятельности. Представлена функциональная блок-схема системы.

1. Введение

Реография (греч. rheos течение, поток и grapho писать, изображать) — общее название метода исследования кровенаполнения органов и тканей или отдельных участков тела на основе регистрации изменений их электрического сопротивления. Реография находит широкое применение в клинике и эксперименте на животных как метод, позволяющий объективно оценить изменения пульсового кровенаполнения и свойств сосудистой стенки в динамике. Используется для диагностики различного рода органических и функциональных сосудистых изменений как в артериальном, так и в венозном руслах, для изучения особенностей коллатерального кровообращения, действия лекарственных веществ, механизма экстремальных воздействий на организм и прочее [1].

2. Основная часть

Для получения формы реографической кривой необходим генератор тока, вырабатывающий ток силой в 0,1 мА с частотой 50 кГц, который подводится к токовым электродам. В результате прохождения тока через тело пациента изменяется падение напряжения на тканях, регистрируемое измерительными электродами. Сигнал, снимаемый с человека, предварительно проходит усиление, а также фильтрацию от посторонних шумов. Отфильтрованный и усиленный сигнал поступает на вход аналого-цифрового преобразователя. После преобразования данные передаются через контроллер на компьютер для дальнейшего хранения и обработки. Исходя из вышеописанного алгоритма, устройство блока реокардиографа должно состоять из следующих модулей: фильтра высоких частот, генератора тока, блока усилителя, аналого-цифрового преобразователя, источника опорного напряжения для аналого-цифрового преобразователя, блока управления, гальванической развязки и драйвера связи с персональным компьютером.

Блок управления вырабатывает прямоугольные импульсы с частотой 50 кГц, которые проходят через фильтр высоких частот, становятся двуполярными и поступают на вход генератора тока. Генератор тока вырабатывает на выходе ток силой 1 мА, подаваемый на токовые электроды. Сигнал снимается с регистрирующих электродов, проходит через блок усилителя, где он усиливается до уровня, требуемого аналого-цифровым преобразователем. Усиленный сигнал преобразуется в цифровой вид и принимается блоком управления. Его последовательный асин-

хронный порт передаёт данные на персональный компьютер.

В качестве блока управления используем микроконтроллер ATMEGA161. Микроконтроллер ATMEGA161 относится к семейству AVR микроконтроллеров фирмы ATMEL и отличается тем, что имеет внутреннее 1 Кх8 бит SRAM и 16 КБ энергонезависимой FLASH памяти. Это маломощный комплементарный металл-оксид-полупроводниковый микроконтроллер, основанный на RISC архитектуре, выполняющий команды за один такт внутреннего генератора [2].

На рис.1 представлена функциональная блок-схема реокардиографического блока.

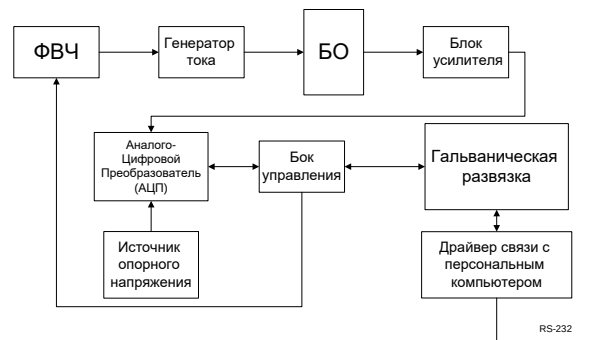


Рис. 1

3. Заключение

Преимуществом разрабатываемой системы портативного реографа для неинвазивного мониторинга состояния сердечной деятельности по отношению к другим подобным системам является упрощение схемотехники прибора, уменьшение весогабаритных параметров, что особенно важно в неотложной кардиологии для нужд практического здравоохранения.

4. Список литературы

- [1] Полищук, В. И. Техника и методика реографии и плетизмографии / В. И. Полищук, Л. Г. Терехова. — Медицина, 1983. — 176 с.
- [2] Техническая документация фирмы Texas Instruments / 2008 Precision ADC Selection Guide. AD7472 : 12-Bit, 2.7 V to 5.25 V, 1.5 MSPS Low Power ADC.

DEVELOPMENT OF THE PORTABLE RHOGRAPH FOR NON-INVASIVE MONITORING OF THE CONDITION OF HEART ACTIVITY

Shevchenko N. V., Bystrov A. R.

Scientific adviser: Shevchenko N. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The possibility of implementing a portable rheograph for non-invasive monitoring of cardiac activity is considered. Functional system flowchart is represented.

АДАПТЕР ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ СИНХРОННОЙ ШИНЫ

Поляков А. Л., Астраханцев А. В., Вершинин А. А., Шевченко Н. В., Ломоносов С. Е.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Поляков А. Л.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: AL_Polykov@inboxs.ru

Аннотация — Адаптер последовательной синхронной шины (в дальнейшем устройство) предназначен для обеспечения обмена данными между персональным компьютером (PC) и внешними устройствами, подключенными к синхронной шине.

1. Введение

Применения адаптера последовательной синхронной шины даёт возможность заменить морально устаревшие, громоздкие и энергоёмкие вычислительные управляющие комплексы радиолокационных станций, предназначенных для обнаружения космических аппаратов и баллистических целей на современные средства вычислительной техники.

2. Основная часть

Конструктивно устройство состоит из кросс-платы, на которую установлены модули управляющего контроллера (процессор TM4C123GH6) и преобразователя интерфейса USB-UART (виртуальный COM порт) на базе микросхемы FT232. На кросс-плате собраны импульсный преобразователь питания 5 В в 27 В, выходные ключи, 4-х битный переключатель режимов работы, разъем X1(DB9) для подключения синхронной шины, разъем X2 (DB25) для подключения LPT порта компьютера, разъем подключения питания 5 В. На плате модуля преобразователя интерфейсов расположен разъем для подключения интерфейса USB PC. Питание устройства осуществляется через сетевой адаптер с выходным напряжением 5 В и током до 2 А. Внешний вид устройства представлен на рис. 1 [2].

Устройство может работать в нескольких режимах. Выбор режима осуществляется с помощью четырех битового переключателя SW1, расположенного на кросс-плате, и индицируется RGB-светодиодом на плате модуля процессора [1].

Режимы работы устройства приведены в таблице 1.

Таблица 1

Режим	1	2	3	4	Индикатор
Ведомый	Off	Off	X	X	Зеленый
Ведущий	On	Off	X	X	Красный
Генератор	X	On	Off	X	Синий
Тест	X	On	On	X	Фиолетовый

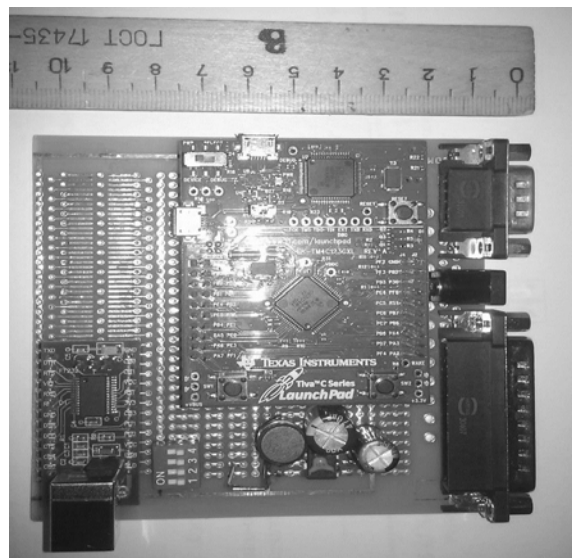


Рис. 1

3. Заключение

Правильность конструктивных и технических решений была практически подтверждена проведёнными испытаниями на реальной РЛС типа 5Н86 «Днепр». Применение адаптера позволяет не только использовать в качестве управляющего комплекса PC, но и средства отображения информации заменить на мультимедийные.

4. Список литературы

- [1] Кузнецов, А. В. Микропроцессорные и интерфейсные средства / А. В. Кузнецов. — М. : МГИУ, 2007. — 95 с.
- [2] ЕК-TM4C123GXL [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.ti.com/launchpad>.

THE SERIAL SYNCHRONOUS BUS ADAPTER

Polyakov A. L., Astrakhantsev A. V., Vershinin A. A.,
Shevchenko N. V., Lomonosov S. E.
Scientific adviser: Polyakov A. L.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The serial synchronous bus adapter is designed to provide data exchange between the personal computer and peripheral devices connected to the synchronous bus.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ АДАПТЕРА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ СИНХРОННОЙ ШИНЫ

Поляков А. Л., Астраханцев А. В., Мошкович И. Ю., Вершинин А. А., Ломоносов С. Е.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Поляков А. Л.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: AL_Polykov@inboxs.ru

Аннотация — Для управления адаптером последовательной синхронной шины необходима специальная программа для персонального компьютера (PC), а также дополнительные текстовые файлы с произвольным именем, содержащие собственно данные для их передачи в синхронную шину.

1. Введение

Адаптер программируется под конкретную РЛС (в нашем случае для РЛС 5Н86 «Днепр»). Предложенная программа работы адаптера в полной мере обеспечивает управление РЛС через PC и вывод измерительной информации на средства отображения.

2. Основная часть

Для управления устройством используется специальная программа для PC — dnps.exe. Для нормальной работы также требуются дополнительные текстовые файлы: dnps.ini и файл с произвольным именем, содержащий собственно данные передачи в синхронную шину.

Файл dnps.ini является файлом инициализации исполняемой программы dnps.exe. Он должен содержать информацию о номере виртуального COM-порта и, возможно, имена файлов для входных и выходных данных. Пример содержимого dnps.ini приведен ниже:

Com = 14 // используется виртуальный порт с номером 14

In = xx.txt // имя файла входных данных

Out = dout.txt // имя файла для сохранения выходных данных.

Файл входных данных (в нашем случае xx.txt) должен содержать данные для передачи, записанные в шестнадцатеричном виде. В качестве разделителей шестнадцатеричных чисел могут выступать символы пробелов, табуляции, запятой и точки. В каждой строке файла кроме собственно шестнадцатеричных данных могут присутствовать строчные комментарии. В качестве начала комментария могут выступать символы «;» или «//».

Пример содержимого входного файла данных:

```
C001 0002 0003 0004 0005 0006 0007 0008 0009
000A 000B 000C 000D 000E 000F 0010 ; comment1
0011 0012 0013 0014 0015 0016 0017 0018 0019
001A 001B 001C 001D 001E 001F 0020 // comment2
```

На рис. 1 показан интерфейс программы.

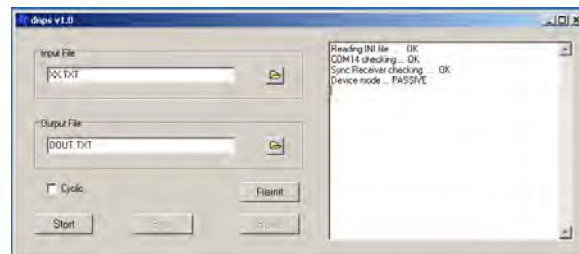


Рис. 1

3. Заключение

Программа для адаптера была протестирована на РЛС 5Н86 «Днепр». Полученные результаты полностью подтверждают правильность реализованных решений.

PROGRAM DEVELOPMENT FOR THE SERIAL SYNCHRONOUS BUS ADAPTER

Polyakov A. L., Astrakhantsev A. V., Moshkovich I. U.,
Vershinin A. A., Lomonosov S. E.

Scientific adviser: Polyakov A. L.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A special PC program as well as additional text files with any titles containing the actual data for their transmission to the synchronous bus are necessary to run the serial synchronous bus adapter.

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА АВАРИЙНОГО СДВИГА КРЕСЕЛ

Азаров А. А., Вильсон Н. Г., Скорик И. В., Широков И. Б.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: andrej-azarov@bk.ru

Аннотация — Предлагается разработка структурной схемы устройства для решения задачи аварийного сдвига кресел. Рассматривается способ уменьшения времени задержки при получении данных с датчиков для выполнения сдвига кресел.

1. Введение

По данным Всемирной Организации Здравья более 15% автомобильных аварий в России заканчиваются летальным исходом. Количеством это число достигает 50000 человек. Для уменьшения смертности в статье [1] предлагается система аварийного сдвига кресел в автомобиле. Изменение структурной схемы этой системы позволяет приблизиться к реализации предложенного устройства.

2. Основная часть

Система аварийного сдвига кресел считается потенциально возможным средством для уменьшения процента смертности при автомобильных авариях. Хорошо известно, что каждая секунда дорога в экстремальных ситуациях, например, в таких как ДТП. Первым делом было решено увеличить быстродействие системы за счет улучшения структуры аппаратной части, а также за счет увеличения скорости передачи данных между блоками системы. Структурная схема аппаратной части представлена на рис. 1.

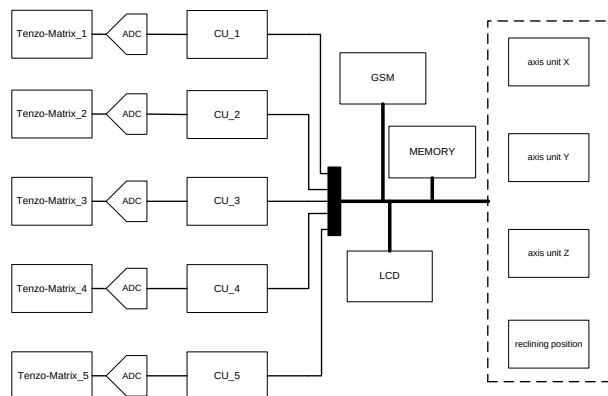


Рис. 1

В модернизированной блок-схеме уменьшение временной задержки в системе передачи данных достигается за счет увеличения стоимости конечного продукта. Это связано с использованием дополнительных независимых блоков управления (BU_n) вместо одного общего блока. Тензодатчик (Matrix TD_n) генерирует аналоговый сигнал, который пропорционален силе удара. АЦП преобразовывает аналоговый сигнал в цифровой код для блока управления (БУ). БУ постоянно обрабатывает и считывает данные с тензодатчиков, что позволяет улучшить эффективность системы. Схема состоит из 5 блоков, соответственно каждый блок отвечает за одну из сторон автомобиля. Подключение модулей периферии, таким образом, как показано на рис. 1, позволя-

ет отобразить сигнал на блоке реакции, что приводит к увеличению быстродействия. Это в свою очередь влияет на скорость передачи данных. Объединение линий передач в одну шину улучшит время реакции блока.

Блок состоит из 4 подблоков, которые отвечают за сдвиг кресел. Дисплей отвечает за отображение силы удара. Участки с наибольшими повреждениями будут выделены цветом в трех проекциях. Блок памяти отвечает за хранение и обработку данных, полученных от тензодатчиков. GSM модуль отвечает за передачу данных в виде картинки, аналогичной в автомобиле, но в вербальной форме. Данные отправляются на мобильное устройство. Предлагаемая система может быть улучшена системой автоматической реакции автомобиля в случае повреждения. Она может зафиксировать объект воздействия в момент повреждения транспортного средства, при помощи контролируемых камер и датчиков движения, которые определяют положение и источник повреждений в отсутствие водителя.

В будущем планируется совершенствование предложенной системы, разработка алгоритма для работы с устройствами через удаленный доступ.

3. Заключение

В статье описана структурная схема устройства аварийного сдвига кресел. Эта система может найти практическое применение для решения одной из важнейших проблем — увеличение количества выживших людей в автомобильных авариях.

4. Список литературы

- [1] Azarov, A. The car seats emergency shift system / A. Azarov, A. Alessenko, N. Wilson // ProfMarket : Education. Language. Success, Sevastopol, Mar. 26 — 27, 2018. — P. 42 — 46.

THE DEVELOPMENT OF DEVICE FOR EMERGENCY SYSTEM OF THE CAR SEAT SHIFT

Azarov A. A., Wilson N. G., Skorik I. V., Shirokov I. B.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — Development of a block diagram of the device for solving the problem of emergency seat shift and the method for reducing the delay, when data is received from the sensors, to perform a shift of the seats are proposed in the paper.

АЛГОРИТМ РАБОТЫ БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНОЙ ПАЯЛЬНОЙ СТАНЦИИ

Кошкин В. С., Шевченко К. Д., Шевченко Н. В.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: vovakoshkin@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрена мобильная паяльная станция с микропроцессорным блоком управления. Описан алгоритм работы блока и управления.

1. Введение

На сегодняшний день паяльная станция стала основным инструментом для выполнения пайки электронных компонентов. Основной частью паяльной станции является блок управления, который служит для регулировки температуры и переключения режимов работы.

В докладе представлен алгоритм работы блока управления паяльной станцией на базе микроконтроллера ATmega16.

2. Основная часть

Одним из главных элементов паяльной станции является блок управления. В разрабатываемой паяльной станции в качестве блока управления используется микроконтроллер ATmega 16A.

Упрощенный алгоритм работы блока управления изображен на рис. 1. Первоначальная настройка микроконтроллера представляет собой: настройку портов ввода-вывода; настройку и включения таймеров; настройку и запуск АЦП; внесение первоначальных значений в переменные; настройку EEPROM; инициализацию дисплея; разрешения прерываний; проверку допустимых пределов установок параметров [1]. Настройка портов ввода-вывода представляет собой установку направления данных и установку логического уровня на выводах портов, а также включение подтягивающего сопротивления.



Рис. 1

Управление температурным режимом паяльника и термофена осуществляется изменением уровня напряжения, подаваемого на нагревательный элемент. Для управления напряжения используется

ШИМ-сигнал, формируемый микроконтроллером. Блок-схема алгоритма работы подпрограммы управления ШИМ показана на рис. 2. Микроконтроллер сравнивает текущую температуру с заданной и, основываясь на полученном значении, меняет скважность ШИМ-сигнала. Также микроконтроллер следит за режимом работ. Когда устройство выключено, микроконтроллер останавливает ШИМ-сигнал, а также остужает термофен, т.е. отключает нагрев спирали и включает вентилятор на минимальной скорости.

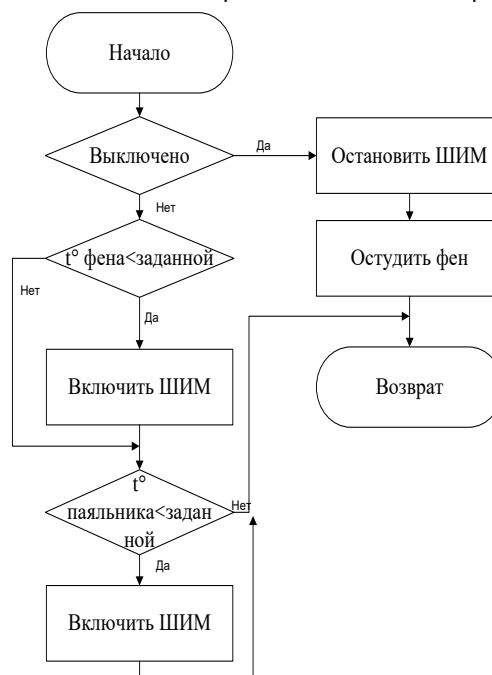


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, был разработан алгоритм работы микропроцессорного блока управления паяльной станцией. Описан алгоритм работы формирования ШИМ сигнала для управления температурным режимом.

4. Список литературы

- [1] Datasheet Controller ATmega16 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.mouser.com/ds/2/36/Atmel-8154-8-bit-AVR-ATmega16A_Datasheet-522555.pdf.

THE OPERATION ALGORITHM OF THE CONTROL UNIT OF THE MOBILE SOLDERING STATION

Koshkin V. S., Shevchenko K. D., Shevchenko N. V.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The mobile soldering station with microprocessor control unit is considered. The algorithm of operation of the unit and control is described.

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 4

АНТЕННЫ И УСТРОЙСТВА МИКРОВОЛНОВОЙ ТЕХНИКИ

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ ПАРАМЕТРОВ ПЛОСКОГО МЕТАЛЛОДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВОЛНОВОДА И УСТРОЙСТВ НА ЕГО ОСНОВЕ

Афонин И. Л., Бугаёв П. А., Япуджян А. К.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: yap.arm.kar@gmail.com

Аннотация — Приведены результаты разработанных элементов. Согласованные нагрузки, предназначенные для поглощения передаваемой по линии СВЧ мощности, являются одним из наиболее распространенных элементов трактов. Переходы с одной линии передачи на другую также являются очень распространенными узлами СВЧ трактов.

1. Введение

Основной характеристикой согласованной нагрузки является величина модуля ее коэффициента отражения Γ или соответствующая величина коэффициента стоячей волны (КСВ) в заданной полосе частот. Согласованные нагрузки для полосковых линий передачи представляют собой тонкопленочные полоски из резистивных материалов, нанесенные на полосковую плату и закороченные с одного конца на экран полосковой линии. Волноводные согласованные нагрузки выполняют в виде поглощающих вставок переменного профиля в отрезке короткозамкнутого волновода.

2. Основная часть

Приведем пример построения согласованной нагрузки на базе плоского металлодиэлектрического волновода (рис. 1) [1, 2]. Данная конструкция 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 (3) удаленная часть металлизации полностью покрыта поглощающим материалом. Уменьшение мощности СВЧ сигнала при распространении в нагрузке обеспечивается высокой поглощающей способностью материала (2). Форма поглотителя, выполненного в виде «ласточки хвоста», обеспечивает согласование при длине клиньев, равной приблизительно длине волны в волноводе. Для устранения отражения от короткозамыкателя длина сплошного покрытия равна длине клиньев.

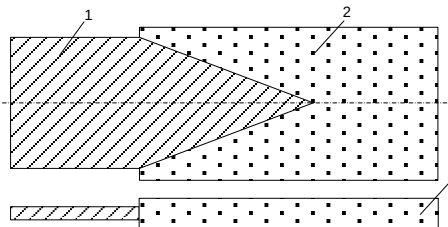


Рис. 1

Переходы с одной линии передачи на другую также называются возбудителями волны заданного типа. При проектировании переходов основное внимание уделяется достижению хорошего согласования входов в полосе частот. В плоском металлодиэлектрическом волноводе и полом металлическом волноводе основным типом волны является H_{10} , что

упрощает задачу синтеза перехода между ними. В разработанном устройстве соединение волноводов осуществлено через плавный переход (рис. 2). Для уменьшения КСВ перехода со стороны полого волновода металлодиэлектрический волновод имеет плавный скос. В такой конструкции перехода обеспечивается широкополосное согласование полого прямоугольного волновода с ПЛМДВ.

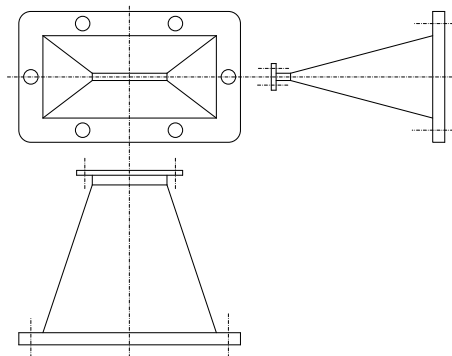


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, коэффициент стоячей волны нагрузки не превышает 1,06 в диапазоне частот волновода. КСВ плавного перехода от металлического полого волновода прямоугольного сечения к ПЛМДВ значительно меньше КСВ коаксиально-волноводного перехода.

4. Список литературы

- [1] Бугаёв, П. А. Поглощающая нагрузка для плоского металлодиэлектрического волновода / П. А. Бугаёв // Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке : матер. XV междунар. молодежного форума, Харьков, 18 — 20 апр. 2011. — Харьков, 2011. — Т. 3. — С. 40 — 41.
- [2] Бугаёв, П. А. Согласованная нагрузка на основе плоского металлодиэлектрического волновода / П. А. Бугаёв, И. Л. Афонин, В. В. Саламатин // Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций: матер. VIII междунар. молодежной науч.-техн. конф. РТ — 2012, 23 — 27 апр. 2012. — Севастополь, 2012. — С. 222.

DESIGN OF STRUCTURAL ELEMENTS OF PARAMETERS METERS OF PLANE METAL-DIELECTRIC WAVEGUIDE AND DEVICES BASED ON IT

Afonin I. L., Bugayov P. A., Yapudzhyan A. K.

Scientific adviser: Afonin I. L.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The designed elements are presented. The coordinated loads, designed to absorb the transmitted power through the microwave power line, are one of the most common elements of the paths. Transitions from one transmission line to another are also very common nodes of microwave paths.

ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ АНТЕННАЯ РЕШЕТКА С СУММАРНО-РАЗНОСТНОЙ ДИАГРАММОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

Завадский С. А., Юрцев О. А.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Юрцев О. А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: z_serhio@tut.by

Аннотация — Приводятся результаты численного исследования влияния геометрии и случайных амплитудных ошибок возбуждения излучателей на диаграмму направленности решетки по суммарному и разностному каналам.

1. Введение

Цилиндрические антенные решетки используются для конформного сканирования в обзорных радиолокаторах. При конформном сканировании активная (возбужденная) область перемещается по поверхности решетки. Несмотря на большое количество публикаций по цилиндрическим решеткам [1 и др.], в литературе не обнаружено информации по влиянию геометрических параметров решетки (радиуса, углового размера активной области) на точность установи луча и глубину нуля в разностной диаграмме направленности (ДН) при наличии случайных ошибок возбуждения излучателей по фазе. Этот вопрос исследуется в настоящем докладе. Рассматривается фрагмент решетки с радиусом — R . Такой фрагмент является активной зоной с числом излучателей в каждой строке — N_k , в каждом столбце — N_c . Угловой размер активной зоны — β . Случайная фазовая ошибка возбуждения каждого излучателя DF задается в интервале $0 < DF < DF_m$ по случайному закону, где DF_m — максимальная ошибка, задаваемая в градусах. Численное моделирование выполнено с помощью оригинальной программы. В качестве излучателя решетки использован гипотетический излучатель с задаваемой шириной главного лепестка ДН, равной 90° . Максимумы главного лепестка каждого излучателя ориентированы по радиусам решетки.

Все полученные закономерности иллюстрируются на решетке с параметрами $N_k = 20$, $N_c = 30$. В решетке задается равномерное возбуждение излучателей по амплитуде, а терминированная часть фазового распределения такой, при которой решетка фокусируется в направлении оси X .

2. Основная часть

На рис. 1 показана зависимость случайной реализации ошибки установления максимума главного лепестка ДН (Q_m) от номера излучателя (N) при $DF_m = 20^\circ$. В то же время этот угол, рассчитанный по средней ДН, равен $0,01^\circ$.

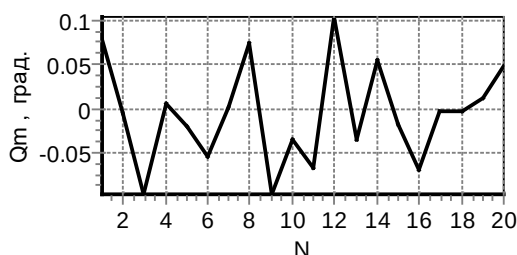


Рис. 1

На рис.2 показана зависимость глубины нуля разностной ДН (FR_{min}) в случайной реализации от

номера излучателя при $DF_m = 20^\circ$. В средней ДН в средней ДН величина $FR_{min} = -32,9$ дБ.

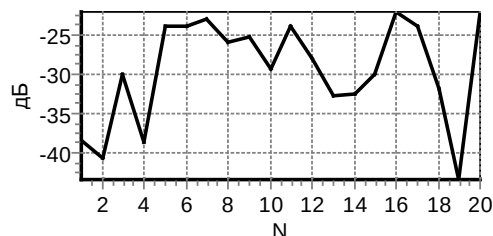


Рис. 2

Глубина нуля зависит также от случайной ошибки возбуждения излучателя по амплитуде. На рис. 3 показана зависимость параметра FR_{min} от номера реализации при максимальной ошибке по амплитуде 50% от детерминированного значения в каждом излучателе. В средней разностной ДН этот параметр равен -34 дБ.

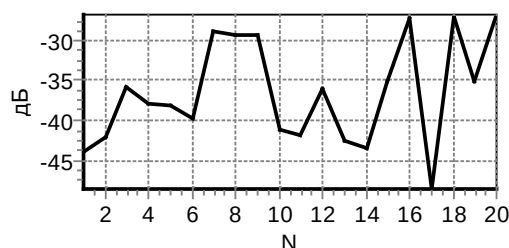


Рис. 3

3. Заключение

Проведенный анализ показывает, что ошибка Q_m в ориентации нуля разностной ДН и максимума суммарной ДН одинаковы. Ошибка Q_m и глубина нуля разностной ДН слабо зависят от радиуса решетки, если $\beta < 180^\circ$.

4. Список литературы

- [1] Воскресенский, Д. И. Выпуклые сканирующие антенны / Д. И. Воскресенский, Л. И. Пономарев, В. С. Филиппов. — М.: Сов. радио, 1978. — 300 с.

A CYLINDRICAL ANTENNA ARRAY WITH SUM AND DELTA RADIATION PATTERN

Zavadski S. A., Yurtsev O. A.

Scientific adviser: Yurtsev O. A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Republic of Belarus

Abstract — The results of numerical investigation of geometry and random radiators excitation amplitude errors influence on radiation pattern in sum and delta channels are presented.

АНТЕННА НЕЛИНЕЙНОГО ЛОКАТОРА ДИАПАЗОНА ДМВ

Слѣзкин В. Г., Неведров М. Г.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Слѣзкин В. Г.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: rt@sevsu.ru

Аннотация — Путём численного моделирования установлено, что антенна, содержащая экран и плоскую излучающую структуру из трёх секторов с микрополосковой схемой питания обеспечивает излучение поля с круговой поляризацией на частоте 800 МГц и приём полей с линейными поляризациями на частотах второй и третьей гармоник.

1. Введение

Нелинейные локаторы (НЛ) являются носимыми приборами для обнаружения скрытых устройств несанкционированного съёма информации [1]. Они используют генерацию 2-й и 3-й гармоник зондирующей частоты нелинейными элементами объектов поиска. Антенна НЛ должна обеспечивать относительное перекрытие по частоте 3 : 1: излучение поля с круговой поляризацией и приём полей гармоник с линейными поляризациями [1].

Настоящий доклад посвящен оценке возможности создания такой антенны НЛ для диапазона ДМВ на основе самодополнительной плоской структуры.

2. Основная часть

В ряде современных НЛ используются частоты зондирующего сигнала ДМВ диапазона, так как на них обеспечивается достаточно большая глубина проникновения в стены зданий [1]. В данном докладе обсуждается проблема создания антенны для передачи на частоте 800 МГц и приёма на частотах 1600 МГц и 2400 МГц.

Так как НЛ является носимым прибором, габаритные размеры антенны для него ограничены: практически они не могут быть более 40х40х20 см, что близко к длине волны, следовательно, применить зеркальную антенну в данном случае невозможно.

Известно [2], что в относительной полосе 3 : 1 и более могут работать плоские самодополнительные структуры. Как показано в докладе [3], круглую самодополнительную структуру можно модифицировать следующим образом:

- взять три сектора вместо двух для обеспечения круговой поляризации;
- в центральной части структуры зазоры между секторами выполнить узкими для уменьшения активного сопротивления секторов;
- в периферийной части выполнить клиновидные вырезы для снижения реактивности секторов;
- по краю структуры оставить узкий металлический пояс для компенсации краевой ёмкости.

Конструктивно такую структуру целесообразно выполнить на основе фольгированного диэлектрика, причём секторы 1 обратить к экрану, а на верхней стороне реализовать схему возбуждения на основе микрополосковой линии (МПЛ). Для фиксации структуры над экраном можно использовать три цилиндрические стойки 2, электрически соединённые с экраном и секторами. В полости одной из стоек проложен коаксиальный кабель 3, центральный проводник которого соединён с входом схемы возбуждения, которая состоит из трёх отрезков МПЛ: подводящего 4, разомкнутого 5 и короткозамкнутого 6 (рис. 1).

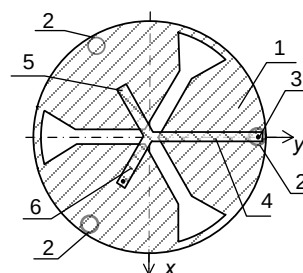


Рис. 1

Численное моделирование проводилось с помощью САПР CST MWS. Для материала Rogers с диэлектрической проницаемостью 3,38 и толщиной около 1,5 мм при радиусе структуры 100 мм, радиусе экрана 110 мм КСВ входа модели не превышал 2,5 на всех частотах f , а значения коэффициента эллиптичности $k_{эл}$, ширины диаграмм направленности по половинной мощности $2\theta_{0,5}$ и уровня боковых лепестков (УБЛ) приведены в таблице 1.

Таблица 1

f , МГц	$k_{эл}$	$2\theta_{0,5}$, град.	УБЛ, дБ
800	0,8	66,5	-7,2
1600	<0,05	50,8	-2,8
2400	<0,1	51,3	-7,0

3. Заключение

Для НЛ диапазона ДМВ предложена антенна на основе самодополнительной структуры, обеспечивающая излучение зондирующего сигнала с круговой поляризацией и приём отражённых сигналов второй и третьей гармоник с линейными поляризациями. Возможность реализации такой антенны обоснована результатами численного моделирования в среде CST MWS.

4. Список литературы

- [1] Хорев, А. А. Техническая защита информации : учеб. пособие : в 3 т. / А. А. Хорев. — М. : НПЦ «Аналитика», 2008. — Т. 1. — 2008. — 435 с.
- [2] Фрадин, А. З. Антенно-фидерные устройства / А. З. Фрадин. — М. : Связь, 1977. — 440 с.
- [3] Мишустин, Б. А. Широкополосная микрополосковая антенна / Б. А. Мишустин, В. Г. Слѣзкин // 26-я междунар. научн.-техн. конф. КрыМиКо'2016 : матер. конф. — М., Минск, Севастополь, 2016. — Т. 5. — С. 965 — 970.

THE NONLINEAR LOCATOR DMW BAND ANTENNA

Slyozkin V. G., Nevedrov M. G.

Scientific adviser: Slyozkin V. G.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — By numerical simulation was proved that antenna consisting of screen and flat radiating structure contained three sectors with microstrip feeding scheme performs radiation of a circularly polarized field at the 800 MHz frequency and receiving of a linearly polarized fields at the frequencies relating to the second and the third harmonics.

ЗЕРКАЛЬНАЯ АНТЕННА НЕЛИНЕЙНОГО ЛОКАТОРА

Слѣзкин В. Г., Зайцев С. Ю.

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

Аннотация — Для зеркальной антенны нелинейного локатора предложен трёхчастотный облучатель в виде трёх кольцевых микрополосковых антенн с длиной окружности около 0,2 длины волны каждая, расположенных concentric в одной плоскости.

1. Введение

Нелинейные локаторы (НЛ) предназначены для поиска в помещениях скрытых радиоэлектронных устройств несанкционированного съёма информации — так называемых радиозакладок [1]. Передатчик НЛ излучает зондирующий сигнал с частотой f_1 . На p-n переходах активных элементов образуются сигналы с частотами высших гармоник, которые излучаются в пространство. Приёмники современных НЛ измеряют относительные уровни сигналов на частотах $2f_1$ и $3f_1$, что позволяет различать реальные и ложные объекты поиска.

Обычно в НЛ применяют параболические зеркальные антенны (ЗА), которые принципиально обеспечивают работу с частотным перекрытием 3 : 1, но техническую трудность представляет создание облучателя такой антенны. Настоящий доклад посвящен анализу возможности реализации облучателя в виде трёхчастотной антенны.

2. Основная часть

В современных моделях НЛ [2], используется 3 частоты зондирующего сигнала: 800 МГц, 2400 МГц и 3600 МГц. В данном докладе обсуждается проблема создания антенны для частоты f_1 , равной 2400 МГц (длина волны λ_1 равна 37,5 см) и частот гармоник 4800 МГц и 7200 МГц.

Расчётный диаметр ЗА НЛ D_m выберем равным 40 см по условиям применения и транспортировки. Задав ширину спада уровня облучения краёв зеркала на 10 дБ, оценим основные параметры антенны на трёх частотах по известным формулам [3]: величину КНД, значения ширины диаграмм направленности (ДН) по половинной мощности $2\theta_{0,5}$ (таблица 1).

Таблица 1

$f, \text{МГц}$	D_m / λ	КНД, дБ	$2\theta_{0,5}$, град.
2400	3,2	19	20
4800	6,4	25	10
7200	9,6	28,6	6,8

В статье [4] рассмотрены модификации МПА в виде кольцевых микрополосковых антенн (КМПА), причём КМПА с внутренней излучающей щелью позволяет объединить три излучающие структуры в одной плоскости.

Металлизированные кольца 1 по своим внешним краям соединены с экраном, а неметаллизированные участки 2 образуют три излучающих структуры, которые возбуждаются коаксиальными портами 3. Внешняя КМПА содержит штырь-поляризатор 4, положение которого по радиусу определяет амплитудное соотношение между токами противоположного направления вращения, а угловое положение — фазовое соотношение. Внутренние КМПА работают на линейной поляризации, поэтому штыри в них отсут-

ствуют, а точки возбуждения (порты) отстоят друг от друга на углы 120° для достижения конструктивного удобства (рис. 1).

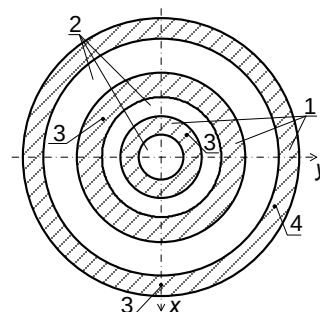


Рис. 1

Численное моделирование проводилось с помощью САПР CST MWS. Было установлено, что оптимальная длина окружности излучающей щели каждой КМПА составляет около 0,2 от длины волны. КСВ входа модели не превышает 2,0 в относительной полосе не менее 1 %. Коэффициент эллиптичности на частоте 2400 МГц составляет 0,9, а значения ширины диаграмм направленности составляют от 96° до 115° .

3. Заключение

Для зеркальной антенны НЛ предложено применить плоский трёхчастотный облучатель на основе КМПА с внутренней излучающей щелью, обеспечивающий излучение зондирующего сигнала с круговой поляризацией и приём отражённых сигналов второй и третьей гармоник с линейными поляризациями. Работоспособность облучателя доказана результатами численного моделирования в среде CST MWS.

4. Список литературы

- [1] Хорев, А. А. Техническая защита информации : учеб. пособие : в 3 т. / А. А. Хорев. — М. : НПЦ «Аналитика», 2008. — Т. 1 : Технические каналы утечки информации. — 2008. — 435 с.
- [2] Нелинейный локатор Лорнет-0836 [Электронный ресурс] / Фирма «ЭЛВИРА». — Режим доступа: <http://www.elvira.ru/ru/productions/nlj-d-general/nlj-d-lornet-0836>.
- [3] Сазонов, Д. М. Антенны и устройства СВЧ / Д. М. Сазонов. — М. : Высш. шк., 1988. — 432 с.
- [4] Мишустин, Б. А. Проектирование многочастотных микрополосковых антенн круговой поляризации [Электронный ресурс] / Б. А. Мишустин, В. Г. Слѣзкин // Журнал радиоэлектроники. — 2017. — № 1. — Режим доступа: <http://jre.cplire.ru/jre/jan17/6/text.pdf>.

THE NONLINEAR LOCATOR MIRROR ANTENNA

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

Abstract — For the nonlinear locator mirror antenna, the triple frequencies feed as three circular microstrip antennas with circular length about 0.2 of wavelength each, situated concentrically at one plane, was suggested in the paper.

ПРОВОЛОЧНАЯ АНТЕННА ВИВАЛЬДИ МЕТРОВОГО И ДЕЦИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНОВ ВОЛН

Юрцев О. А., Попов А. А.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Юрцев О. А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: yurtsev_o@mail.ru

Аннотация — Описывается конструкция антенны Вивальди для работы в диапазоне частот 50 — 800 МГц. Антенна выполнена из тонких проводников. Приводятся результаты численного исследования влияния геометрии на входное сопротивление и диаграмму направленности.

1. Введение

Антенны Вивальди описаны в многочисленных статьях и монографиях [1, 2 и др.]. Практически во всех публикациях рассматриваются плоские антенны Вивальди, выполненные в виде металлизации тонкого слоя диэлектрика и предназначенные для работы в диапазоне частот, больших 1000 МГц. Такая конструкция для работы на более низких частотах, особенно в метровом диапазоне волн, мало пригодна. В настоящем докладе приводятся результаты численного моделирования антенны Вивальди, выполненной из тонких проводников, которые могут быть расположены на облегченном каркасе. Численное моделирование выполнено в программе MMANA [3]. Геометрическая модель создавалась в дополнительной оригинальной программе.

2. Основная часть

Антенна схематически показана на рис.1.

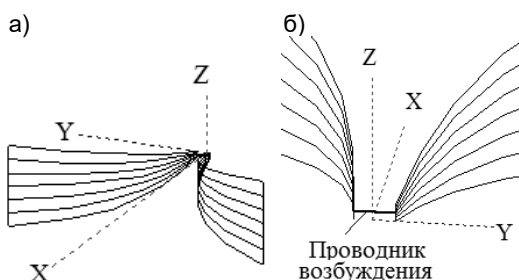


Рис. 1

Антенна возбуждается в центре проводника, который показан на рис.1-б. Плоскость XY — это Е-плоскость, плоскость XZ — это Н-плоскость.

Антенна характеризуется геометрическими параметрами: размерами вдоль осей X,Y,Z — $L_x=2250$ мм, $L_y=2922$ мм, $L_z=1870$ мм; числом проводников $N=11$; расстоянием между соседними проводниками в месте расположения возбуждающего проводника $D=7$ мм; диаметром проводников $R=10$ мм.

На рис. 2 показан зависимость коэффициента стоячей волны (КСВ) от частоты в линии с волновым сопротивлением $Z_0=150$ Ом. На рис.3 показана диаграмма направленности (ДН) в Е-плоскости на частотах 50, 450, 850 МГц. Аналогичные ДН и в Н-плоскости.

Коэффициент направленного действия (КНД) в диапазоне частот 100 — 850 МГц равен примерно 10 дБ и слабо зависит от частоты. В интервале частот 50 — 100 МГц КНД меняется в интервале 3 — 10 дБ.

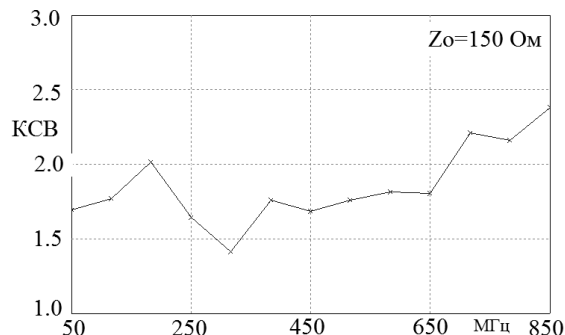


Рис. 2

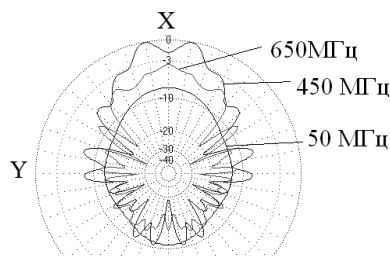


Рис. 3

3. Заключение

Описана проволочная антенна Вивальди с коэффициентом перекрытия по частоте, равным 16. Проведенный анализ показывает, что антенна примерно в 2 раза меньше логопериодической антенны для работы в том же диапазон частот.

4. Список литературы

- [1] Касаткина, Т. И. Антенна Вивальди для широкополосных систем связи / Т. И. Касаткина, Н. Н. Щетинин, И. Ю. Чепелев // Вестник Воронежского института ФСИР России. — 2016. — № 4. — С. 12 — 17.
- [2] Nikolaou, S. Conformal Double Exponentially Tapered Slot Antenna (DETSA) on LCP for UWB Applications / S. Nikolaou, J. Papapolymerou // IEEE Trans on AP. — 2006. — Vol. 54. — No. 6. — P. 1663 — 1668.
- [3] Гончаренко, И. В. Компьютерное моделирование антенн / И. В. Гончаренко. — М.: Радио Софт, 2002. — 77 с.

METER AND DECIMETER WAVES WIRE VIVALDI ANTENNA

Yurtsev O. A., Popov A. A.

Scientific adviser: Yurtsev O. A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Republic of Belarus

Abstract — Antenna Vivaldi structure for 50 — 800 MHz frequency range is described. Antenna is constructed of thin wires. The numerical investigation of geometry influence on input impedance and radiation pattern results are presented.

АНАЛИЗ СПЕКТРАЛЬНЫМ МЕТОДОМ РАССЕЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЫ РАМОЧНОЙ АНТЕННОЙ С ПЕРЕКЛЮЧАЕМОЙ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ

Юрцев О. А., Сухачевский П. В.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Юрцев О. А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: blanc_aigle@mail.ru

Аннотация — Излагаются результаты численного исследования рассеяния электромагнитной волны рамочной антенной с переключаемой поляризацией. Используется спектральный метод и метод моментов.

1. Введение

Изменение спектра широкополосного сигнала при его рассеянии объектом радиолокации может быть использовано для распознавания. Подобная задача в известных работах решается с использованием уравнений Максвелла в пространственно-временной форме записи [1]. Используется метод конечных разностей во временной области (КРВО). Задача решается также с использованием интегральных уравнений электродинамики, записанных в пространственно-временной форме [2]. В настоящей статье применен метод, описанный в работе [3]. Рассматривается задача рассеяния монохроматического сигнала тонко-проволочной моделью антенны. Численный анализ проведен с использованием интегрального уравнения Поклингтона [1] для тока в тонком проводнике.

2. Основная часть

Модель рамочной антенны с управляемой поляризацией описана в работе [5] и показана на рис.1. Расстояние между рамкой и рефлектором 0.5м. Падающая электромагнитная волна распространяется против оси Y. Положение передатчика сигнала совпадает с положением приемника. Поляризация падающей и отраженной волн вертикальная. Верификация численной модели описана в работе [6]. Огибающие рассеянных радиоимпульсов представлены на рис. 2 для двух значений сопротивления нагрузки (R_n) антенны ($R_n=0$ Ом) и 3 ($R_n=75$ Ом). Несущая частота зондирующего радиоимпульса $f_n=195$ МГц, длительность $\tau=5$ нс. Анализируемая полоса частот [100-300] МГц.

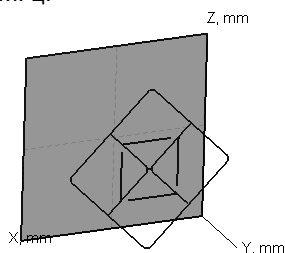


Рис.1

На рис. 2 изображены огибающие радиоимпульсов, рассеянные рамочной антенной с переключаемой поляризацией. Из рис. 2 следует, что огибающие рассеянных радиоимпульсов сильно отличаются между собой, для рамочной антенны, нагруженной на различные нагрузки, как по форме, так и по уровню. В огибающих рассеянных радиоимпульсах содержится информация для распознавания радиолокационной цели.

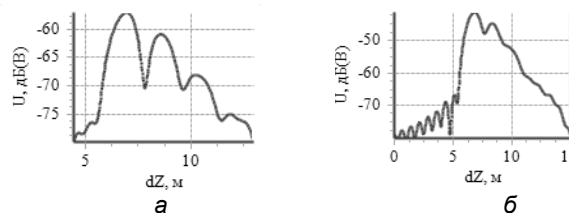


Рис. 2

3. Заключение

Огибающие радиоимпульсов, рассеянных от антенн с нагрузкой и без нагрузки, отличаются между собой. Эту особенность необходимо учитывать при расчете характеристик рассеяния антенн во временной области и анализе сигналов, отраженных от антенных систем радиолокационных станций. Информацию, содержащуюся в огибающих рассеянных радиоимпульсов, можно использовать для создания базы данных для распознавания радиолокационных целей.

4. Список литературы

- [1] Itoh, Tatsuo Time-Domain Methods for Microwave Structures : Analysis and Design / Tatsuo Itoh, Bijan Houshmand // IEEE Press. — 1998. — 527 p.
- [2] Mittra, Raj Computer Techniques for Electromagnetics / Raj Mittra. — Elmsford, NY. : Pergamon Press, 1973. — 416 p.
- [3] Юрцев, О. А. Рассеяние радиоимпульса линейным диполем / О. А. Юрцев, П. В. Сухачевский // III Всерос. науч.-техн. конф. «Электроника и Микроэлектроника СВЧ», СПб. : СПбГЭТУ, 2014. — С. 30 — 35.
- [4] Сухачевский, П. В. Характеристики рассеяния ракеты класса воздух-земля / П. В. Сухачевский // РТ-2016, Севастополь, 2016. — С. 48.
- [5] Кеда, В. В. Рамочная антенна с переключаемой поляризацией / В. В. Кеда, Ю. Ю. Бобков, О. А. Юрцев // ФИТПВП : матер. XIII междунар. науч.-техн. конф., 21 — 25 сент. 2015. — Казань : ООО «Новое знание», 2015. — С. 60 — 64.
- [6] Сухачевский, П. В. Рассеяние широкополосного сигнала объектом радиолокации / П. В. Сухачевский // X Всерос. конф. «Радиолокация и радиосвязь». Сб. трудов, ИРЭ им. В. А. Котельникова, РАН. — М., 2016. — С. 293 — 297.

SPECTRAL ANALYSIS OF SCATTERING OF ELECTROMAGNETIC WAVE OF LOOP ANTENNA WITH SWITCHABLE POLARIZATION

Yurtsev O. A., Suhachevskiy P. V.

Scientific adviser: Yurtsev O. A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, The Republic of Belarus

Abstract — The results of a numerical investigation of the scattering of an electromagnetic wave by a loop antenna with switchable polarization are presented. The spectral method and the method of moments are used.

ДВУХДЕТЕКТОРНЫЙ ВОЛНОВОДНО-ЩЕЛЕВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ ИЗМЕРИТЕЛЯ КОМПЛЕКСНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Афонин И. Л., Бугаёв П. А.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Афонин И. Л.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: pasha_ba@mail.ru

Аннотация — Предложена и исследована математическая модель двухдетекторного волноводно-щелевого преобразователя (ВЩП) для измерителей комплексных коэффициентов отражения (ККО) и комплексных коэффициентов передачи (ККО) элементов микроволновых трактов, которая отличается величиной фазового сдвига между ответвляемыми волнами, что упрощает и ускоряет процесс обработки измерительной информации.

1. Введение

Для построения измерителей комплексных параметров СВЧ устройств применяются волноводно-щелевые преобразователи (ВЩП) интерференционного типа с четырьмя, тремя и двумя детекторными головками [1, 2]. Наиболее конструктивно простыми и экономичными являются двухдетекторные ВЩП. В [1] рассмотрен такой преобразователь. При этом фазовый сдвиг между ответвляемыми волнами в этом ВЩП равен 90 градусов. Эти щели возбуждаются, поперечной и продольной составляющими вектора напряженности магнитного поля, фазовый сдвиг между которыми равен 90 градусов на любой частоте диапазона волновода.

Таким образом, целью работы является разработка метода построения измерителя ККО, выполненного на основе двухдетекторного ВЩП с 45° фазовым сдвигом между ответвляемыми волнами, позволяющим исключить отмеченные выше недостатки ВЩП с 90°-ным сдвигом.

2. Основная часть

Разработанный двухдетекторный преобразователь показан на рис. 1.

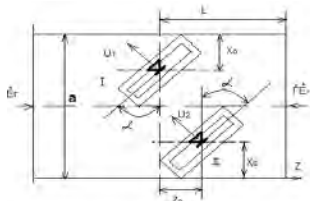


Рис. 1

Двухдетекторный преобразователь выполнен в виде отрезка волновода прямоугольного сечения с прорезанными в его широкой стенке двумя наклонными щелями, связывающими волноводы детекторных головок с основным трактом.

Топологической моделью микроволновой части измерителя ККО, построенного на базе двухдетекторного ВЩП, является ориентированный граф, отличающийся от изображенного в работе [1], только измененным фазовым сдвигом между волнами, ответвляемыми в волноводы детекторных головок. В результате решения графа получены выражения для напряжений U_1 и U_2 , снимаемых с диодов детекторных головок. Проведение калибровки измерителя по согласованной нагрузке дает возможность изме-

рить эти напряжения и получить калибровочные уравнения.

Калибровка позволяет исключить из уравнений, представляющих математическую модель исследуемого ВЩП, константы микроволновой части прибора.

Таким образом, результаты измерения напряжений с диодов СВЧ ВЩП при калибровках по согласованной нагрузке и короткозамыкателю и рассчитанные величины $\frac{4\pi L}{\lambda_B}$ позволяют определить два неизвестных параметра из четырех.

Проведя преобразования и решив систему уравнений, определим модуль Γ и аргумент φ ККО исследуемых волноводных устройств

$$\Gamma = \sqrt{X^2 + Y^2}, \quad \varphi = \arctg \frac{X}{Y} - \frac{4\pi L}{\lambda_B}.$$

3. Заключение

Таким образом, в работе:

- предложена и теоретически проанализирована математическая модель калибруемого двухдетекторного волноводно-щелевого преобразователя и измерителя ККО на его основе.

- разработан алгоритм определения модуля и аргумента ККО выхода генератора путем использования детекторных головок ВЩП и подвижного короткозамыкателя, что позволило исключить погрешность измерения параметров, обусловленную влиянием этого фактора;

- разработан алгоритм решения системы двух нелинейных уравнений с двумя неизвестными. При этом результаты решения уравнений получены в явном виде.

4. Список литературы

- [1] Афонин, И. Л. Измерители комплексных параметров волноводных устройств на основе двухканального двухдетекторного волноводно-щелевого преобразователя / И. Л. Афонин, П. А. Бугаёв, И. В. Лашенко // Научно-технический журнал Прикладная радиоэлектроника. — 2012. — Т. 11. — № 3. — Харьков : ХНУРЭ, 2012. — С. 401 — 407.
- [2] Патент 99989 (Украина). Измеритель комплексных параметров СВЧ устройств / И. Л. Афонин, Г. В. Боков, П. А. Бугаёв, В. В. Саламатин. — Опубл. в Бюл. И., 2012. № 20.

TWO-DETECT WAVEGUIDE-SHAPED TRANSMITTER FOR THE MEASURER OF COMPLEX PARAMETERS

Afonin I. L., Bugayov P. A.

Scientific adviser: Afonin I. L.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A mathematical model of a two-detector waveguide-slit transformer for complex reflectance (CCD) and complex transmission coefficients (CSC) elements of microwave path elements is proposed and investigated. The model differs in magnitude of the phase shift between the branched waves, which simplifies and accelerates the process processing of measurement information.

КОМБИНИРОВАННАЯ АНТЕННА ARGOS-3/GPS

Безгин А. А., Савочкин А. А.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: bezghinaa@gmail.com

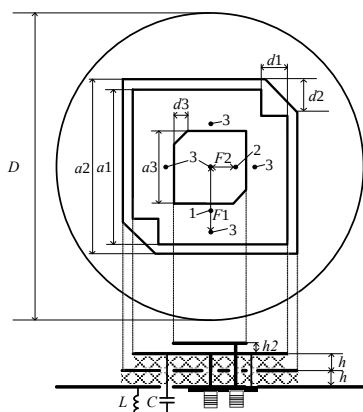
Аннотация — Рассмотрена комбинированная антенна круговой поляризации для спутниковой системы связи Argos-3 и системы позиционирования GPS.

1. Введение

В большинстве задач организации связи на мобильных платформах, наряду с использованием спутниковой связи стоит задача определения координат объекта. Для этого, рядом с антенной системы спутниковой связи устанавливают приемную антенну системы определения координат. Антенны оказывают совместное влияние друг на друга и ухудшают характеристики приема и излучения. Для устранения взаимного влияния создается комбинированная антенна. Антенна имеет два независимых входа: один вход предназначен для системы спутниковой связи, второй для приемника GPS. В качестве базовой антенны используем однозаходную двухчастотную антенну Argos-3 [1].

2. Основная часть

На рис. 1 показана схема комбинированной антенны, работающей в двух диапазонах Argos-3 и диапазоне GPS. К антенне Argos-3 сверху добавлен третий излучатель квадратной формы с обрезанными углами, настроенный на частоты GPS диапазона L1.



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

Рис. 1

Излучатель Argos-3 состоит из двух квадратных излучателей с размерами $a_1=158$ мм и $a_2=180$ мм и экрана диаметром $D=400$ мм. В качестве материала выбран двухсторонний фольгированный стеклотекстолит FR4 толщиной $h=4$ мм. Точка питания смещена от центра излучателя на расстояние $F_1=72$ мм. Вырезы верхнего излучателя имеют квадратную форму с размерами $d_1=14$ мм. Вырезы нижнего излучателя выполнены в виде треугольников со стороной $d_2=21$ мм.

Излучатель GPS квадратной формы со стороной $a_3=87,8$ мм расположен над верхним излучателем Argos-3 на высоте $h_2=5$ мм. Точка питания смещена от центра излучателя на расстояние $F_2=32$ мм. Вырезы нижнего излучателя выполнены в виде треугольников со стороной $d_3=14,5$ мм.

Для улучшения характеристик согласования излучателя GPS в состав антенны включены пять последовательных LC контуров настроенных на резонансную частоту GPS излучателя. На частоте GPS верхний излучатель Argos-3 соединён с экраном через LC контура и выступает экраном для излучателя GPS. На частоте Argos-3 LC контура имеют большое сопротивление и не оказывают влияние на характеристики. Номиналы контура рассчитаны в программе AWR 12 и равны $C=3$ пФ $L=3,8$ нГн.

Выполнено моделирование антенны в CAD FEKO. На рис. 2 представлена частотная зависимость KCB в диапазоне GPS для случая без LC контуров (линия 1) и с LC контурами (линия 2). На рис. 3 представлена частотная зависимость KCB в диапазоне Argos-3 для случая без LC контуров (линия 1) и с LC контурами (линия 2). Величина KCB меньше двух наблюдается в диапазонах 394 — 408 МГц, 455 — 470 МГц и 1566 — 1588 МГц.

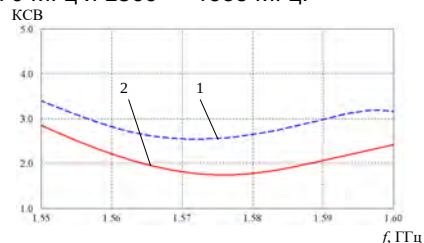


Рис. 2

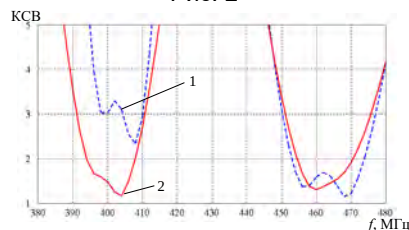


Рис. 3

3. Заключение

Разработанная комбинированная антенна Argos-3/GPS формирует слабонаправленное излучение круговой поляризации в трех частотных диапазонах. Введенные LC контура для улучшения характеристик согласования излучателя GPS также улучшают характеристики согласования и излучателей Argos-3.

4. Список литературы

- [1] Безгин, А. А. Двухдиапазонная антенна круговой поляризации / А. А. Безгин, А. А. Савочкин // Матер. МНТК «СВЧ техника и телекоммуникационные технологии», 4 — 10 сент. 2016. — М., Минск, Севастополь, 2016. — С. 1002 — 1008.

ARGOS-3/GPS ANTENNA

Bezgin A. A., Savochkin A. A.

Scientific adviser: Savochkin A. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A combined circular polarization antenna for the satellite communications system Argos-3 and the positioning system GPS are presented.

УЧЕБНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ ФАР В УЛЬТРАЗВУКОВОМ ДИАПАЗОНЕ

Байздренко А. А., Евтушенко Н. Г., Шереметьев К. С.

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

Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище им. П. С. Нахимова, Россия
E-mail: baizdrenko@mail.ru

Аннотация — В статье предложен вариант многофункциональной локационной системы на базе ультразвукового диапазона волн, позволяющей производить физическое моделирование радиолокационных систем различных типов. Особенностью разработанного подхода является возможность проведения широкого круга исследований по радиолокации с использованием цифровых методов формирования и обработки сигналов, что позволяет обучаемым программным способом варьировать алгоритмами обработки информации и проводить натурные эксперименты прямо в ходе занятий. Стенд построен на основе персональной ЭВМ сопряженной с микроконтроллерным вычислителем на базе микроконтроллера на платформе STM32.

1. Введение

Исходя из того, что принципы измерения координат целей радиолокационным способом и акустическим способом во многом схожи, то исследовать алгоритмы обработки сигналов можно более доступным и безопасным способом на ультразвуковых системах.

Известно, что при отладке сложных радиолокационных систем возможно применение метода физического моделирования путем замены радиолокационных волн на ультразвуковые волны.

Физика формирования и обработки сигналов практически идентичны, что позволяет разрабатывать и отлаживать алгоритмы обработки сложных радиолокационных систем в ультразвуковом диапазоне, не подвергая исследователя и обучаемых вредному электромагнитному излучению.

2. Основная часть

Работа стенда основана на принципе эхолокации. Излучатель прибора генерирует ультразвуковой (УЗ) импульс заданной частоты, длительности, внутриимпульсной модуляции, которые определяются программным способом с учетом физических ограничений аппаратуры. Отраженные сигналы оцифровываются и обрабатываются по алгоритмам задаваемым оператором стенда.

Натурное макетирование локационных систем в УЗ диапазоне волн, которое позволяет получать практические навыки и умения по созданию аппаратных средств и программного обеспечения для обработки сигналов в перспективных радиолокационных системах. В ходе исследований был создан лабораторный учебный стенд, имитирующий работу радиолокационных систем, который позволяет решать ряд задач:

1. Формирование зондирующего импульса с заданными характеристиками, прием, оцифровка, ввод в ЭВМ и обработка отраженного сигнала которые можно изменять программным способом.

2. Физически имитировать сложную мишенную обстановку в зоне работы УЗ локатора, включая отражения от подстилающей поверхности, динамические и статические цели и помехи.

3. Отрабатывать алгоритмы временной, частотной, амплитудной селекции целей и другие алгоритмы, повышающие помехозащищенность системы.

Структурная схема стенда приведена на рис. 1. Акустический излучатель по сигналам от микроконтроллера формирует зондирующий импульс на имитатор цели (мишень). Отраженный сигнал поступает в приемник, где он усиливается и поступает на АЦП и далее вводится в ЭВМ.

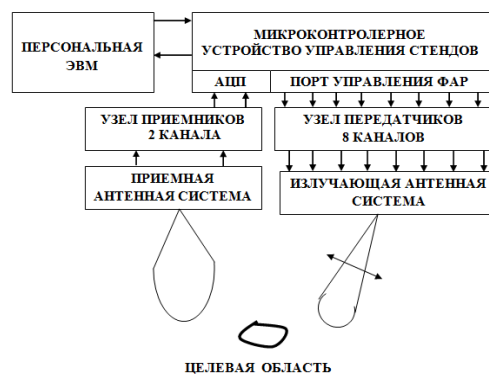


Рис. 1

Исследователь имеет возможность менять режимы работы на передачу и прием сигналов, алгоритмы обработки. Имеется возможность изменения конфигурации расположения антенных систем, что позволяет исследовать вопросы бистатической и просветной радиолокации,

3. Заключение

Современное развитие радиолокационной техники 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 эхолокатора с фазированной антенной решеткой для спецпрактикума по радиофизике / С. И. Муякшин // Открытое образование. — М. : Открытое образование, 2009. — № 5. — С. 53 — 58.

DEVELOPMENT OF TRAINING STEND FOR PHYSICAL MODELING OF RADAR SYSTEM OPERATION IN ULTRASONIC RANGE

Baizdrenko A. A., Evtushenko N. G., Sheremetiev K. S.

Scientific adviser: Baizdrenko A. A.

Black Sea Higher Naval School

Named After P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — The variant of a multifunctional location system based on an ultrasound range of waves, which makes it possible to perform physical simulation of different types of radar systems, are proposed in the paper.

ОБ ОТРАЖАЮЩИХ СВОЙСТВАХ ОБЪЕКТОВ В БИСТАТИЧЕСКИХ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Афонин И. Л., Дубина М. В.

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

E-mail: lemax89@rambler.ru

Аннотация — Рассмотрена методика расчёта эффективной поверхности рассеивания (ЭПР) объектов в случае просветной радиолокации, как частного случая бистатических радиолокационных систем, ее принципиальное отличие от расчета ЭПР объектов в моностатических РЛС. Приведены примеры получения энергетических преимуществ при обнаружении объектов в просветных РЛС.

1. Введение

В последнее время наметились тенденции использования радиолокационных систем с пространственно-разнесенными приемником и передатчиком. Это обусловлено, в первую очередь, растущими возможностями средств обработки принимаемой информации, требованиями к повышению помехозащищенности РЛС а также с возникновением новых классов воздушных целей с весьма низкой ЭПР (менее $0,1 \text{ м}^2$) — малоразмерные беспилотные летательные аппараты. В связи с этим, необходимость поиска новых методов обнаружения объектов, становится весьма актуальной.

2. Основная часть



Рис. 1

Просветный эффект возникает при случае расположения цели вблизи геометрической оси, соединяющей передающую и приемную антенны (рис. 1).

Эффективная поверхность рассеивания, в общем виде (как для моно- так и для бистатических РЛС) рассчитывается по классической формуле [1]:

$$\sigma_F(r_0) = 4\pi R^2 \left(\frac{|E_{sh}|^2}{|E_{inc}|^2} \right) = \frac{4\pi}{\lambda^2} \left| \int_{A_{sh}} \exp \left[j \left(\frac{2\pi}{\lambda} \right) \rho r_0 \right] dS \right|^2 \quad (1)$$

где ρ — радиус-вектор к произвольной точке апертуры, а r_0 — орт направленный на приемную позицию (Рис. 2). Из формулы (1) видно, что при углах $\beta \approx 180^\circ$, когда $r_0 \perp \rho$ ЭПР σ_F достигает своего максимума:

$$\sigma_F(0) = 4\pi \left(\frac{S_A}{\lambda} \right)^2 \quad (2)$$

где S_A — площадь апертуры A_{sh} , а λ — длина волны. Для ясности выражения (2) представим

$$\sigma_F(0) = G_A S_A,$$

где $G_A = 4\pi S_A / \lambda^2$ — усиление в направлении главного лепестка ДН синфазной апертуры с площадью S_A .

Резкое возрастание значения ЭПР цели в передней зоне называется эффектом переднего рассеивания.

Так, ЭПР переднего рассеивания $\sigma_F(0)$ [2] больше, чем геометрическая площадь апертуры A_{sh} в G_A раз. Если $S_A \gg \lambda^2$ тогда $G_A \gg 1$, и, соответственно $\sigma_F(0) \gg S_A$. Как результат, ЭПР переднего рассеивания может оказаться много больше, чем ЭПР моностатической РЛС. Например, для идеально прово-

дящей сферы радиусом $r_s = 20\lambda$ выигрыш составит на 42 dB больше, чем ЭПР при моностатической радиолокации. Энергетический выигрыш — около 15000 раз!

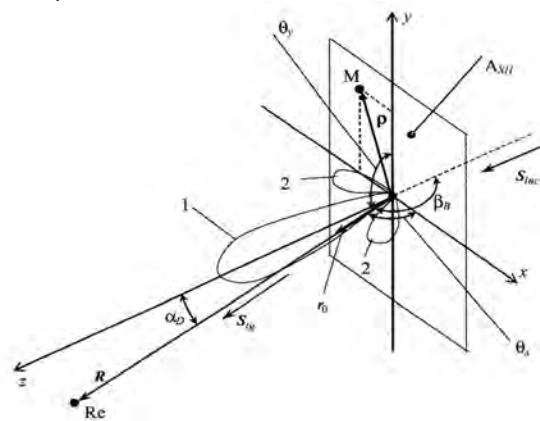


Рис. 2

Резкое возрастание значения ЭПР цели в передней зоне называется эффектом *переднего рассеивания*.

3. Заключение

Эффект переднего рассеивания делает возможным увеличить энергетические характеристики радиолокатора. Очень важно, что в этом случае невозможно уменьшить ЭПР цели применением антирадарных покрытий или использованием иных методов, традиционно используемых в моностатических РЛС.

4. Список литературы

- [1] Черняк, В. С. Многопозиционная радиолокация / В. С. Черняк. — М. : Радио и связь, 1993. — 416 с.
- [2] Cherniakov, M. Bistatic Radar : Principles and Practice / M. Cherniakov // The University of Birmingham. — 2007. — P. 397 — 399.

REFLECTIVE PROPERTIES OF THE OBJECTS IN BISTATIC RADAR SYSTEMS

Afonin I. L., Dubina M. V.

Scientific advised: Afonin I. L.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The method of calculation of the effective RCS of objects in the case of forward-scattering radar as a special case of bistatic radar system is considered. Its fundamental difference from the RCS of the objects in monostatic radar is discussed. The examples of obtaining energy advantages in the detection of objects in the forward scattering radar are given.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ УСТРОЙСТВА ДЛЯ БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ

Азаров А. А., Вильсон Н. Г., Широков И. Б.

Научный руководитель: д-р техн. наук, доц. Широков И. Б.
Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: andrej-azarov@bk.ru

Аннотация — Представлено моделирование микрополосковых систем, используемых для беспроводной передачи энергии.

1. Введение

На сегодняшний день актуальными являются проблемы в области беспроводной передачи энергии на расстояние. Особенно актуальным представляется передача энергии для зарядки аккумуляторов беспилотного летательного аппарата (БПЛА). Существует множество методик описанных в различных источниках. В общем случае их можно разделить на контактные и бесконтактные. Система беспроводной передачи энергии описана авторами в статье [1].

2. Основная часть

В данной статье описывается моделирование системы передачи энергии. Основные принципы функционирования описаны в статье [1]. Для оценки эффективности функционирования электромагнитных микрополосковых структур, было решено использовать характеристики: S_{11} — обратные потери, данный параметр, определяет уровень отражённого сигнала. Отражённый сигнал является источником помех для передаваемого сигнала. Также, для прямого определения эффективности функционирования системы, было решено учесть параметр обратный S_{11} — S_{12} . Данный параметр характеризует отношение отправленного сигнала к принятому, т.е. на прямую показывает количество рассеянной энергии в пространство. На рис. 1 показаны результаты моделирования указанных выше параметров для расстояния между направленными ответвителями в 15 мм.

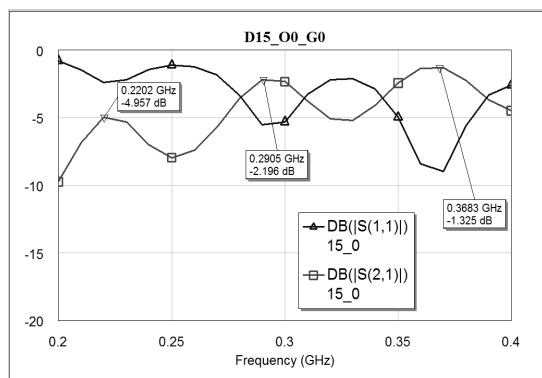


Рис. 1

На практике было реализовано моделирование систем с расстояниями между ответвителями от 5 до 30 мм, с шагом в 5 мм.

Также необходимо учесть, что на практике помимо вертикального сдвига между устройствами, имеет место сдвиг, связанный с изменением координаты оси Y. Данный сдвиг связан с наличием в среде функционирования, агрессивных условий, влияющих на стабилизацию БПЛА. Для проверки функциониро-

вания системы на таком уровне, было проведено моделирование системы с расстоянием между направленными ответвителями равным 10 мм и добавлением дополнительного сдвига — оффсетного. Из моделирования было определено, что оффсетный сдвиг имеет малое влияние на КПД системы при сдвигах порядка радиуса структуры. На рис. 2 изображены структуры в трехмерном формате, на расстоянии между структурами 10 мм и оффсетным расстоянием, равным 5 мм.

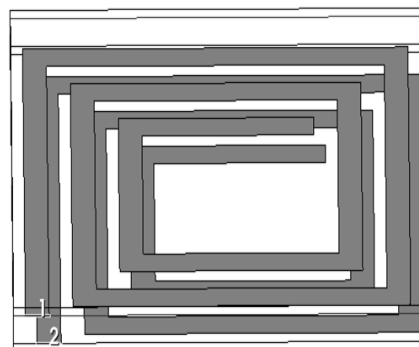


Рис. 2

Из полученного моделирования можно сделать вывод, что система функционирует и может быть использована на практике.

3. Заключение

Разработана и промоделирована система, состоящая из двух направленных ответвителей, результаты моделирования позволили продемонстрировать эффективность системы беспроводной передачи энергии для подзарядки аккумуляторных батарей. Актуальность проведенных исследований очевидна и устройства для беспроводной передачи энергии планируются к внедрению.

4. Список литературы

- [1] Беспроводная зарядка аккумуляторов БПЛА / А. С. Кузьмин, К. Д. Шевченко, А. А. Азаров, И. Б. Широков // Матер. 13-й междунар. молодежной науч.-техн. конф. «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникации «РТ-2017», Севастополь, 14 — 18 нояб. 2017. — Севастополь, 2017. — С. 66.

RESEARCH OF POWER PARAMETERS OF WIRELESS CHARGING DEVICE

Azarov A. A., Wilson N. G., Shirokov I. B.

Scientific adviser: Shirokov I. B.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — Modeling of microstrip systems used for wireless power transmission is presented.

МАЛОЭЛЕМЕНТНАЯ АНТЕННАЯ РЕШЕТКА ДЛЯ RFID

Щекатурин А. А., Белкин В. А.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: pulson2011@gmail.com

Аннотация — Проведено исследование влияния геометрических параметров разработанной антенной решетки на её входные характеристики и характеристики излучения. Разработана конструкция антенной решетки с коаксиальным возбуждением. Моделирование антенны выполнено в среде CAD Feko. Антенна может быть использована в системах радиочастотной идентификации средней дальности с пассивными метками.

1. Введение

В настоящее время широкое распространение получили системы радиочастотной идентификации. Радиочастотные метки используются практически во всех сферах деятельности человека от меток-липучек в супермаркетах до подкожных имплантов. Одной из систем радиочастотной идентификации является система автоматического контроля и управления объектами складского хранения. Такие системы являются системами среднего действия, как правило, в них используются дорогостоящие активные метки, подавляющее большинство из которых импортного производства. Применение пассивных меток в системе идентификации средней дальности в настоящее время практически не осуществляется. Использование направленных антенн в системах радиочастотной идентификации средней дальности позволит использовать пассивные радиочастотные метки.

В работе представлены результаты разработки и моделирования антенной решетки из печатных антенных элементов показан на рис. 1.

2. Основная часть

Общий вид двухэлементной антенной решетки из печатных антенных элементов показан на рис. 1.

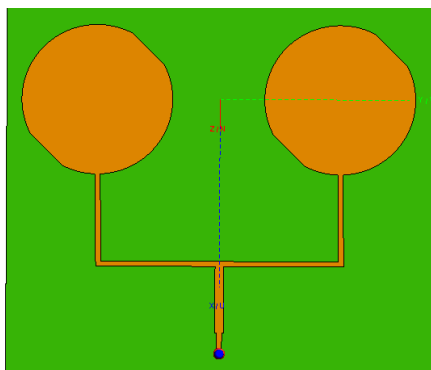


Рис. 1

Входное сопротивление антенной решетки 50 Ом. Для обеспечения согласования линии питания используется четвертьволновый трансформатор. Геометрические размеры микрополосковых линий рассчитаны с использованием утилиты TXLINE и составили: $L_{tr} = 47,926$ мм, $W_{tr} = 5,73$ мм. Размеры экрана: ширина 285 мм, длина 365 мм.

На рис. 2 изображена объемная диаграмма направленности решетки.

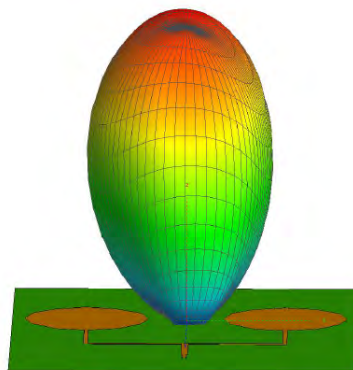


Рис. 2

Ширина ДН по уровню половинной мощности в плоскости элементов составила на частоте 905 МГц — $63,1^\circ$, при 915 МГц — $56,3^\circ$ и 925 МГц — $53,1^\circ$. Ширина ДН в ортогональной плоскости составила на частоте 905 МГц — $112,1^\circ$, при 915 МГц — $114,3^\circ$ и 925 МГц — $116,1^\circ$.

На рис. 3 показана зависимость активного (а) и реактивного (б) сопротивлений от частоты.

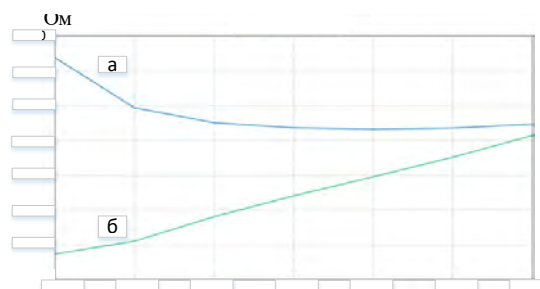


Рис. 3

3. Заключение

Таким образом, разработана двухэлементная антенная решетка с вращающейся поляризацией, имеющая ширину диаграммы направленности $56,3^\circ$ и $114,3^\circ$ в ортогональных плоскостях на средней частоте рабочего диапазона и изменяющуюся не более 13% в пределах рабочей полосы частот. КСВ антенны 1,2 в середине рабочего диапазона частот и не более 2 на крайних частотах.

ANTENNA ARRAY FOR RFID

Schekaturin A. A., Belkin V. A.,
Scientific adviser: Schekaturin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The influence of the geometric parameters of the developed antenna array on its input characteristics and radiation characteristics has been studied. An antenna array design with coaxial excitation has been developed. Antenna modeling was done in Feko CAD environment. The antenna can be used in medium range radio frequency identification systems with passive tags.

МИКРОПОЛОСКОВЫЙ ФАЗОВРАЩАТЕЛЬ

Щекатури́н А. А., Гарбуз А. В.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: pulson2011@gmail.com

Аннотация — Разработан сверхвысокочастотный четырехразрядный фазовращатель с переключающими элементами, выполненными на МЭМС (микроэлектромеханические системы). Представлены результаты моделирования разработанного дискретного фазовращателя.

1. Введение

Ключевыми устройствами систем фазированных антенных решеток (ФАР) являются фазовращатели, число которых в зависимости от назначения системы составляет от десятков до десятков тысяч в каждой антенной решетке.

В работе представлены результаты разработки четырехразрядного фазовращателя. В фазовращателе используется метод коммутации линий различной длины МЭМС-переключателями.

Фазовращатели на МЭМ элементах обладают рекордно низкой потребляемой мощностью, низкими СВЧ потерями, обеспечивают малые погрешности установки фазы и отсутствие амплитудной модуляции при переключении всех фазовых состояний [1].

2. Основная часть

Фазовращатель построен на базе техразрядного фазовращателя на МЭМС [2]. Внешний вид разработанного четырехразрядного фазовращателя показан на рис. 1

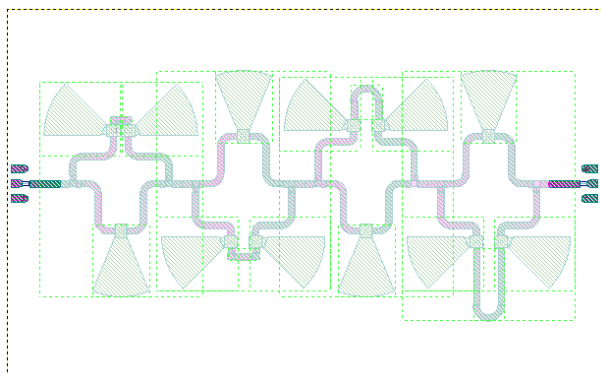


Рис. 1

Устройство имеет следующие фазосдвигающие звенья: $22,5^\circ$, 45° , 90° , 180° .

Моделирование работы фазовращателя выполнено в программе Microwave Office. При этом эквивалентная схема фазовращателя представлялась в виде соединения эквивалентных схем МЭМС переключателя емкостного типа, двух типов радиальных стабов — прямых и повернутых, базовой части фазовращателя и подсхем фазоформирующих цепей.

Во включенном состоянии МЭМС переключателя он имеет емкость 3 пФ, в выключенном — 0,001 пФ. Эквивалентная схема МЭМС переключателя содержит индуктивность вывода.

Было выполнено тестирование каждого звена в программе Microwave Office.

В частности, фазовые характеристики звена $22,5^\circ$ показаны на рис. 2.

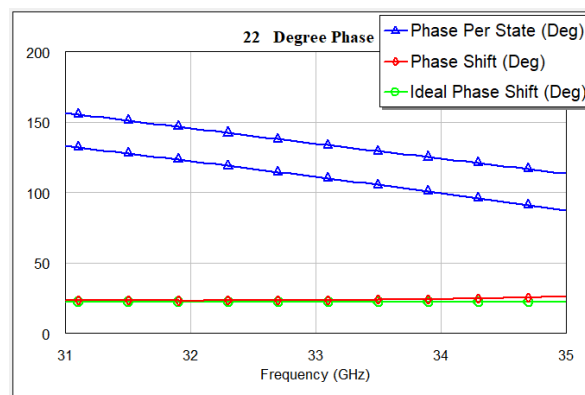


Рис. 2

На рис. 3 показаны потери в звене $22,5^\circ$.

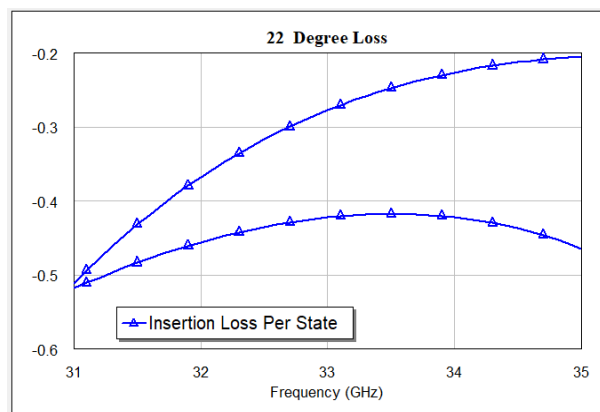


Рис. 3

3. Заключение

Таким образом, разработан четырехразрядный микрополосковый фазовращатель с переключающими МЭМС элементами, имеющий затухание не более 3,2 дБ и погрешность установки фазы на краю рабочего диапазона частот не более 35° .

4. Список литературы

- [1] Низкопотребляющие малогабаритные радиотехнические модули на основе микроэлектромеханических ключей / О. С. Бохов, Д. М. Космин, И. В. Котельников, А. Б. Козырев [и др.] // Биотехносфера. — 2011. — № 1 — 2(13 — 14). — С. 99 — 103.
- [2] Microwave Office [Электронный ресурс] / National Instruments. — Режим доступа: <https://www.awrcorp.com/ru/products/microwave-office>.

MICROSTRIP PHASE SHIFTER

Schekaturin A. A., Garbuz A. N.
Scientific adviser: Schekaturin A. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The microwave four-bit phase shifter with switching elements made on MEMS (microelectromechanical systems) was developed. The simulation results of the developed discrete phase shifter are presented.

ВИБРАТОР С J КОЛЕНОМ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ЗВЕНОМ

Щекатури́н А. А., Смекоду́б В. А.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: pulson2011@gmail.com

Аннотация — Проведено исследование влияния геометрических параметров разработанной проволочной вибраторной антенны с J коленом и дополнительным звеном на её входные характеристики и характеристики излучения. Разработана конструкция антенны с коаксиальным возбуждением. Моделирование антенны выполнено в среде CAD Feko. Разработанная антенна имеет уменьшенную ширину диаграммы направленности в горизонтальной плоскости по сравнению с антенной с J коленом без дополнительного звена. Антенна может быть использована в системах Wi-Fi.

1. Введение

В настоящее время широкое распространение получили Wi-Fi системы передачи данных, в которых используются, как правило, ненаправленные антенны.

Использование направленных антенн в таких системах позволит увеличить дальность связи.

Целью работы являлась разработка слаботочной направленной антенны с линейной поляризацией для диапазона частот 2,401...2,483 ГГц, согласованной с коаксиальной линией питания 50 Ом с уменьшенной шириной диаграммы направленности в вертикальной плоскости.

Для выполнения поставленной цели решены следующие задачи:

- проводится анализ полуволнового вибратора с J коленом;
- разрабатывается излучающий элемент антенны с дополнительным звеном;
- производится моделирование антенны в CAD Feko;

2. Основная часть

Распределение тока разработанной антенны с J коленом и дополнительным звеном показан на рис. 1.

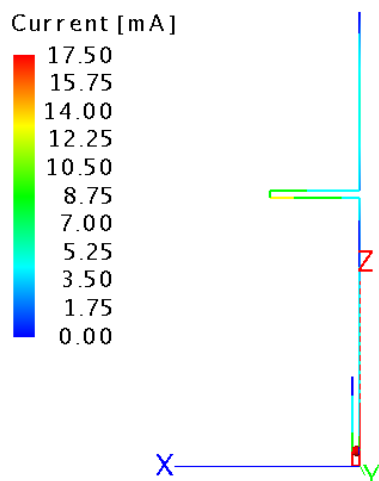


Рис. 1

Радиус провода, из которого изготовлен вибратор и J колено — 0,5 мм.

Нормированная диаграмма направленности полуволнового вибратора с J коленом и дополнительным звеном на средней частоте рабочего диапазона

частот в логарифмическом масштабе показана на рис. 2.

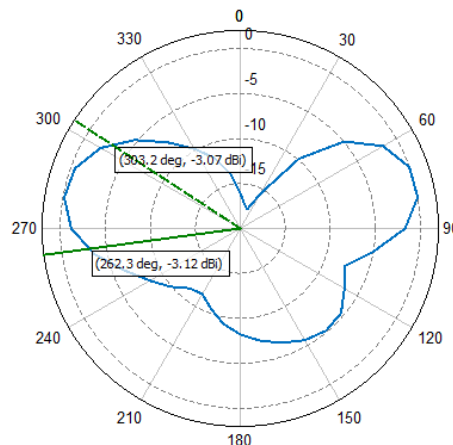


Рис. 2

Диаграмма направленности антенны слабо зависит от частоты в пределах рабочего диапазона частот, для средней частоты рабочего диапазона частот показана на рис. 3.

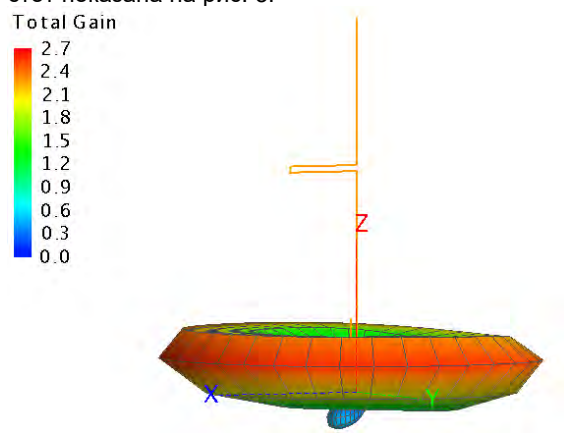


Рис. 3

3. Заключение

Таким образом, разработана антенна для Wi-Fi с шириной диаграммы направленности по уровню половинной мощности 41°.

DIPOLE ANTENNA WITH J-BEND AND ADDITIONAL LINK

Schekaturin A. A., Smekodub V. A.

Scientific adviser: Schekaturin A. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The influence of the geometrical parameters of the developed wire dipole antenna with the J-bend and an additional link on its input characteristics and radiation characteristics was studied. An antenna design with coaxial excitation has been developed. Antenna simulation was performed in CAD Feko environment. The developed antenna has a reduced width of the radiation pattern in the horizontal plane compared to an antenna with a J bend without an additional link. The antenna can be used in Wi-Fi systems.

НАПРАВЛЕННАЯ АНТЕННА ДЛЯ RFID

Щекатурин А. А., Ченцов А. Н.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: pulson2011@gmail.com

Аннотация — Разработана антенна линейной поляризации диапазона частот 902 — 928 МГц с увеличенной апертурой в Е-плоскости, за счет чего достигнуто уменьшение ширины диаграммы направленности в этой плоскости. Проведено экспериментальное исследование разработанной антенны. Антенна может быть использована в системах радиочастотной идентификации.

1. Введение

Уменьшение ширины диаграммы направленности антенны ридера в системах радиочастотной идентификации приводит к увеличению дальности обнаружения радиочастотных меток и повышению надежности их обнаружения за счет увеличения коэффициента усиления.

В работе представлены результаты разработки и моделирования антенны с увеличенной апертурой для RFID систем. Проведенное экспериментальное исследование подтвердило полученные теоретические результаты.

2. Основная часть

Объемная диаграмма направленности разработанной антенны в логарифмическом масштабе показана на рис. 1.

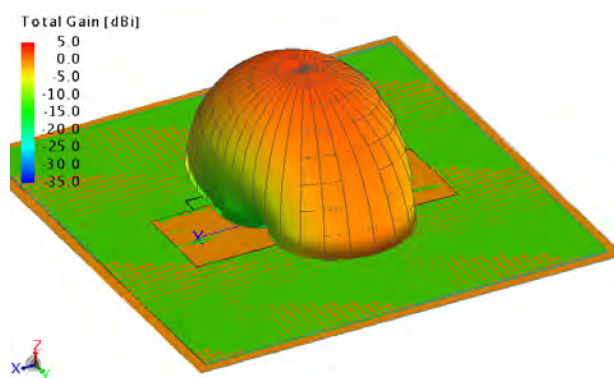


Рис. 1

На рис. 2 показано сечение диаграммы направленности в плоскости, проходящей через длинную ось антенны.

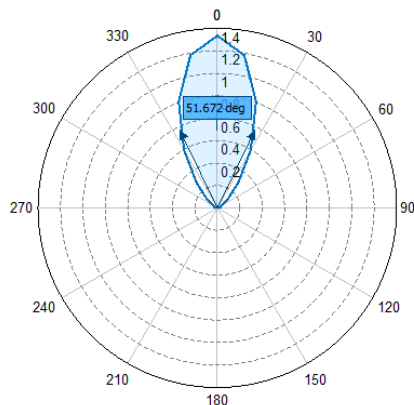


Рис. 2

Ширина диаграммы направленности в плоскости, проходящей через длинную ось антенны, равна 51° , ширина диаграммы направленности в перпендикулярной плоскости равна 161° .

Зависимость активной части входного сопротивления от частоты показана на рис. 3.

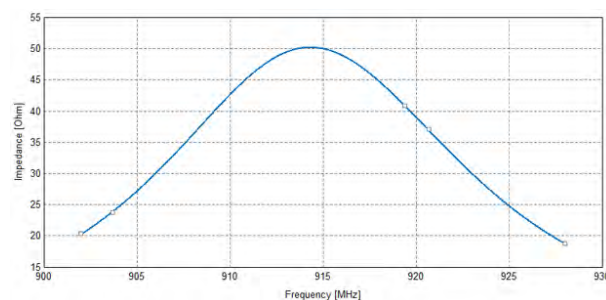


Рис. 3

Зависимость реактивной части входного сопротивления от частоты показана на рис. 4.

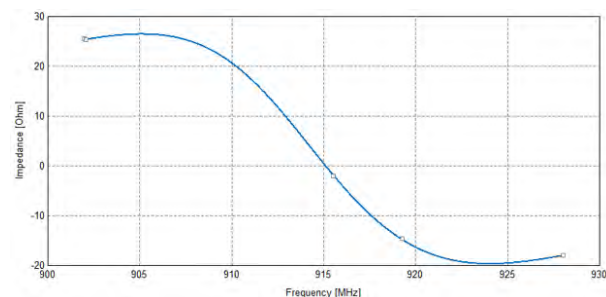


Рис. 4

Для уровня сигнала ридера 10 дБм расстояние обнаружения пассивной RFID метки составило 81 см, при уровне RSSI 62.

3. Заключение

Таким образом, разработана направленная микрополосковая антенна линейной поляризации, имеющая ширину диаграммы направленности в главных сечениях 51° и 161° на средней частоте рабочего диапазона. Экспериментальное исследование показало, что KCB на крайних частотах рабочего диапазона частот равен 2,05 и 2,01.

DIRECTED ANTENNA FOR RFID

Schekaturin A. A., Chencov A. N.

Scientific adviser: Schekaturin A. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The linear polarization antenna with a frequency range of 902 - 928 MHz with an increased aperture in the E-plane has been developed. The use of antenna with such aperture allows reduction in the width of the radiation pattern in this plane. The experimental study of the developed antenna was done. The antenna can be used in radio frequency identification systems.

ОРГАНИЗАЦИЯ АНТЕННОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ ВНЕШНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АНТЕНН АРМ КОСПАС-САРСАТ 406 МГц 2-ГО ПОКОЛЕНИЯ

Проценко М. Б., Сумеркин О. А., Хутро Л. А.
 Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Проценко М. Б.
Научно-исследовательский институт радио, Россия
E-mail: lashkova-larisa@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены требования, предъявляемые к аварийным радиомаякам (АРМ) 2-го поколения в части их антенных характеристик. Проведён анализ требований к антенной измерительной площадке для АРМ. Разработана конструкция для измерений внешних характеристик антенны АРМ.

1. Введение

Международная спутниковая система КОСПАС-САРСАТ (КС), была создана в 1979 году в целях эффективного и быстрого обнаружения сигналов бедствия на территории всей земной поверхности и океанов, включая полярные области на некоммерческой основе. В настоящее время система КС не имеет альтернативы, так как все остальные глобальные и региональные системы передачи сигналов являются коммерческими, используются как каналы передачи разнообразной информации, или имеют ограниченные районы действия.

В докладе приводится обзор требований к конфигурации антенных измерений, а также результаты разработки антенной измерительной площадки.

2. Основная часть

Источником аварийного радиосигнала в системе КС являются АРМ, работающие на частоте 406 МГц.

В настоящее время осуществляется активное построение и ввод в эксплуатацию средне-орбитальной спутниковой системы (СССПС) и АРМ 2-го поколения. Новая система имеет значительные преимущества перед низкоорбитальной (НССПС) и геостационарной (ГССПС) спутниковыми системами поиска и спасения 1-го поколения, которые эксплуатируются сейчас.

СССПС сможет использовать все преимущества существующих систем НССПС и ГССПС и минимизирует их ограничения путем ретрансляции аварийных сообщений и одновременным вычислением местоположения аварийного радиобуя в любом районе планеты практически в момент получения аварийного сигнала.

Тестирование АРМ 2-го поколения с целью подтверждения соответствия требованиям новых стандартов для СССПС требует существенной переорганизации рабочих мест по измерению параметров АРМ.

Одним из важнейших параметров, который измеряется при тестировании, является ЭИИМ антенной системы АРМ, которую необходимо измерить во всей верхней полусфере. Достаточный уровень ЭИИМ необходим для обеспечения уверенного приёма сигнала АРМ на спутниках СССПС и корректного вычисления местоположения терпящих бедствие.

Требования к параметрам антенной измерительной площадки приведены в таблице 1. Более подробная информация по конфигурации антенной площадки представлена в докладе.

В соответствии с требованиями разработана антенная измерительная площадка для измерений ха-

рактеристик антенн АРМ КС 2-го поколения. Разработанная антенная площадка показана на рис. 1.

Таблица 1

Параметр	Значение
Угол подъёма измерительной антенны	от 10 до 85°
Дискретность угла подъёма	5°
Угол вращения по азимуту	от 0 до 350°
Количество точек измерения при каждом угле подъёма	от 1 до 8



Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, проведён анализ требований к тестированию антенных параметров АРМ 2-го поколения. Результаты анализа позволили разработать рабочее место для измерений антенных характеристик аварийных радиомаяков.

4. Список литературы

- [1] Specification for second-generation COSPAS-SARSAT 406 MHz Distress Beacons C/S T.018. — Iss. 1. — Rev. 3, June 2018.
- [2] COSPAS-SARSAT second generation 406-MHz beacon type approval standard C/S T.021 Preliminary. — Iss. A. — June 2018.

ORGANIZATION OF ANTENNA TEST SITE FOR SGB ANTENNA CHARACTERISTIC MEASUREMENTS

Protsenko M. B., Sumerkin O. A., Hutro L. A.
 Scientific adviser: Protsenko M. B.

Radio Research and Development Institute, Russia

Abstract — General requirements to second generation beacons (SGB) concerning its antenna characteristics were considered. Requirements to SGB antenna measurements test site were analyzed. Construction for SGB antenna measurements was designed.

КОМПАКТНЫЕ ПЛАНАРНЫЕ ДВУХПОЛОСНЫЕ ФИЛЬТРЫ ДИАПАЗОНОВ ЧАСТОТ 2,4 и 5 ГГц

Головин В. В., Тыщук Ю. Н., Савинов В. В., Симонов И. А.
Научный руководители: канд. техн. наук, доц. Головин В. В., Тыщук Ю. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: ilyasimonov0@gmail.com

Аннотация — В САПР AWR Design Environment разработаны и исследованы модели двухполосных полосно-пропускающих фильтров диапазонов частот 2,4 и 5 ГГц.

1. Введение

В связи с широким применением беспроводных телекоммуникационных систем, важной задачей является разработка селективных систем, способных обеспечить работу в требуемых полосах частот. Выделение каждой из требуемых полос пропускания отдельным фильтром создаёт трудности при разработке мобильного пользовательского терминала.

В связи с этим ведутся активные разработки миниатюрных фильтров, позволяющие сформировать несколько полос пропускания, обеспечить высокое внеполосное ослабление и при этом сохранить небольшие габаритные размеры.

2. Основная часть

Рассмотрим модель фильтра на параллельно-связанных микрополосковых резонаторах. Структурная схема фильтра показана на рисунке 1. Он состоит из двух фильтров, настроенных на разную полосу пропускания.

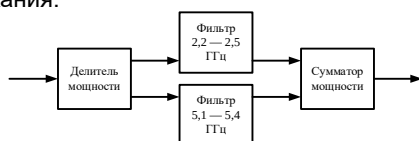


Рис. 1

На рисунке 2 представлена общая амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) системы из двух полосно-пропускающих фильтров.

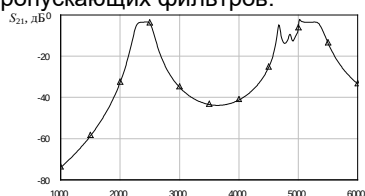


Рис. 2

На основании материалов публикации [1] рассмотрен фильтр на резонаторах со ступенчатым изменением сопротивления. Топология фильтра (а) и его АЧХ (б) представлена на рисунке 3. Характеристики фильтра приведены в таблице 1.

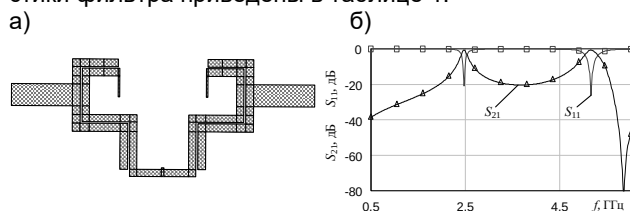


Рис. 3

К недостаткам АЧХ данного фильтра следует отнести внеполосное недостаточное ослабление на частотах 3 — 4 ГГц.

На основании материалов публикации [2] рассмотрена топология фильтра на кольцевых резонаторах, нагруженных шлейфами. Топология фильтра (а) и его АЧХ (б) представлена на рисунке 4. Характеристики фильтра приведены в таблице 2.

Таблица 1

Рабочая полоса частот, ГГц	2,39 — 2,53 5,0 — 5,3
Коэффициент отражения в полосе пропускания, дБ	–23 — –26
Габаритные размеры, мм	9,5×15

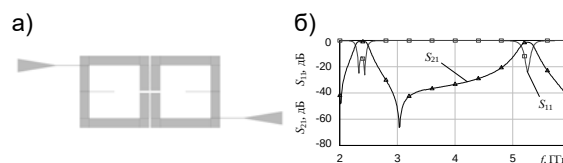


Рис. 4

Таблица 2

Рабочая полоса частот, ГГц	2,28—2,51 5,14—5,4
Коэффициент отражения в полосе пропускания, дБ	–23 — –26
Габаритные размеры, мм	9×18

3. Заключение

Проведенные исследования показали, что решение поставленной задачи на основе типовых однополосных фильтров оказалось неэффективным, что выразилось в неприемлемо больших габаритах и наличии искажений в суммарной АЧХ фильтра.

Сравнивая фильтр на резонаторах со ступенчатым изменением сопротивления (Ф1) и фильтр на кольцевых резонаторах, нагруженных шлейфами (Ф2), можно сделать выводы, что оба фильтра имеют небольшие размеры и обеспечивают качественное согласование в рабочих полосах частот; однако, АЧХ Ф2 имеет полюса ослабления на нижних, средних и верхних частотах и, как следствие, обеспечивает более высокое внеполосное ослабление.

4. Список литературы

- [1] Haiwen, Lie. Bandpass Filter Using Short-Circuited Stub-Loaded SIR / Lie Haiwen [et. al.] // Microwave Journal. — 2013. — P. 122 — 128.
- [2] Mabrouk, Mohamed Study and Enhanced Design of RF Dual Band Bandpass Filter Validation and Confirmation of Experimental Measurements / Mohamed Mabrouk, Leila Bousbia // Circuits and Systems. — 2011. — No. 2. — P. 293 — 296.

COMPACT PLANAR FILTERS FOR 2.4GHZ AND 5GHZ FREQUENCY RANGES

Golovin V. V., Tyschuk Y. N., Savinov V. V.,
Simonov I. A.

Scientific adviser: Golovin V. V., Tyschuk Y. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The models of two-band bandpass filters of frequency bands 2.4 and 5 GHz are developed and studied by the AWR Design Environment CAD.

НЕРЕГУЛЯРНАЯ МНОГОЗАХОДНАЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ СПИРАЛЬНАЯ АНТЕННА ДЛЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Головин В. В., Савинов В. В., Симонов И. А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Головин В. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: ilyasimonov0@gmail.com

Аннотация — Представлены результаты разработки антенны с круговой поляризацией, отличительными особенностями которой являются: ненаправленная в азимутальной плоскости диаграмма направленности (ДН) и узкая ДН в угломестной плоскости при смещении максимума излучения от линии горизонта на угол от 0 до 30°.

1. Введение

Рынок антенного оборудования, используемого в беспроводных сетях (*Wi-Fi*, *WiMax* и др.) представлен в основном антеннами с линейной поляризацией и заданными направленными свойствами. Так при размещении антенны в центре обслуживаемой зоны требуется сформировать круговую ДН и прижать ее к земле. Для этого применяются антенные решетки.

В работе рассматривается новая оригинальная конструкция спиральной антенны, которая позволяет получить требуемые характеристики, обеспечив при этом формирование круговой поляризации поля излучения. Возможность решения этой задачи показана в предыдущем нашем докладе [1]. Здесь предлагаются результаты моделирования в САПР *FEKO* характеристик антенны с учетом влияния элементов ее конструкции.

2. Основная часть

Исследуется конструкция нерегулярной четырёхзаходной цилиндрической спиральной антенны (Н4ЦСА), параметры которой выбраны на основе проведенного ранее анализа в [1].

Модель антенны содержит цилиндрический диэлектрический каркас. Проводник наматывается на диэлектрический каркас в виде проводящей ленты. Для подачи питания в диэлектрическом каркасе вырезаны прямоугольные отверстия. Порты соединяются с проводниками с помощью согласующих шлейфов.

Модель Н4ЦСА (а) и общий вид ее конструкции (б) показаны на рис. 1. На рис. 2 представлена ДН на частоте 2,45 ГГц. На рис. 3 показана в развернутом виде топология распределительного устройства.

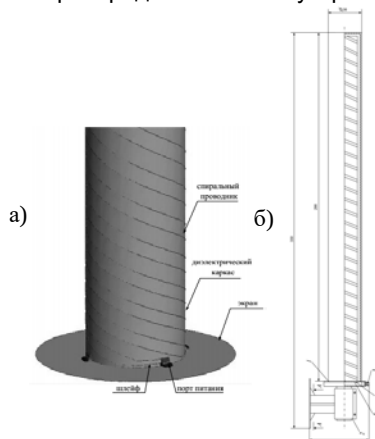


Рис. 1

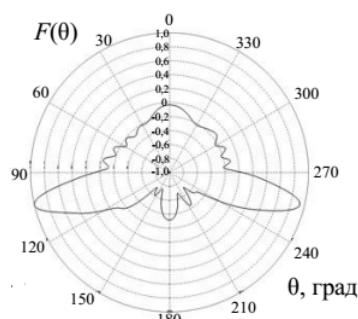


Рис. 2

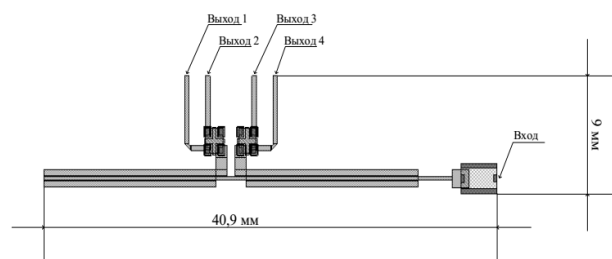


Рис. 3

3. Заключение

Показано, что разработанная Н4ЦСА с учетом элементов конструкции характеризуется:

- ненаправленной в азимутальной плоскости диаграммой направленности;
- в угломестной плоскости главный луч ДН отклоняется к земле на 10°—15°;
- поляризация поля излучения в главном лепестке ДН характеризуется значением коэффициента эллиптичности не менее 0,9.

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., 20 — 24 нояб. 2017. — Севастополь, 2017. — С. 128.

IRREGULAR MULTITURN HELICAL ANTENNA FOR TELECOMMUNICATION SYSTEMS

Golovin V. V., Savinov V. V., Simonov I. A.

Scientific adviser: Golovin V. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of the development of antenna with circular polarization are presented. The distinctive features of antenna are: non-directional in the azimuth plane radiation pattern (RP) and narrow RP in the elevation plane when the radiation maximum offsets from the skyline to the angles from 0° to 30°.

ШИРОКОПОЛОСНАЯ АНТЕННА КВ ДИАПАЗОНА

Тыщук Ю. Н., Кожемякин А. С., Говенько А. Г.

Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: alex_kozhemyakin@list.ru

Аннотация — Разработана дискоконусная антенна КВ диапазона. Проведены предварительные расчеты с использованием математической модели антенны, проведено моделирование антенны в САПР.

1. Введение

В настоящее время короткие волны (КВ) используются главным образом для связи на большие расстояния, по причине того, что ионосферной волной короткие волны могут распространяться на многие тысячи километров, причем для этого не требуется передатчиков большой мощности.

Ныне существующие антенны КВ диапазона имеют достаточно внушительные размеры, что является большим недостатком таких антенн.

Целью доклада является разработка широкополосной антенны КВ диапазона с уменьшенными линейными размерами.

2. Основная часть

Классическая дискоконусная антенна состоит из металлического конуса с диском на вершине. Ее относят к антеннам с верхним питанием, которые снабжены концевой емкостью в виде диска и конусообразным внешним проводником.

Используя цельный конус и экран дискоконусная антенна при моделировании показала бы хорошие характеристики, но на КВ диапазоне это невозможно, по причине дороговизны и массы самой антенны, поэтому такая конструкция применяются только в дециметровом диапазоне. В диапазонах коротких и метровых волн используются преимущественно «скелетные» формы.

Представленная широкополосная антенна КВ диапазона также является дискоконусную антенну состоящую в свою очередь из «диска» и «конуса». С целью уменьшения линейных размеров антенны «конус» был выполнен в виде набора проводов, скрученных в спиральную структуру и изогнуты к экспоненциальному виду и аппроксимированы до двух прямых.

Модель широкополосной антенны КВ диапазона была построена в САПР и приведена на рис.1.

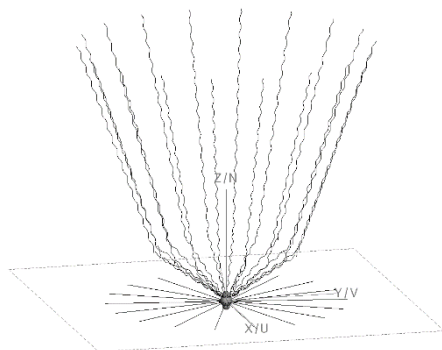


Рис. 1

Геометрия каждого из заходов антенны для «конуса» описывается соотношениями, приведенными в таблице 1.

Таблица 1

1-ая часть составной спирали	$x(\alpha) = R \frac{\alpha}{2\pi} \cos(\alpha N)$ $y(\alpha) = R \frac{\alpha}{2\pi} \sin(\alpha N)$ $z(\alpha) = L \frac{\alpha}{2\pi}$
2-ая и 3-я части составной спирали	$x(\alpha) = R \cos(\alpha N)$ $y(\alpha) = R \sin(\alpha N)$ $z(\alpha) = L \frac{\alpha}{2\pi}$

Примечание: R — радиус, L — высота, N — число витков, α — центральный угол, меняющейся в пределах $0 — 2\pi$.

После моделирования в САПР был выполнен расчет коэффициента стоячей волны для вышеописанной модели антенны и продемонстрирован на рис. 2

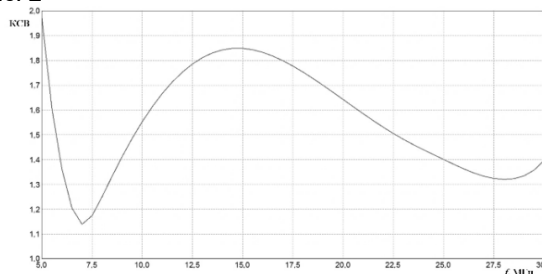


Рис. 2

3. Заключение

На основании исследования параметров дискоконусной антенны была построена модель и получены характеристики.

Для уменьшения линейных размеров широкополосной антенны КВ диапазона были предложены следующие меры: во-первых, провод излучателя изогнуть по форме экспоненты; во-вторых, изогнутый провод излучателя закрутить в спиральную форму; в-третьих, аппроксимировать полученный излучатель. Подобные геометрические преобразования позволили уменьшить габариты антенны. Полученная широкополосная антенна КВ диапазона работает диапазоне от 5 МГц до 30 МГц.

4. Список литературы

- [1] Orr, W. The Radio Handbook (The Low Frequency Discone) / W. Orr. — IN., 1970. — P. 488 — 489.
- [2] Nail, J. Designing Discone Antennas Electronics / J. Nail. — 1953. — P. 167 — 168.
- [3] Ротхаммель, К. Антенны / К. Ротхаммель, А. Кришке. — М.: ДМК Пресс, 2005. — Т. 1. — 416 с.

BROADBAND HF ANTENNA

Tyschuk Y. N., Kozhemyakin A. S., Govenko A. G.

Scientific adviser: Tyschuk Y. N.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The discone antenna SW of the range is developed. Predesigned with use of a mathematical model of the antenna are carried out, simulation of the antenna is carried out to a CAD.

РАЗРАБОТКА ИНТЕГРАЛЬНОГО МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯ ЕМКОСТНОГО ТИПА

Лысенко И. Е., Ткаченко А. В.

Научный руководитель: д-р техн. наук, доц. Лысенко И. Е.

Южный Федеральный Университет, Россия

E-mail: msqk@mail.ru

Аннотация — Разработана конструкция интегрального микроэлектромеханического переключателя (МЭМС) емкостного типа. Приведены результаты расчета значений управляющих напряжений, времени переключения и коэффициента передачи между входом и выходом при поднятой и опущенной мембране.

1. Введение

Из всего многообразия типов МЭМС переключателей наиболее распространенным является электростатический тип. Это обусловлено тем, что для его создания можно использовать технологию изготовления интегральных схем (ИС). Кроме того, МЭМС переключатели с электростатическим механизмом активации обладают меньшими размерами, более высоким быстродействием и потребляемой мощностью близкой к нулю, по сравнению с МЭМС переключателями с другими механизмами активации. Основным недостатком МЭМС переключателей электростатического типа являются высокие значения управляющих напряжений (до 80 В) и надежность, связанная с прилипанием подвешенных подвижных частей переключателя к неподвижным частям.

В докладе приводится разработанная конструкция интегрального МЭМС переключателя емкостного типа с низкими значениями управляющих напряжений, в которой учтены основные механизмы отказа работоспособности емкостных МЭМС переключателей.

2. Основная часть

На рис. 1 показана разработанная конструкция интегрального МЭМС переключателя емкостного типа.

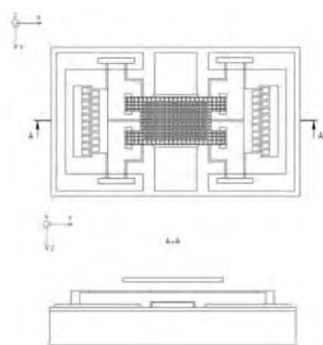


Рис. 1

Рассматриваемая в докладе конструкция интегрального МЭМС переключателя емкостного типа содержит дополнительные электроды смещения металлической мембраны, позволяющие реализовать механизм её высвобождения в случае прилипания к диэлектрическому слою, а также исключение произвольных срабатываний при коммутации высокочастотных (ВЧ) сигналов высокой мощности (свыше 100 мВт) и чувствительности к вибрациям, внешним ускорениям в положительном и отрицательном направлении осей X, Y, Z.

Результаты расчета значений управляющих напряжений и времени переключения приведены в таблице 1.

Таблица 1

$V_{см.}$	$V_{np.}$	$V_{уд.}$	$V_{возв.}$	$t_{пер.}$
1,2 мкВ	4,33 В	0,4 мкВ	0,35 В	45 мкс

На рис. 2 приведены результаты расчета прохождения ВЧ сигнала при: а) поднятой мембране; б) опущенной мембране.

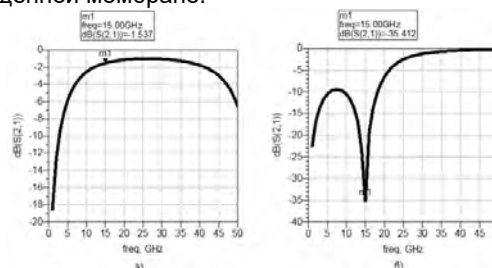


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, в разработанной конструкции интегрального МЭМС переключателя емкостного типа, электрическая принципиальная схема учитывает элементы развязки управляющего напряжения от ВЧ сигнала, а коэффициент передачи между входом и выходом составляет $-1,413$ дБ для поднятого положения мембраны и $-35,412$ дБ для опущенного положения мембраны на частоте 15 ГГц, что позволяет использовать представленный МЭМС переключатель в диапазоне частот 12 — 18 ГГц (Ku-диапазон) и соответствующих областях применения.

4. Источники финансирования и выражение признательности

Результаты исследования получены с использованием оборудования Студенческого конструкторского бюро «Элементы и приборы инерциальных навигационных систем робототехники» Института нанотехнологий, электроники и приборостроения Южного Федерального Университета (г. Таганрог) при финансовой поддержке «Программы развития Южного Федерального Университета до 2021 года» проект ВнГр-07/2017-10.

DEVELOPMENT OF INTEGRATED MICROELECTROMECHANICAL SWITCH OF CAPACITIVE TYPE

Lysenko I. E., Tkachenko A. V.

Scientific adviser: Lysenko I. E.

Southern Federal University, Institute of Nanotechnology, Electronics and Electronic Equipment Engineering, Russia

Abstract — The design of the integrated microelectromechanical switch of capacitive type is developed. The results of calculation of values of control voltages, switching time and the insertion loss on the up- and down-state of the membrane are given.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ФОТОННОЙ МИКРОПОЛОСКОВОЙ АНТЕННЫ

Паслён В. В., Семченко А. Ю.

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

Аннотация — Рассмотрена возможность применения микрополоскового излучателя, как части фотонной антенной системы. Приведены результаты моделирования микрополосковой антенны.

1. Введение

Наиболее перспективным направлением развития радиотехники, в частности телекоммуникаций, являются волоконно-оптические линии связи и радиолинии связи. Разработка и улучшение свойств фотонных антенн позволит повысить производительность радиотехнических систем. Главной задачей на данный момент является создание такого излучателя, который бы позволил максимально локализовать световое излучение.

2. Основная часть

Оптические антенны, как и их радиочастотные аналоги, предназначены для передачи информации и энергии между свободно распространяющейся электромагнитной волной и локализованным излучателем или поглотителем. Однако важно отметить, что функциональные возможности оптических антенн значительно превосходят возможности многих радиочастотных систем.

Фотонные антенны создают аномально большие градиентные электрические поля, сравнимые с внутриатомными полями, которые могут оказывать влияние на скорости излучения и поглощения атомов и молекул. Таким образом, проблема согласования импедансов в оптических антеннах является основополагающей при их проектировании. Модернизация конструкции оптических антенн направлена на оптимизацию передачи энергии между локализованным источником и свободным излучением.

В фотонной антенне в качестве фидерного тракта используется не коаксиальный кабель, а оптическое волокно, в связи с чем необходимо использовать фотоэлектронные компоненты, такие как лазеры и фотодиоды, для преобразования СВЧ сигнала в амплитудно-модулированный оптический сигнал и наоборот [1].

Важную роль в конструкции безусловно играет излучатель и принимающее устройства, в качестве которых, зачастую, используют микрополосковую антенну. СВЧ сигнал подводится к фотонной антенне с помощью одномодового оптического волокна в виде амплитудно-модулированного оптического сигнала. Излучателем фотонной антенны является прямоугольный Е-образный микрополосковой излучатель, который разработан для работы на частоте 5.6 ГГц и имеет полосу пропускания 750 МГц на уровне -10 дБ.

Подложка микрополоскового излучателя используется для крепления фотодиода, который припаивается к задней стороне излучателя таким образом, что фототок фотодиода может течь по микрополоску. Фотодиод, используемый в фотонной антенне, является высокоскоростным InGaAs/InP p-i-n фотодиодом с полосой пропускания 8 ГГц и чувствительностью 1 А/Вт на длине волны 1310 нм [2].

В программе электродинамического моделирования HFSS было проведено моделирование микрополосковой антенны с дальнейшим изучением характеристик её диаграмм направленности, а также определение оптимального расположения точки возбуждения излучателя. (рис.1).

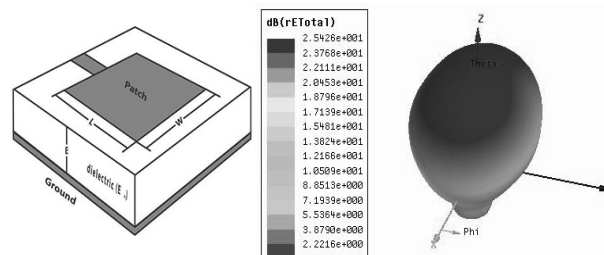


Рис. 1

3. Заключение

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод о том, что коэффициент передачи интегрированной фотонной антенны увеличивается для более высоких частот. Это объясняется монотонным увеличением активного входного сопротивления излучателя с частотой, что приводит к улучшению согласования с импедансом фотодиода. Таким образом эффективность интегрированной фотонной антенны может быть увеличена посредством оптимального выбора точки возбуждения микрополоскового излучателя с дальнейшей оптимизацией характеристик.

4. Список литературы

- [1] Гоголенко, Е. Ю. Всенаправленная активная фотонная антенна / Е. Ю. Гоголенко, В. В. Паслён // Матер. 7-ої міжнар. молодіжної наук.-техн. конф., Севастополь 11 — 15 квіт. 2011. — Севастополь : СевНТУ, 2011. — С. 221.
- [2] Mahdjoubi, Claude Active photonic forbidden band antenna / Claude Mahdjoubi // Microwave Photonics. — 2000. — P. 9 — 12.

SIMULATION AND INVESTIGATION OF THE INTEGRATED PHOTON PATCH ANTENNA

Paslen V. V., Semchenko A. U.,
Scientific adviser: Paslen V. V.

Donetsk National Technical University

Abstract — The possibility of applying a microstrip radiator as part of a photonic antenna system is considered. The results of modeling a patch antenna are presented.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АНТЕННОЙ СИСТЕМЫ ДЕЦИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА С БЫСТРОСМЕННОЙ ОРИЕНТАЦИЕЙ

Паслён В. В., Волобуев В. С.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Паслён В. В.
Донецкий национальный технический университет, г. Донецк
E-mail: ipe09@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрен вопрос модернизации современных антенных систем, посредством использования в директорной антенне типа волной канал несимметричного излучателя, в том месте, где распределение тока соответствует симметричному вибратору.

1. Введение

Корпоративные сети и системы связи — неотъемлемая часть инфраструктуры функционирования технологического процесса. Особую значимость приобретают корпоративные сети и системы связи в условиях, когда технологический процесс осуществляется на объектах, расположенных на обширной территории. Для организации связи эффективнее всего использовать радиоканал, который имеет ряд преимуществ: во-первых, короткий срок организации связи, во-вторых, в городах с плотной застройкой не всегда удобно и эффективно прокладывать кабельную линию, и последним пунктом, является экономическая эффективность. При этом важным условием для организации радиосвязи, является наличие прямой видимости между соединяемыми объектами.

2. Основная часть

Проектируемая антенна состоит из одного активного несимметричного вибратора, пассивных рефлектора и директора [1]. Частота антенной системы была выбрана 300 МГц. Общий вид антенны показан на рис. 1.

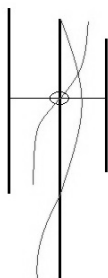


Рис. 1

Особенностью данной антенной системы является то, что используется несимметричный вибратор только в том месте, где распределение тока соответствует симметричному излучателю, что показано на рис. 2.

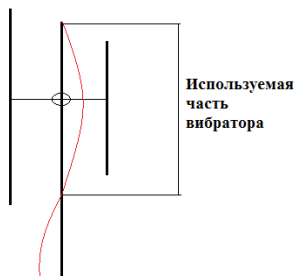


Рис. 2

В программном продукте MMANA-GAL [2], который предназначен для расчета и анализа антенн, была получена модель данной антенны, коэффициент усиления которой в точке своего максимума достигает до 7,2 дБ. Диаграмма направленности показана на рис. 3.

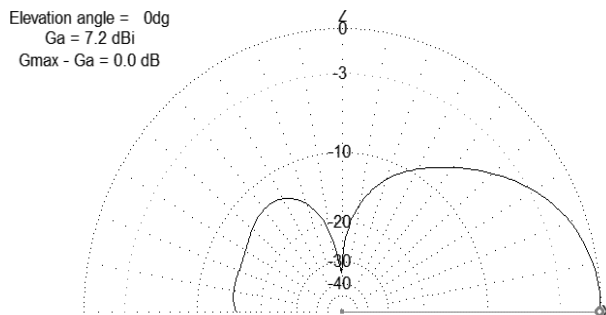


Рис. 3

Также возможно еще большее усиление электромагнитной волны антенны с помощью добавления дополнительных директоров. Для поворота антенны может использоваться любое опорно-поворотное устройство по азимуту.

3. Заключение

Таким образом, было произведено моделирование вибраторной антенны дециметрового диапазона. Получена модель антенны в ПО MMANA-GAL. Коэффициент усиления в точке своего максимума составил 7,2 дБ, что является очень хорошим результатом.

4. Список литературы

- [1] Марков, Г. Т. Антенны / Г. Т. Марков, Д. М. Сазонов. — М.: Энергия, 1975. — 528 с.
- [2] Гончаренко, И. В. Компьютерное моделирование антенн. Все о программе MMANA / И. В. Гончаренко. — М.: РадиоСофт, 2002. — 80 с.

ANTENNA SYSTEM DESIGN FOR ULTRA HIGH FREQUENCY WITH QUICK-CHANGE ORIENTATION

Paslyon V. V., Volobuev V. S.

Scientific adviser: Paslyon V. V.

Donetsk National Technical University, Donetsk

Abstract — The question of modernization of modern antenna systems is considered. The use for a Director antenna type wave channel of the radiator, which is powered as an asymmetrical vibrator (at the point when current distribution equal to symmetrical vibrator) is proposed.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАССЕЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН НА ОБЪЕКТЕ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

Преображенский А. П., Маркова М. А., Тамбовцев Г. А., Косых А. В.

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

Воронежский институт высоких технологий, Россия

E-mail: komkovvvt@yandex.ru

Аннотация — В работе проведено моделирование рассеяния радиоволн на объекте сложной формы. С использованием результатов работы можно определять характеристики материалов, расположенных на поверхности объекта.

1. Введение

Современные радиосистемы во многих случаях, помимо металлических, содержат поглощающие компоненты. В данной работе рассматривается алгоритм, связанный с оценкой радиофизических параметров локальных участков поверхности с поглощающими компонентами.

2. Основная часть

Измеряется некоторая величина Ω (она может быть угловой зависимостью ЭПР, или диаграммой обратного рассеяния (ДОР)). Формальным образом мы представляем ее как результат исполнения определенного оператора $\Omega: \Omega\{U, W[F, R(G, P)]\}$, где U — является множеством значений вектора условий наблюдения, W — показывает, какие существуют отражательные свойства у объектов при учете их геометрических форм F и определенного оператора R . Оператор R для общего случая является набором функциональных зависимостей G и на множестве параметров P происходит описание радиофизических свойств поверхностей объектов объекта.

Среди элементов множества P можно указать параметры, которые будут описывать зоны, где наносятся радиопоглощающие компоненты и их характеристики. Исходя из постановки задачи, необходимо дать оценку элементов множества P , основываясь на том, что мы знаем об Ω . Подход, позволяющий оценивать характеристики, состоит в том, что идет минимизация функции невязки Q , она определяет математическую модель расчета S с измеренной характеристикой Ω_0

$$\bar{P} = \min_{\Delta} Q\{\Omega_0(U), S\{U, W[F, R(G, P)]\}\}, \quad (1)$$

где Δ — является пространством допустимых значений по элементам множества P .

Оператор Ω в (1) может быть описан на базе математической модели, показывающей рассеяние электромагнитных волн (ЭМВ). Эту модель, например, можно реализовать на основе подходов, связанных с расчетом характеристик рассеяния ЭМВ, например, физической оптики, физической теории дифракции и др. При этом описание топологических свойств объектов осуществляется на базе метода простейших компонентов.

Для того, чтобы сформировать алгоритм, связанный с оценкой неизвестных параметров участков с поглощающими компонентами, на базе известной ДОР объекта функцию Q мы будем представлять в виде:

$$Q = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| 10 \lg \frac{\sigma_i(\vartheta_i, R)}{\sigma_{0i}(\vartheta_i)} \right|, \quad (2)$$

где σ_{0i} — является заданным (измеренным) значением ЭПР объекта (S_0), σ_i — является теоретической оценкой (результат использования оператора Ω).

В результате анализа выражений (1) и (2) можно утверждать, что задача минимизации Q для общего случая относится к задачам нелинейного программирования и будет многоэкстремальной.

Для того, чтобы решать такую задачу мы будем использовать метод сеток, в котором идет последовательное сужение области определяемых значений.

По участку сетки необходимо использовать метод золотого сечения.

Изучение работоспособности рассматриваемого подхода осуществлялась на примерах рассмотрения модельных задач по определению параметров однородных магнетодиэлектрических слоев, имеющих толщину d , они размещались на задней стенке двумерной поллой структуры при размерах апертуры a и длиной L , к краям апертуры этой поллой структуры под прямым углом пристыкованы двумерные полоски длиной A .

"Измеренные" ДОР получались с применением значений ЭПР, рассчитанных на базе решения задачи рассеяния ЭМВ на поллой структуре модальным методом, анализа задачи рассеяния на двумерных полосках при помощи метода физической оптики и решения задачи рассеяния на краях апертуры поллой структуры методом краевых волн.

Как результат были получены относительно точные оценки характеристик поглощающих компонент.

Было установлено, что когда размеры сетки будут 200×200 при решении двумерной оптимизационной задачи определенные для первого шага значения диэлектрической и магнитной проницаемостей характеризуются ошибкой, не более 55 %. Для второго шага — не более 15 %.

3. Заключение

Предложенный подход может быть обобщен для различных дифракционных структур.

4. Список литературы

- [1] Васильев, Е. Н. Возбуждение тел вращения / Е. Н. Васильев. — М. : Радио и связь, 1987. — 270 с.
- [2] Марков, Г. Т. Возбуждение электромагнитных волн / Г. Т. Марков, А. Ф. Чаплин. — М. : Радио и связь, 1983. — 295 с.

SIMULATION OF ELECTROMAGNETIC WAVES SCATTERING ON OBJECT OF COMPLEX SHAPE

Preobrazhenskiy A. P., Markova M. A.,

Tambovtsev G. A., Kosykh A. V.

Scientific adviser: Preobrazhenskiy A. P.

Voronezh Institute of High Technologies, Russia

Abstract — The simulation of radio wave scattering on a complex object is carried out. On the basis of the results of modeling, the possibility of determining the characteristics located on the surface of the object is shown.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛОСКОГО БИКОНИЧЕСКОГО ВИБРАТОРА

Чопоров О. Н., Самурханов К. С.

Научный руководитель: д-р. техн. наук, проф. Чопоров О. Н.

Воронежский институт высоких технологий, Россия

E-mail: komkovvvt@yandex.ru

Аннотация — В работе на основе численного моделирования исследованы излучающие свойства биконического вибратора. Приведены нормированные диаграммы направленности плоского биконического вибратора.

1. Введение

Биконический вибратор представляет собой сверхширокополосную антенну, ее можно применять как основной компонент в плоских антенных решетках. В работе исследованы некоторые характеристики биконического вибратора.

2. Основная часть

Геометрия рассматриваемого плоского биконического вибратора, возбуждаемого электрическим диполем, расположенным в его зазоре, поясняется рис. 1.

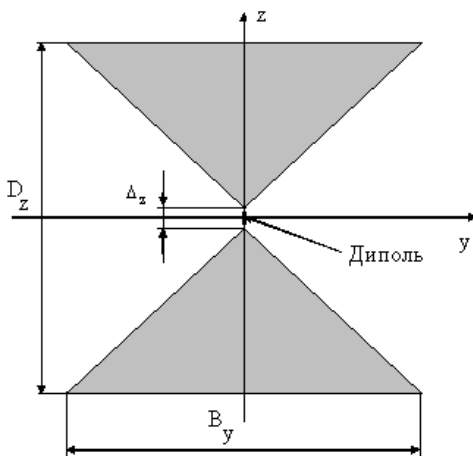


Рис.1

Для расчета характеристик был использован метод интегральных уравнений [2, 3].

На рис. 2 показаны нормированные диаграммы направленности (ДН) в Н- плоскости на частотах 1 ГГц, 5 ГГц и 8 ГГц плоского биконического вибратора с размерами $D_z = B_y = 18$ мм, $\Delta_z = 0.5$ мм.

Видно, что на всех частотах максимум излучения приходится в направлении нормали к плоскости вибратора; степень неравномерности диаграммы направленности в Н- плоскости увеличивается с ростом частоты (1.15 дБ на частоте 1 ГГц и 2.25 дБ на частоте 8 ГГц), при этом уменьшается ширина главного лепестка и растет коэффициент направленного действия антенны.

Ширина диаграммы направленности плоского биконического вибратора в Е- плоскости также уменьшается с ростом частоты, при этом степень направленности антенны в Е- плоскости существенно выше, чем в Н- плоскости (где диаграмма направленности является квазиизотропной), как видно из предыдущего рисунка.

В работе рассмотрена также модель плоского биконического вибратора, расположенного на расстоянии Δ_x от идеально проводящего экрана бесконечных размеров, основанная на использовании

принципа зеркальных изображений электродинамики.

Было также выяснено, что плоские биконические вибраторы, расположенные над металлическим экраном, удобно объединять в линейные (с веерной диаграммой направленности) и плоские (с игольчатой диаграммой направленности) антенные решетки, состоящие из четырех элементов.

В данном случае легко получить величину входного сопротивления подобных решеток 50 Ом в полосе частот с почти трехкратным перекрытием уровня КСВН ≤ 4 , а коэффициент усиления в ней может составлять 4 — 12 дБ.

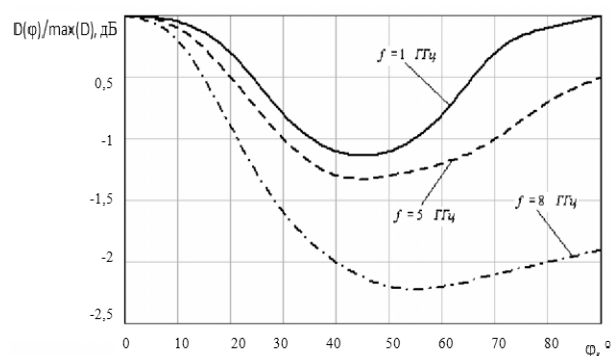


Рис.2

3. Заключение

В настоящей работе показано, что метод интегральных уравнений электродинамики может быть использован для построения модели анализа направленных свойств плоских биконических вибраторов, находящихся в свободном пространстве и расположенных над идеально проводящим экраном.

4. Список литературы

- [1] Сверхширокополосные антенные решетки на основе печатных биконических вибраторов с металлическим экраном / В. Б. Авдеев, А. В. Ашихмин, А. В. Бердышев, Ю. Г. Пастернак [и др.] // Антенны. — 2005. — № 7. — С. 8.
- [2] Болучевская, О. А. Свойства методов оценки характеристик рассеяния электромагнитных волн / О. А. Болучевская, О. Н. Горбенко // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. — 2013. — № 3(3). — С. 4.
- [3] Косилов, А. Т. Методы расчета радиолокационных характеристик объектов / А. Т. Косилов, А. П. Преображенский // Вест. Воронеж. госуд. техн. ун-та. — 2005. — Т. 1. — № 8. — С. 68 — 71.

MODELLING OF FLAT BICONICAL VIBRATOR

Choporov O. N., Samurkhanov K. S.

Scientific adviser: Choporov O. N.

Voronezh Institute of High Technologies, Russia

Abstract — The radiating properties of the biconical vibrator are investigated on the basis of numerical simulation. A normalized patterns of flat biconical vibrator are given.

ПАРАБОЛИЧЕСКАЯ АНТЕННА КУ-ДИАПАЗОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТАМАТЕРИАЛА

Иванов А. В.

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Россия

E-mail: andrey_ivanov90@mail.ru

Аннотация — В данной работе было проведено 3D-моделирование параболической двухзеркальной антенны в диапазоне частот 11 — 12,7 ГГц. Выполнен расчет основных электродинамических параметров, а также рассмотрены возможности применения к антенне метаматериала.

1. Введение

В последнее время значительно растет интерес к использованию метаматериалов в радиотехнических приложениях. Рост исследований в области антенных конструкций на основе метаматериалов должен неизбежно привести к качественным изменениям параметров технических решений и серийный изделий на их основе.

2. Основная часть

Анализируемая антенная система состоит из двухзеркальной антенны, выполненной по схеме Кассегрена. Данная схема включает в себя две отражающие поверхности — софокусные параболоид и гиперboloид, а также облучатель (рупор), который устанавливается во второй фокус гиперboloида (рис. 1). Синфазность поля в раскрыве обеспечивается равенством всех расстояний по ломаной линии от фокуса до раскрыва.

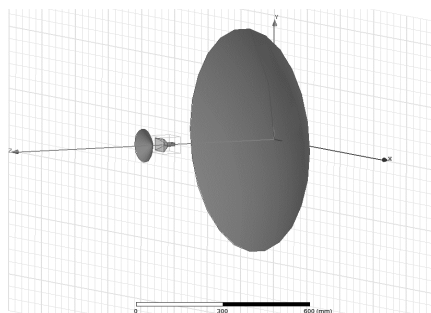


Рис. 1

На рис. 2 представлен сводный график диаграмм направленности в плоскостях E(красный) и H(темный). График построен согласно формулам:

$$f_3 = F \frac{e+1}{e-1} = 5074 \text{ мм},$$

$$\rho_\psi = \frac{d}{4} \cdot \frac{\cos \frac{\psi_0 + \varphi_0}{2}}{\sin \frac{\psi_0}{2} \cdot \cos \frac{\varphi_0}{2}} = 150 \text{ мм},$$

где f_3 — фокусное расстояние эквивалентного параболоида; F — фокусное расстояние большого зеркала (или параболоида); e — эксцентриситет; ρ_ψ — расстояние до второго фокуса гиперboloида; d — диаметр раскрыва малого зеркала (гиперboloида); ψ_0 — угол раскрыва большого зеркала; φ_0 — угол раскрыва малого зеркала.

График находится в хорошем соответствии с рассчитанными теоретическими параметрами. Ширина диаграммы направленности по уровню -10 дБ составляет 50° . Это удовлетворяет техническим требованиям к антенной системе.

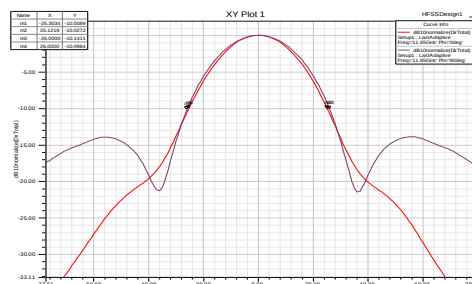


Рис. 2

Метаматериалы — это искусственно сформированные и особым образом структурированные среды, обладающие электромагнитными свойствами, сложно достижимыми технологически либо не встречающимися в природе [1].

В данной работе рассматриваются плоские линзы на основе метаматериала с нулевым индексом преломления, размещение которых в раскрыве пирамидального рупора (рис. 3) позволяет повысить его коэффициент усиления более чем на 2 дБ в диапазоне частот 16,1 — 17,3 ГГц. Линза представляет собой набор из трех слоев медных решеток с квадратными ячейками.

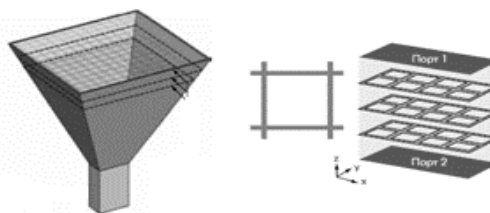


Рис. 3

3. Заключение

Таким образом, в работе:

— на базе программы HFSS Ansoft проведено моделирование антенной системы, в ходе которого получены основные характеристики, в частности ДН.

— показаны основные свойства метаматериалов и их применение в антенной технике, в частности, для рупорных облучателей.

4. Список литературы

- [1] Слюсар, В. Метаматериалы в антенной технике: история и основные принципы / В. Слюсар // Электроника. НТБ. — 2009. — №. 7. — С. 70 — 79.

PARABOLIC KU-BAND ANTENNA WITH METAMATERIAL

Ivanov A. V.

HSE, Russia

Abstract — 3D modeling of the Ku-band parabolic two-mirror antenna 11 — 12.7 GHz was carried out. The calculation of main parameters was done. Also, the main advantages of using metamaterials in antenna technology were considered.

ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОЛУЧЕВЫХ ФОКАЛЬНЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК ДЛЯ ВЫСОКОТОЧНЫХ ДИСТАНЦИОННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ОКЕАНА СО СПУТНИКА

Ивашина М. В., Юпиков О. А.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Ивашина М. В.

Технический университет Чалмерса, Швеция

E-mail: oleg.iupikov@chalmers.se

Аннотация — Рассмотрено применение фокальных антенных решёток на спутниковом радиометре для дистанционных измерений параметров океана; разработан алгоритм формирования лучей для повышения точности измерений, и рассчитаны характеристики радиометра с такой решеткой.

1. Введение

В настоящее время СВЧ радиометры, работающие на частотах порядка 1 — 20 ГГц, имеют низкую пространственную разрешающую способность, невысокую точность измерения шумовой температуры поверхности океана, и не позволяют измерять параметры прибрежных вод [1]. Это является следствием сложностей реализации узкой диаграммы направленности (ДН) антенны радиометра с низким уровнем кросс-поляризации и бокового излучения.

В данной работе предлагается использовать плотные антенные решетки в качестве фидера рефлекторной антенны, вместе со специально разработанным цифровым формирователем ДН, чтобы обойти указанные ограничения.

2. Основная часть

Рассмотрено два типа радиометров, показанных на рис. 1: (а) конический сканнер, где один или несколько лучей сканируют механически, и (б) «pushbroom»-конфигурация, в которой формируется множество электрически-сканирующих лучей одновременно.

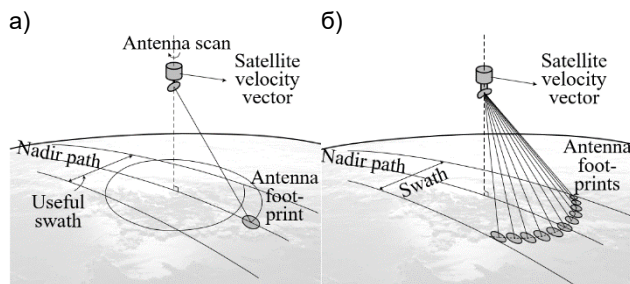


Рис. 1

Расположение антенных решеток в фокальной плоскости рефлекторных антенн, а также рассчитанное амплитудное распределение фокального поля за счет падающей плоской волны, показаны на рис. 2.

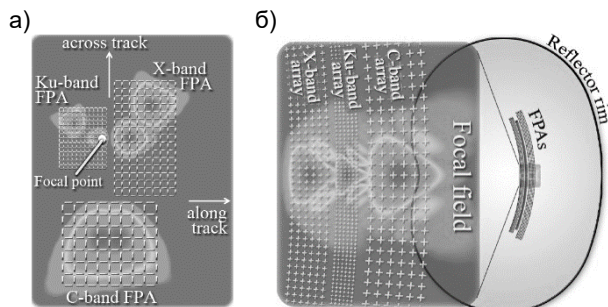


Рис. 2

Весовые коэффициенты (коэффициенты возбуждения) элементов решетки вычисляются исходя из требования низкого уровня кросс-поляризации и бокового излучения ДН, максимизируя отношение мощности ко-поляризованной компоненты, содержащейся в главном лепестке, к общей мощности излучения антенны [2].

Пример улучшения ДН для «pushbroom»-радиометра на частоте 18,7 ГГц показан на рис. 3, где ДН (а) соответствует случаю, когда рефлекторная антенна запитывается рупорной антенной, а ДН (б) — антенной решеткой с оптимальными весовыми коэффициентами.

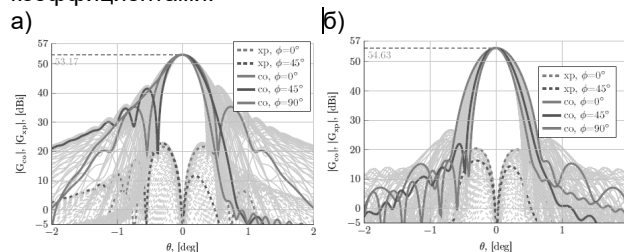


Рис. 3

3. Заключение

Таким образом, использование плотных фокальных антенных решеток в спутниковых радиометрах позволяет значительно улучшить характеристики последних, по сравнению с радиометрами, используемыми в настоящее время.

4. Список литературы

- [1] Iupikov, O. A. Multibeam Focal Plane Arrays With Digital Beamforming for High Precision Space-Borne Ocean Remote Sensing / O. A. Iupikov, M. V. Ivashina, N. Skou [et. al.] // IEEE Transactions on Antennas and Propagation — 2015. — Vol. 66. — No. 2 — P. 737 — 748.
- [2] Iupikov, O. A. An optimal beamforming algorithm for phased-array antennas used in multi-beam spaceborne radiometers / O. A. Iupikov, M. V. Ivashina, K. Pontoppidan [et. al.] / 9th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP), Lisbon, Portugal, Apr. 13 — 17, 2015. — P. 1 — 5.

EMPLOYMENT OF FOCAL PLANE ARRAYS FOR HIGH PRECISION SPACE-BORNE OCEAN REMOTE SENSING

Ivashina M. V., Iupikov O. A.

Scientific adviser: Ivashina M. V.

Chalmers University of Technology, Sweden

Abstract — Employment of dense focal plane arrays is considered for the application of space-borne microwave passive radiometers for ocean remote sensing. Focal plane arrays and a dedicated beamforming algorithms are developed, and the resulting radiometric performance characteristics are evaluated, showing a clear advantage of the proposed solution over currently flying radiometers.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗЛУЧАТЕЛЯ НА ОСНОВЕ МИКРОПОЛОСКОВОЙ КРУГОВОЙ МЕАНДР-ЛИНИИ ДЛЯ СИСТЕМЫ RFID

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 — В докладе рассматривается малогабаритный микрополосковый излучатель на основе круговой меандр-линии для системы радиочастотной идентификации диапазона частот 866 — 915 МГц.

1. Введение

В СВЧ и микроволновом частотных диапазонах взаимодействие между считывателем и радиочастотной меткой RFID-систем осуществляется только с помощью электромагнитной связи.

В системах RFID обычно нет фиксированной взаимной ориентации между антенной мобильного транспондера и антенной считывателя. Это может привести к случайным изменениям дальности считывания, которые имеют случайный характер. Данную проблему можно решить путем использования в антенне считывателя круговой поляризации.

2. Основная часть

Антенна круговой поляризации обеспечивает равномерное считывание меток с произвольной ориентацией.

В системах RFID, работающих в дальней зоне, чаще всего используют резонансные антенны. Соотношение размера антенны и длины излучаемой волны сильно влияет на характер входного импеданса. Самым лучшим соотношением между размерами антенны и длиной волны является примерное равенство длины или периметра антенны и длины излучаемой волны.

При соблюдении этого равенства реактивная часть сопротивления излучения минимальна, а активная стремится к своему максимальному значению. Следовательно, антенна начинает работать как резонатор, тем самым излучая эффективнее.

Поставленная задача реализуется на основе микрополосковой антенны типа меандр-линия. На рис. 1 представлены варианты топологии антенн на основе круговой меандр-линии с различной периодичностью структуры. Антенна для RFID системы выполнена на основе диэлектрика с относительной диэлектрической проницаемостью равной 5,6 с расположенным на ней проводником, выполненным в виде микрополосковой линии кольцевой формы, внешний диаметр которого равен λ/π , где λ — рабочая длина волны.

Излучатель имеют внешний диаметр 110 мм, внутренний 83 мм, при ширине микрополоскового проводника 4,5 мм. Ширина проводника выбиралась исходя из расчетов, проведенных в программе TXLine в пакете программ AWR Design Environment.

Антенна позволяет обеспечить возможность получения осевого излучения с круговой поляризацией для микрополосковой структуры, обладающей габаритными размерами, значительно меньшими резонансной длины волны, что позволяет создать антенну для идентификации радиочастотных меток диапазона 866 — 915 МГц [1].

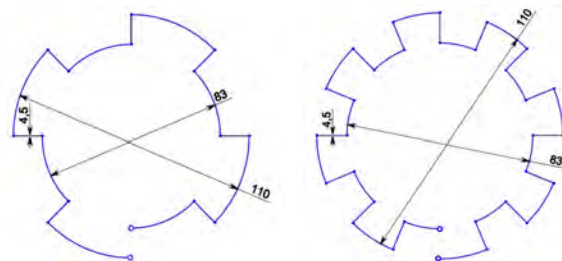


Рис. 1

Моделирование структуры проводилось в пакете электродинамического моделирования FEKO. На рис. 2 представлена трехмерная диаграмма направленности при четырехсегментной меандр-линии. В докладе приводятся результаты моделирования входных характеристик антенны.

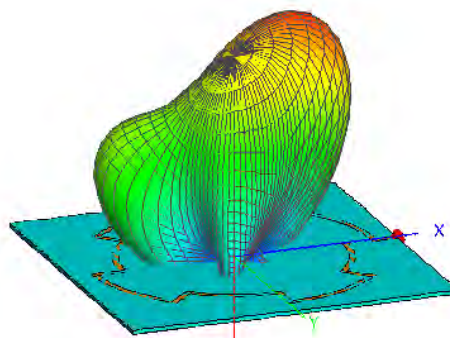


Рис. 2

3. Заключение

Путем моделирования была создана антенна круговой поляризации. Анализ диаграмм направленности подтверждает наличие у данной структуры осевого излучения с круговой поляризацией, ортогонального плоскости подложки.

4. Список литературы

- [1] Копцев, П. А. Локализация объектов с помощью RFID технологии / П. А. Копцев, О. Р. Абдулгазиев, А. А. Савочкин // Матер. 12-й межд. молодежной конф. «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, РТ-2016», Севастополь, 14 — 18 нояб. 2016. — С. 111.

STUDY OF RADIATOR BASED ON MICROSTRIP-RING CIRCLE MEANDER LINE FOR RFID SYSTEM

Savochkin A. A., Abdulgaziev O. R., Koptsev P. A.
 Scientific adviser: Savochkin A. A.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The compact microstrip antenna based on a circular meander-line for the radio frequency identification system band 866-915 MHz is considered.



**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 5

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

ЦИФРОВОЙ АНАЛИЗАТОР СПЕКТРА

Зиборов С. Р., Муратов Р. Р.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: Muratov_Renat@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена возможность построения цифрового анализатора спектра низкочастотных сигналов на основе микроконтроллера, реализующего алгоритма быстрого преобразования Фурье дискретизированного сигнала.

1. Введение

В теории сигналов широкое применение находит спектральный анализ, основанный на представлении сигнала в виде суммы гармонических составляющих, имеющих разные частоты. Быстрое развитие цифровой вычислительной техники дало толчок созданию цифровых анализаторов спектра, разработка которых в настоящее время является актуальной задачей. В докладе речь идет об особенностях построения анализатора спектра, предназначенного для исследования спектра низкочастотных акустических сигналов. В докладе приведена структурная схема анализатора спектра, реализующая быстрое преобразование Фурье (БПФ), которая обеспечивает сокращение числа операций, выполняемых при расчете спектра. Обсуждаются особенности БПФ и предлагается элементная база для его изготовления основных узлов анализатора спектра.

2. Основная часть

Структурная схема анализаторов спектра изображена на рис. 1.

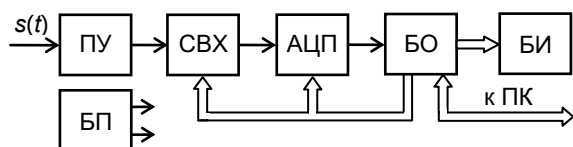


Рис. 1

Предварительный усилитель ПУ усиливает входной сигнал $s(t)$ и ограничивает ширину его спектра в пределах заданного частотного диапазона анализа. Схема выборки и хранения (СВХ) дискретизирует сигнал по времени, преобразуя его в последовательность выборок. Аналого-цифровой преобразователь (АЦП) преобразует амплитуды выборок в цифровые значения, которые обрабатываются блоком обработки (БО) в соответствии с алгоритмом БПФ. Полученные в результате обработки дискретный спектр сигнала $s(t)$ выводится на экран блока индикации БИ.

Обмен информацией между блоком обработки и персональным компьютером (ПК) может быть обеспечен с помощью одного из стандартных интерфейсов.

Блок питания (БП) вырабатывает напряжения питания узлов анализатора спектра.

Дискретный спектр сигнала в виде последовательности выборок, определяется по формуле

$$s(n\Delta\omega) = \sum_{k=1}^N s(kT) e^{-jn\Delta\omega kT},$$

где T — шаг дискретизации сигнала по времени; N — число выборок сигнала; $\Delta\omega = 2\pi/NT$ — шаг

дискретизации спектра по частоте; $n = 1, 2, \dots, N$.

Предварительный усилитель сигнала может быть выполнен на микросхеме LM386-1. Чтобы избежать наложения частот спектра дискретизированного сигнала, необходимо ограничивать полосу пропускания усилителя с учетом ширины первой зоны Котельникова $0,5/T$. Например, при дискретизации голосового сигнала, эффективная ширина спектра которого 4 кГц, необходима частота дискретизации $f_d = 8 \text{ кГц}$ ($T = 1/f_d = 125 \text{ мкс}$).

Функции блоков СВХ, АЦП и БО могут быть реализованы на основе микроконтроллера PIC18F4550, который содержит встроенный 10 разрядный АЦП, обеспечивающий преобразование однополярного напряжения в диапазоне от 0 до 5 В в двоичный код. Для преобразования двухполярного сигнала на входе АЦП необходимо обеспечить постоянное напряжение смещения 2,5 В, которое будет играть роль виртуального «нуля», а затем учесть цифровое значение этого смещения при составлении программы микроконтроллера.

Блок индикации может быть реализован на жидкокристаллическом дисплее типа ATM12864D с разрешением 128×64 точки. Для упрощения алгоритма управления дисплеем целесообразно отображать спектральную диаграмму в виде вертикальных «столбцов», высота которых пропорциональна значению спектра на той или иной частоте. Изменяя число столбцов спектральной диаграммы, можно изменять быстродействие её построения.

3. Заключение

Предложена структурная схема цифрового анализатора спектра акустических сигналов. Проанализирована возможность получения дискретного спектра сигнала с помощью БПФ выборок сигнала. Предложена современная интегральная элементная база для реализации основных узлов анализатора спектра с учетом технических характеристик выбранных элементов.

4. Список литературы

- [1] Борисов, В. И. Помехозащищенность систем радиосвязи с расширением спектра сигналов методом псевдослучайной перестройки рабочей частоты / Борисов В. И. — М.: Радио и связь, 2000. — 384 с.
- [2] Теория электрической связи / К. К. Васильев, В. А. Глушков, А. В. Дормидонтов, А. Г. Нестеренко; под общ. ред. К. К. Васильева. — Ульяновск: УлГТУ, 2008. — 452 с.

DIGITAL SPECTRUM ANALYZER

Ziborov S. R., Muratov R. R.

Scientific adviser. Ziborov S. R.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The possibility of construction of digital analyzer of spectrum of low-frequency signals on the basis of microcontroller, realizing algorithm of fast Fourier transformation of the sampled signal is considered.

ЗАВИСИМОСТЬ СВЧ ПАРАМЕТРОВ ОТ ФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛОСКОВЫХ ЛИНИЙ

Плоткин А. Д., Шевчук А. Г.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Плоткин А. Д.
Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: adplotkin@mail.ru

Аннотация — Проведен анализ чувствительности изменения затухания и эффективной диэлектрической проницаемости несимметричных полосковых линий от изменения геометрических размеров и физико-технических параметров материалов подложки.

1. Введение

Микро миниатюризация СВЧ устройств предполагает широкое использование несимметричных полосковых линий. Параметры полосковых линий, входящих в состав СВЧ узлов, во многом определяются факторами технологического процесса их изготовления и могут значительно отличаться от расчетных величин. При серийном выпуске и отлаженном технологическом процессе целесообразным является контроль параметров тест-платы, прошедшей весь технологический процесс с партией устройств на полосковых линиях. По параметрам последней можно судить об отклонениях в технологическом процессе.

В работе проведен анализ чувствительности изменения затухания и эффективной диэлектрической проницаемости несимметричных полосковых линий от изменения геометрических размеров и физико-технических параметров материалов подложки.

2. Основная часть

Количественной мерой чувствительности характеристик СВЧ устройств к изменению их параметров являются коэффициенты чувствительности по тому или иному параметру. Например, для потерь α можно определить коэффициент чувствительности по параметру μ

$$S_{\alpha, \mu} = \frac{\mu}{\alpha} \frac{\partial \alpha}{\partial \mu}. \quad (1)$$

Аналогично коэффициенты чувствительности определяются и для любых других характеристик полосковых линий.

Метод коэффициентов чувствительности, основанный на использовании первых производных, пригоден лишь при небольших относительных вариациях параметров.

В докладе рассмотрена чувствительность функции вносимых потерь или затухания α и чувствительность эффективной диэлектрической проницаемости.

Для изменения характеристики вносимых потерь получено выражение

$$\Delta \alpha = \sum_i S_{\alpha, \mu_i} \frac{\Delta \mu_i}{\mu_i}, \quad (2)$$

где S_{α, μ_i} — коэффициент чувствительности по параметру μ_i . Вариации $\frac{\Delta \mu_i}{\mu_i}$ являются независимыми

случайными величинами, функции распределения которых зависят от особенностей технологии изготовления устройства и применяемых материалов.

Если в (2) перейти к дисперсиям, то получим

$$\sigma_{\Delta \alpha}^2 = \sum_i S_{\alpha, \mu_i}^2 \sigma_{\mu_i}^2, \quad (3)$$

где $\sigma_{\mu_i} = \frac{\Delta \mu_i}{\mu_i}$ — среднеквадратическое отклонение,

допуск величины μ_i ; значения S_{α, μ_i} в (3) определяются при номинальных значениях μ_i .

Общие потери в несимметричной полосковой линии являются функцией семи независимых параметров [1, 2]: ϵ , $\text{tg} \delta$, f , R , h , W , t . Вариации этих параметров приводят к вариации потерь. Из выражения (3) определим среднеквадратическое отклонение потерь, или среднеквадратическую чувствительность

$$\sigma_{\Delta \alpha} = \sqrt{S_{\alpha, \epsilon}^2 \sigma_{\epsilon}^2 + S_{\alpha, \text{tg} \delta}^2 \sigma_{\text{tg} \delta}^2 + S_{\alpha, W}^2 \sigma_W^2 + S_{\alpha, h}^2 \sigma_h^2 + S_{\alpha, t}^2 \sigma_t^2 + S_{\alpha, R}^2 \sigma_R^2 + S_{\alpha, f}^2 \sigma_f^2}. \quad (4)$$

3. Заключение

Проведен анализ чувствительности изменения затухания и эффективной диэлектрической проницаемости несимметричных полосковых линий от изменения геометрических размеров и физико-технических параметров материалов подложки. Выведены соотношения, определяющие изменение затухания и эффективной диэлектрической проницаемости при изменении характеристик структуры линии. Получены соотношения, рассчитаны численные значения коэффициентов чувствительности для пятидесятилетних полосковых линий ($h = 1,5$ мм) на материалах, определенных ОСТ 4ГО.710.001. Даны рекомендации по оптимизации допусков.

4. Список литературы

- [1] Справочник по элементам полосковой техники / О. И. Мазепова, В. П. Мещанов, Н. И. Прохорова, А. Л. Фельдштейн, Л. Р. Явич; под ред. А. Л. Фельдштейна. — М.: Связь, 1979. — 336 с.
- [2] Малорацкий, Л. Г. Проектирование и расчет СВЧ элементов на полосковых линиях / Л. Г. Малорацкий, Л. Р. Явич. — М.: Советское радио, 1972. — 458 с.

DEPENDENCE OF MICROWAVE PARAMETERS ON THE PHYSICAL CHARACTERISTICS OF THE STRIP LINES

Plotkin A. D., Shevchuk A. G.

Scientific adviser: Plotkin A. D.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The sensitivity analysis of attenuation change and effective dielectric permittivity of non-symmetric gloss lines from change of geometrical sizes and physical and technical parameters of substrate materials is carried out.

ОДИН ИЗ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ДОБРОТНОСТИ РЕЗОНАТОРОВ

Плоткин А. Д., Алкаев М. Е.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: adplotkin@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен метод измерения добротности резонаторов, основанный на использовании амплитудно-модулированного микроволнового сигнала с перестраиваемой частотой модуляции.

1. Введение

Проектирование и разработка узкополосных систем связи в микроволновом диапазоне предъявляют высокие требования к точности измерения добротности избирательных систем. Этот параметр существенно влияет на энергетические характеристики систем связи и их частотную избирательность.

Классический метод измерения добротности является достаточно простым и широко применяется в диапазоне частот 0,1 — 100 МГц, с приемлемой для практики точностью.

В микроволновом диапазоне частот, где значения добротности объемных резонаторов стоячей волны имеют порядок 10^4 , а резонансная частота имеет порядок — единицы, десятки гигагерц, классический метод не может быть использован для определения добротности из-за большой погрешности измерения полосы пропускания.

2. Основная часть

Предлагаемый метод измерения добротности основан на использовании амплитудно-модулированного (АМ) сигнала, частоту модуляции которого можно перестраивать [1, 2].

Функциональная схема измерителя представлена на рис. 1, на котором приняты следующие обозначения: 1 — генератор низкой (модулирующей) частоты; 2 — генератор микроволнового диапазона (ГМД); 3 — частотомер; 4 — резонатор; 5 — детектор; 6 — индикатор.

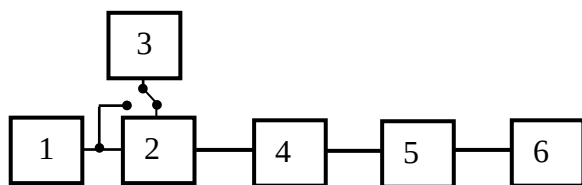


Рис. 1

Колебания генератора микроволнового диапазона модулируются по амплитуде и, АМ сигнал поступает на резонатор. Сигнал с выхода резонатора детектируется и, полученный низкочастотный сигнал, поступает на индикатор. АМ сигнал на выходе резонатора имеет вид

$$a(t) = k(\omega_0)A_0 \cos(\omega_0 t + \varphi_0) + k(\omega_0 + \Omega)A_0 \cdot \\ \cdot M \cos[(\omega_0 + \Omega)t + \varphi_0 + \Phi_0 + \psi] / 2 + k(\omega_0 - \Omega) \\ \cdot A_0 M \cos[(\omega_0 - \Omega)t + \varphi_0 - \Phi_0 - \psi] / 2,$$

где A_0 — амплитуда несущего колебания; M — коэффициент модуляции; $\omega_0 = 2\pi f_0$ — несущая частота ВЧ колебания; φ_0 и Φ_0 — начальные фазы ВЧ и модулирующего колебания соответственно;

$\Omega = 2\pi F$ — частота модуляции; $k(\omega_0)$ — модуль коэффициента передачи резонатора на резонансной частоте; $k(\omega_0 - \Omega)$, $k(\omega_0 + \Omega)$ — модули коэффициентов передачи резонатора на нижней и верхней боковых частотах АМ сигнала соответственно; ψ — фазовый сдвиг, вносимый резонатором на боковых частотах.

После квадратичного детектирования и выделения фильтром низкочастотных составляющих спектра, получаем сигнал на выходе детектора

$$U_1 = kU_m^2 M_1^2,$$

где k — коэффициент, учитывающий сопротивление нагрузки детектора, коэффициент степенного ряда, коэффициент усиления усилителя индикатора; $M_1 = k(\omega_0 \pm \Omega)M$.

Увеличивая частоту модуляции до значения F_1 , когда $U_2 = kU_m^2 M_1^2 = kU_m^2 0,5$, определим частоту модуляции F_1 . Добротность резонатора определим из выражения $Q = f_0 / 2F_1$.

Анализ погрешности рассмотренного измерителя показал, что при использовании электронно-счетного частотомера и генераторов с относительной нестабильностью частоты 10^{-3} она не превышает 0,1%. Рассмотренный метод позволяет автоматизировать процесс измерения.

3. Заключение

Предложенный метод измерения добротности резонаторов может использоваться при производстве резонаторов для контроля их параметров, в процессе эксплуатации для контроля узкополосных систем связи и РЛС микроволнового диапазона.

4. Список литературы

- [1] Измеритель добротности резонаторов : а. с. 1737365 СССР, МКИ G01R27/26 / А. Д. Плоткин, И. Л. Афонин, Ю. Б. Гимпилович, В. Б. Салицкий. — № 4670316/24-09. Заявлено 18.01.89. Опубл. 30.05.92. Бюл. № 20. — 4 с.
- [2] Измеритель добротности колебательных систем: а. с. 1718144 СССР, МКИ G01R27/26 / А. Н. Трушкин, А. Д. Плоткин, И. Л. Афонин. — № 4792074/24-09. Заявлено 08.12.89. Опубл. 07.03.92. Бюл. № 9. — 7 с.

ONE OF THE METHODS OF MEASURING THE QUALITY FACTOR RESONATORS

Plotkin A. D., Alkaev M. E.

Scientific adviser: Plotkin A. D.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The method of resonator q-factor measurement based on the use of amplitude-modulated microwave signal with tunable modulation frequency is considered.

РАЗРАБОТКА МАНОМЕТРА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Лукьянчиков А. В., Голованов Н. А., Тюнин В. И.
 Научный руководитель: канд. техн. наук Лукьянчиков А. В.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: brain75@mail.ru

Аннотация — Разработан недорогой и универсальный манометр для измерения давления в топливных системах Common Rail Direct Injection с возможностью адаптации для различных типов датчиков.

1. Введение

Данный манометр разработан для измерения давления в топливных системах *Common Rail Direct Injection*. Так как давление в данной системе может достигать 2500 кг/см^2 , появляется необходимость в электронных манометрах. Особенностью разрабатываемого устройства является возможность работы со штатными датчиками систем *CRDI*.

2. Основная часть

Так как минимально необходимое давление для запуска систем *CRDI* является 250 кг/см^2 , максимальный диапазон измеряемого давления данного манометра лежит в пределах от 100 до 2500 кг/см^2 . Особенностью данного устройства является необходимость работы с датчиками двенадцати разных типов. Отличие датчиков заключается в различных зависимостях напряжения на выходе от измеряемого давления. Данная задача решена путем калибровки прибора для каждого датчика в отдельности и возможности выбора необходимого в главном меню устройства. Упрощенная структурная схема манометра изображена на рис. 1.

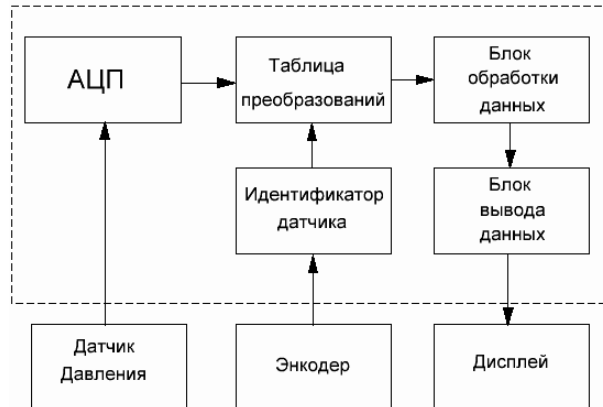


Рис. 1

В начале работы необходимо выбрать соответствующую таблицу преобразований относительно подключенного датчика. Аналоговый сигнал с датчика поступает на вход аналого-цифрового преобразователя, в котором преобразовывается в цифровой сигнал. С выхода АЦП сигнал подается в таблицу преобразований, где и происходит пересчет в давление. После операции преобразования информация обрабатывается и выводится на встроенный дисплей. В качестве дисплея используется *LCD 1602A*. В качестве микроконтроллера выбран современный контроллер отечественного производства *K1896BE92* фирмы «Миландр». Выбранный микроконтроллер имеет встроенный АЦП разрядностью двенадцать бит. Таблица преобразований сохранена во флеш памяти микроконтроллера. В контроллере реализо-

вана логика работы с энкодером с использованием таймера и прерываний.

Вычисления в разработанном устройстве осуществляются в блоке обработки данных который реализован в виде программного модуля микроконтроллера. Контроллер выбран с учетом возможности расширения функционала. В качестве примера представлен график измерений для датчика фирмы *BOSCH*. Зависимость выходного напряжения от измеряемого давления представлена рис. 2.

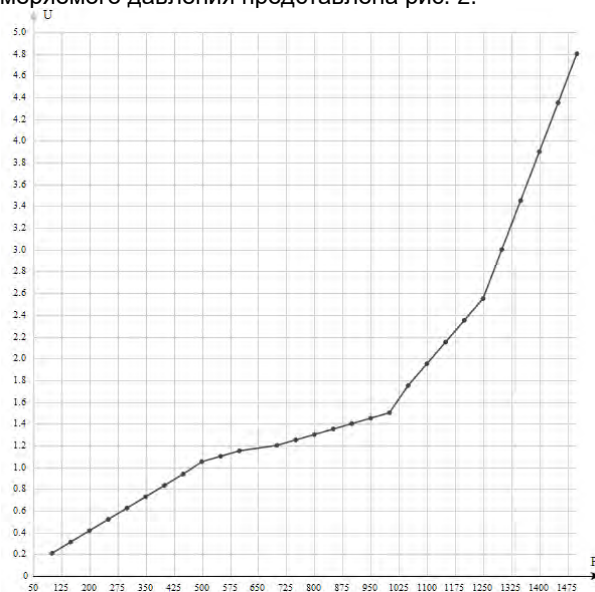


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, разработан электронный манометр для измерения давления в топливных системах *CRDI*, адаптированный для работы с датчиками различных типов.

4. Список литературы

- [1] Кузнецов, В. А. Измерения в электронике / В. А. Кузнецов, В. А. Долгов, В. М. Коневский. — М. : Энергоатомиздат, 1985. — 288 с.
- [2] Studfiles [Электронный ресурс] / Studfiles. — Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/1361469>.

DEVELOPMENT OF HIGH PRESSURE MONOMETER

Lukyanchikov A. V., Golovanov N. A., Tyunin V. I.
 Scientific adviser: Lukyanchikov A. V.
 Sevstopol State University, Russia

Abstract — An inexpensive universal high pressure monometer was developed. The features of the monometer are measure high pressure in fuel system Common Rail Direct Injection.

МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕРМОПРОФИЛЯМИ ПАЙКИ

Ланин В. Л., Хацкевич А. Д.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Ланин В. Л.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: dvpodt94@mail.ru

Аннотация — Разработана схема управления термопрофилями индукционной пайки на основе микроконтроллера *Atmega 328* и инфракрасного датчика температуры.

1. Введение

При контроле термопрофилей индукционной пайки возникают трудности измерения температуры. Использование термодатчика ведет к индустриализации электромагнитным полем дополнительного тепла в металлических полупроводниках. Поэтому в данной схеме используется бесконтактный инфракрасный датчик измерения температуры в зоне пайки.

Управление высокочастотным инвертором осуществляется микроконтроллером, который задает необходимый режим пайки и позволяет автоматизировать процесс [1].

Управление ВЧ инвертором осуществляется посредством изменения питающего напряжения силового модуля.

2. Основная часть

Система состоит из ВЧ-инвертера подключенного к индуктору, микроконтроллеру *Atmega 328*, инфракрасному датчику измерения температуры и микрокомпьютеру.

В качестве микроконтроллера используется отладочная плата *Arduino Uno* в состав которой входит: 14 цифровых входов/выходов (из них 6 могут использоваться в качестве ШИМ-выходов), 6 аналоговых входов, кварцевый резонатор на 16 МГц, разъем *USB*, разъем питания, разъем для внутрисхемного программирования (*ICSP*) [2].

Устройство работает следующим образом: ВЧ-инвертер создает в индукторе вихревое поле которое разогревает образец. Температура образца контролируется инфракрасным датчиком *MLX90614*. Информация с датчика по шине *I2C* поступает на микроконтроллер, в котором зашиты данные о термопрофиле индукционной пайки [3].

Для изменения параметров термопрофиля используется микрокомпьютер *Raspberry pi 3* (рис. 1) [4], где основная программа позволяет создавать или использовать готовые термопрофили, отправлять информацию на микроконтроллер, выводить графические данные на монитор и передавать данные по сети Интернет.



Рис. 1

Общая схема микроконтроллерного управления термопрофилем индукционной пайки приведена на рис. 2.



Рис. 2

3. Заключение

Данная схема контроля термопрофилей пайки, благодаря использованию микроконтроллера, обладает гибкими возможностями программирования и контроля. Использование ИК-датчика позволяет избежать негативного влияния электромагнитного поля индуктора. Система позволяет измерять температуру в диапазоне от 70°C до 380°C.

Благодаря использованию микрокомпьютера можно обрабатывать, хранить и передавать полученные данные в сеть Интернет или сохранять в базу данных для использования в будущем для других изделий.

4. Список литературы

- [1] Денисенко, В. В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием / В. В. Денисенко. — М. : Горячая линия — Телеком, 2009. — 608 с.
- [2] Arduino, шаговый двигатель 28-BYJ48 и драйвер ULN2003 [Электронный ресурс] / Arduino-Diy. — Режим доступа: <http://arduino-diy.com/arduino-shagovii-motor-28-BYJ48-draiver-ULN2003>.
- [3] Digital plug & play infrared thermometer in a TO-can [Электронный ресурс] / Melexis Inspired Engineering. — Режим доступа: <https://www.melexis.com/en/product/MLX90614/Digital-Plug-Play-Infrared-Thermometer-TO-Can>.
- [4] Raspberry Pi 3 Model B+ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b-plus>.

CONTROL OF SOLDERING PROFILES BY MICROCONTROLLER

Lanin V. L., Hatskevich A. D.

Scientific adviser: Lanin V. L.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus

Abstract — The control scheme of induction soldering profiles by microcontroller *Atmega 328* and infrared temperature sensor are designed.

ЛАЗЕРНАЯ ПРОШИВКА ОТВЕРСТИЙ В НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ

Ланин В. Л., Первенецкий А. П.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Ланин В. Л.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: faimoxis@gmail.com

Аннотация — Проведены экспериментальные исследования лазерной прошивки отверстий в неметаллических материалах. Экспериментальным методом определены параметры лазерного излучения при формировании отверстий в неметаллических материалах: поликоре, керамике, кремнии.

1. Введение

При создании 3D электронных модулей появляется необходимость создавать сквозные и глухие отверстия малого диаметра в материале подложки. Выполнение отверстий диаметром менее 1 мм традиционным сверлением связано с определенными трудностями вследствие частой замены инструмента, дефицитностью сверл малого диаметра, сложностью их заточки. Обработка ультразвуком требует использования вспомогательной жидкой компоненты, что не всегда желательно при обработке уже готовых изделий с нанесенными структурами. Возникают также сложности при сверлении отверстий диаметром менее 100 мкм. Электроэрозионный метод позволяет получать отверстия малого диаметра, но требует применения специальных растворов, что не всегда допустимо при обработке пластин с готовыми структурами. Лазерная обработка указанными недостатками не обладает.

2. Основная часть

При воздействии лазерного излучения образование отверстия происходит за счет плавления и испарения материала. Основным методом прошивки отверстий является многоимпульсная обработка. При многоимпульсной обработке отверстие растет в глубину постепенно за счет послойного испарения материала каждым импульсом [1].

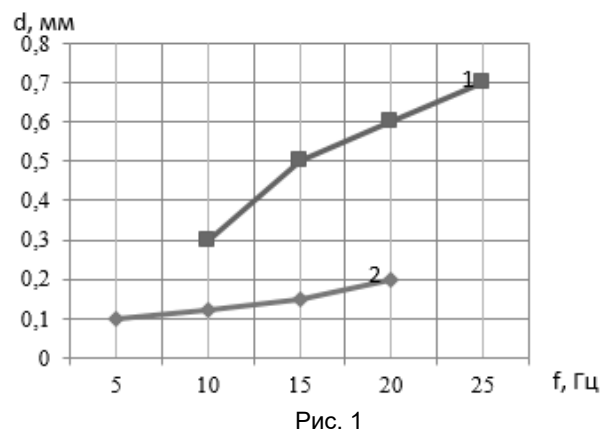
Для прошивки отверстий использовалась Nd:YAG-лазерная установка LOTIS TII с длиной волны 1,06 мкм. Обработка отверстий производилась при напряжении накачки $U = 0,8$ кВ, диаметре пятна излучения $d_{\text{пл}} = 1$ мм, длительности импульсов 0,1 мс.

В таблице 1 представлены результаты исследований входного диаметра отверстий для поликора толщиной 500 мкм, керамики — 600 мкм, кремния — 250 мкм с указанием времени прошивки отверстия.

Таблица 1

Частота, Гц	Входной диаметр, $d_{\text{вх.}}$, мм		
	Поликор, $t = 5$ с	Керамика, $t = 15$ с	Кремний, $t = 90$ с
5	-	0,1	-
10	0,3	0,12	-
15	0,5	0,15	-
20	0,6	0,2	-
25	0,7	-	-
50	-	-	0,4

На рис. 1 представлены зависимости входного диаметра отверстий от частоты следования импульсов при напряжении $U = 0,8$ кВ и диаметре пятна излучения $d = 1$ мм: 1 — для поликора с временем воздействия 5 с.; 2 — для керамики при времени 15 с.



3. Заключение

Многоимпульсная обработка позволяет получать отверстия серий коротких импульсов, период следования которых значительно больше времени остывания материала.

Диаметр входного отверстия материала зависит от энергии лазерного излучения, которая составила 2 Дж.

Для кремния, обладающего большей теплопроводностью, необходимо увеличить частоту импульсов до 50 Гц и время до 90 сек.

Для прошивки отверстия в поликоре требуется меньшая энергия импульса, что связано с различием в толщине, плотности и теплопроводности материала.

4. Список литературы

- [1] Артамонова, Е. Лазерная вырезка сквозных микроотверстий в прозрачных пьезоматериалах / Е. Артамонова, О. Хаит, А. Алексеев, Д. Русов // Фотоника. — 2008. — № 4. — С. 34 — 37.

LASER DRILLING OF THROUGH HOLES IN NON-METALLIC MATERIALS

Lanin V. L., Pervenetski A. P.

Scientific adviser: Lanin V. L.

Belarusian State University of Informatics and
Radioelectronics, Belarus

Abstract — Experimental study of laser drilling of through holes was accomplished. Experimental method determined the parameters of laser drilling holes in nonmetallic materials: ceramics, silicon.

ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ НАГРЕВ ДЛЯ ГЕРМЕТИЗАЦИИ ПАЙКОЙ КОРПУСОВ СВЧ МИКРОБЛОКОВ

Ланин В. Л., Грищенко Ю. Н.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Ланин В. Л.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: vlanin@bsuir.by

Аннотация — Оптимизированы параметры высокочастотного нагрева: частота колебаний, конструкция индуктора, обеспечивающие энергоэффективный и производительный процесс герметизации пайкой легкоплавкими припоями корпусов СВЧ микроблоков.

1. Введение

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, не критичность к плоскопараллельности паяемых кромок, возможность групповой технологии. Применение традиционного процесса пайки в печи или паяльником 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 оптимизация параметров ВЧ нагрева в процессах герметизации пайкой легкоплавкими припоями корпусов СВЧ микроблоков из диамагнитных сплавов за счет эффективного использования физических явлений высокочастотного нагрева.

2. Основная часть

Схема ВЧ нагрева для герметизации корпусов микроблоков (рис. 1), включает ВЧ генератор ВЧГ, основание (1), корпус (2), крышку (3), индуктор (4), магнитопровод (5), измерительную рамку для оценки напряженности магнитного поля (6), микроплату (7), термодатчик (8), электронный вольтметр ЭВ и цифровой измеритель-регулятор температуры ТРМ-210.

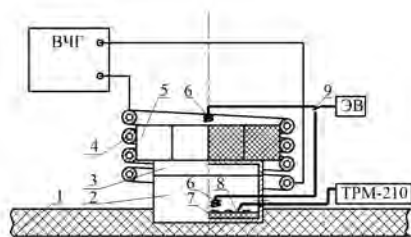


Рис. 1

При пайке микросборочных устройств, содержащих внутри корпуса интегральную схему, чувствительную к электрической составляющей поля, энергия ЭМ наводки должна значительно меньше энергии деградации элементов, которая составляет 10—15 мкДж. Это условие выполняется когда глубина проникновения ЭМ поля, менее 4-х толщин скин-слоя.

При напряжении на индукторе 1500 В и расстоянии между индуктором и корпусом 2 мм напряженность электрического поля составит 750 кВ/м. Тогда энергия электрического поля внутри индуктора об-

емом $125 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ равна 300 мкДж, а внутри корпуса микросборки с толщиной стенки 2 мм на частоте 2,2 МГц уменьшится в 152 раза и составит 1,97 мкДж.

Этим условиям удовлетворяет нагрев энергией ЭМ поля в диапазоне частот 0,4—2,0 МГц. В этом случае напряженность поля значительно ниже напряженности наводок, приводящих к деградации элементов. Зависимости температуры в зоне пайки крышки с корпусом, измеренные с помощью термодатчика (1 — без магнитопровода, 2 — с ферритовым магнитопроводом) на рис. 2.

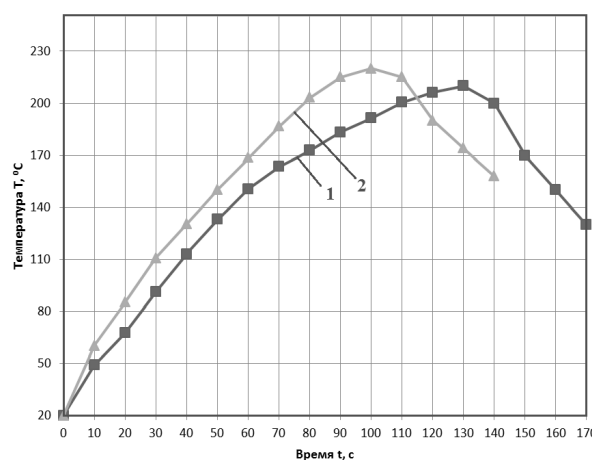


Рис. 2

3. Заключение

Анализ зависимостей показывает, что применение ферритового магнитопровода внутри индуктора при одинаковой мощности ВЧ нагрева увеличивает скорость нагрева в 1,2 — 1,3 раза.

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] Lanin, V. L. High-Frequency Electromagnetic Heating for Soldering in Electronics / V. L. Lanin // Circuits and Systems. — 2012. — No. 3. — P. 238 — 241.

HIGH-FREQUENCY HEATING FOR SEALING BY SOLDERING OF MICROWAVE MICROBLOCKS PACKAGES

Lanin V. L., Grishchenko Y. N.

Scientific adviser: Lanin V. L.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus

Abstract — The parameters of high-frequency heating: frequency and inductor design, providing energetically effective and productive process of hermetic sealing by soldering with fusible solders of microwave microblocks packages are optimized.

РОСТ И КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА МОНОКРИСТАЛЛОВ $\text{CuIn}_7\text{Se}_{11}$

Боднар И. В., Макуца М. О.

Научный руководитель: д-р хим. наук, проф. Боднар И. В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: makutsa.maxim@gmail.com

Аннотация — Предложен метод выращивания монокристаллов $\text{CuIn}_7\text{Se}_{11}$ из расплава. Приводятся температурные режимы роста этих монокристаллов. Определены их состав и структура.

1. Введение

Кристаллы $\text{CuIn}_7\text{Se}_{11}$ относятся к тройным полупроводниковым фазам типа $\text{AlBIII}_2\text{n}+1\text{CCVI}_3\text{n}+2$, которые образуются на квазибинарном разрезе $\text{Cu}_2\text{Se}-\text{In}_2\text{Se}_3$ при $n=3$. Такие вещества являются перспективными материалами для создания высокоэффективных тонкопленочных солнечных элементов с высокой радиационной стойкостью, для изготовления излучателей видимого и ИК диапазонов света и других приборов полупроводниковой и квантовой электроники.

2. Основная часть

Монокристаллы $\text{CuIn}_7\text{Se}_{11}$ выращивали методом Бриджмена из элементарных компонентов полупроводниковой степени чистоты в вакуумированных двойных кварцевых ампулах в вертикальной однозонной печи.

Температуру печи повышали со скоростью ~ 50 К/ч до ~ 1020 К и при этой температуре проводили изотермическую выдержку в течение 2 ч с повторной выдержкой ~ 2 ч. После этого вибрацию прекращали и проводили направленную кристаллизацию путем понижения температуры печи со скоростью ~ 2 К/ч до полного затвердевания расплава. Для гомогенизации полученных слитков их отжигали при 970 К в течение 300 ч. Полученные монокристаллы имели диаметр 16 мм и длину ~ 40 мм, были однородными и однородными, что было установлено с помощью микрорентгеноспектрального и рентгеновского методов.

Состав полученных кристаллов определяли с помощью микрозондового рентгеноспектрального анализа. В качестве возбудителя тормозного рентгеновского излучения образца использовали электронный луч растрового электронного микроскопа «Stereoscan-360». В качестве анализатора рентгеновского спектра использовали рентгеновский спектрометр «AVALON-8000».

Гомогенность монокристаллов $\text{CuIn}_7\text{Se}_{11}$ устанавливали рентгеновским методом. Дифрактограммы записывали на автоматически управляемом с помощью ЭВМ рентгеновском дифрактометре ДРОН-3 М в $\text{CuK}\alpha$ -излучении с графитовым монохроматором. Образцы для рентгеновских измерений готовили путем растирания кристаллов с последующим прессованием их в специальном держателе. Для снятия механических напряжений, возникающих при растирании кристаллов, проводили их отжиг в вакууме при 650 К в течение ~ 2 ч.

Результаты микрозондового рентгеноспектрального анализа показали, что содержание элементов в выращенных монокристаллах ($\text{Cu} : \text{In} : \text{Se} = 5.71 : 38.77 : 55.52$ ат.%) хорошо согласуется с заданным составом в исходной шихте

($\text{Cu} : \text{In} : \text{Se} = 5.26 : 36.85 : 57.89$ ат.%) не наблюдается значительных отклонений в составе в различных точках кристалла, что свидетельствует об их однородности.

Данные рентгеновских исследований показали, что на всех снятых дифрактограммах присутствуют максимумы отражения, характерные для гексагональной структуры. По измеренным значениям углов дифракции были рассчитаны межплоскостные расстояния для различных плоскостей отражения, по которым определяли параметры элементарной ячейки. Для кристаллов $\text{CuIn}_7\text{Se}_{11}$ они равны, $a = 4.036 \pm 0.002$ Å и $c = 32.702 \pm 0.005$ Å. Такое различие в значениях указанных параметров связано, по-видимому, с разными методами получения указанных кристаллов [1 — 3].

3. Заключение

Таким образом, методом Бриджмена выращены монокристаллы $\text{CuIn}_7\text{Se}_{11}$ диаметром ~ 16 мм и длиной ~ 40 мм. Определен их состав и структура. Установлено, что полученные монокристаллы кристаллизуются в гексагональной структуре.

4. Список литературы

- [1] Hönle, W. Cryst. Res. Technol. / W. Hönle, G. Kühn, U. Boehnke. — 1998. — Vol. 23. — No. 10/11. — P. 1347. Vol. 384. — No. 1 — 2. — P. 1000 — 1002.
- [2] Wasim, S. M. Rhys. Stat. Sol./ S. M. Wasim, C. Rincon, G. Marin. — 2002. — Vol. 194. — No. 1. — P. 244.
- [3] Marin, G. Jpn. J. Appl. Phys./ G. Marin, R. Marguez, R. Guevara, S. M. Wasim. — 2000. — Vol. 39. — Suppl. 39 — 1. — P. 44.

GROWTH AND CRYSTAL STRUCTURE OF SINGLE CRYSTALS $\text{CuIn}_7\text{Se}_{11}$

Bodnar I. V., Makutsa M. O.

Scientific adviser: Bodnar I. V.

Belarusian State University of Informatics and
Radioelectronics, Belarus

Abstract — A method of growth of single crystals $\text{CuIn}_7\text{Se}_{11}$ from a melt is proposed. The temperature regimes of the growth of these single crystals are presented. Its composition and structure are determined.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МАТРИЧНОГО КОММУТАТОРА

Шахлевич Г. М.¹, Цедик В. А.¹, Лисенков Б. Н.²

Научный руководитель: канд. физ.-мат наук, доц. Шахлевич Г. М.

¹Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

²Открытое акционерное общество «МНИПИ», Беларусь

E-mail: krysa_2010@mail.ru

Аннотация — Приведены результаты разработки матричного коммутатора.

1. Введение

Коммутаторы, применяемые в системах тестирования полупроводниковых приборов, как правило, содержат от одного до шести модулей коммутации. В качестве ключевых элементов, в коммутаторах используют герконы или герконовые реле, параметры которых в наибольшей степени отвечают существенным в данной области применения параметрам идеального ключевого элемента. Модуль состоит из ключевых элементов, драйверов и цепей для подключения к блоку питания, к блоку управления, к портам входа и выхода.

Метрологические характеристики коммутатора определяются параметрами применяемых реле, их общим количеством, топологией печатной платы, ее конструктивными особенностями и технологией монтажа.

Конструкция базового блока коммутатора, также оказывает заметное влияние на погрешность коммутации испытательных сигналов.

2. Основная часть

В ОАО «МНИПИ» в рамках научно-технической программы «Эталоны и научные приборы» изготовлен автоматизированный измерительный комплекс для тестирования полупроводниковых приборов, включающий четырехканальный измеритель вольт-амперных характеристик, матричный коммутатор на 48 портов (рис. 1) и внешний персональный компьютер.



Рис. 1

Модуль коммутации (рис. 2) выполнен на сдвоенных герконовых реле в корпусе DIP. Один из герконов применяется для коммутации измерительного сигнала, а другой — для коммутации соответствующего сигнала охраны. Сигнальный проводник выполнен навесным монтажом на фторопластовых стойках.

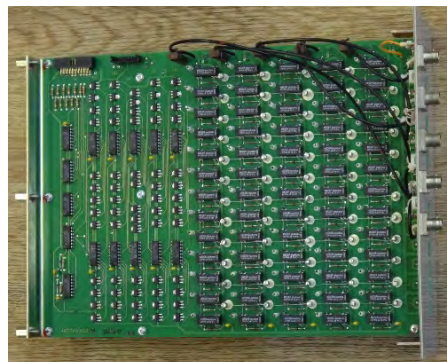


Рис. 2

Коммутатор включает конструкции контроллера (блока управления), блока питания и блока подключения, который конструктивно объединяет контроллер и блок питания.

Блок питания и контроллер отделены от места установки модулей сплошной пластиной из железа (рис. 3). Это обеспечивает экранирование сигнальных цепей коммутатора от электростатических, электромагнитных и магнитных наводок с частотой сети, а также экранирование от широкополосных электромагнитных наводок, формируемых контроллером.

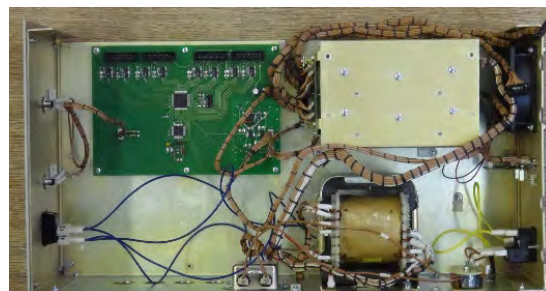


Рис. 3

3. Заключение

В докладе рассмотрены конструктивные особенности матричного коммутатора, которые обеспечивают высокую точность измерений и позволяют применять его для коммутации высокоомных цепей, например, при исследовании утечек биполярных переходов, при измерении параметров МОП структур и т.д.

FEATURES OF THE MATRIX SWITCH DESIGN

Shaklevich G. M.¹, Tsedik V. A.¹, Lisenkov B. N.²

Scientific adviser: Shaklevich G. M.

¹Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus

²Public Joint Stock Company "MNIPI", Belarus

Abstract — The results of the development of a matrix switch are presented.

ИЗМЕРИТЕЛЬ КСВ НА ОСНОВЕ РЕФЛЕКТОМЕТРА

Трушкин А. Н., Лукьянченко Н. К.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: nataly_olga@list.ru

Аннотация — Рассмотрен измеритель коэффициента стоячей волны на основе рефлектометра с симметричным двунаправленным ответвителем. Показано, что предлагаемая схема, методики калибровки и обработки измерительной информации дают возможность существенно снизить требования к качеству ответвителей и повысить точность измерения.

1. Введение

Одной из основных причин низкой точности измерения коэффициента стоячей волны является недостаточно высокая направленность ответвителей рефлектометра. В настоящее время, как известно, повышение качества этих элементов в микроволновом диапазоне граничит с технологическими возможностями современного производства и дальнейшее повышение точности измерения КСВ осуществляется различными методами коррекции указанной составляющей погрешности. В докладе показана схема измерения КСВ, приведены методики калибровки, измерения и представлены результаты анализа погрешностей.

2. Основная часть

Режиму измерения предшествует режим калибровки. На первом ее этапе вместо исследуемого двухполюсника к измерителю подключается короткозамыкатель с модулем коэффициента отражения близким к единице.

На рис. 1 показана схема измерителя с рефлектометром в виде симметричного десятиполюсника.

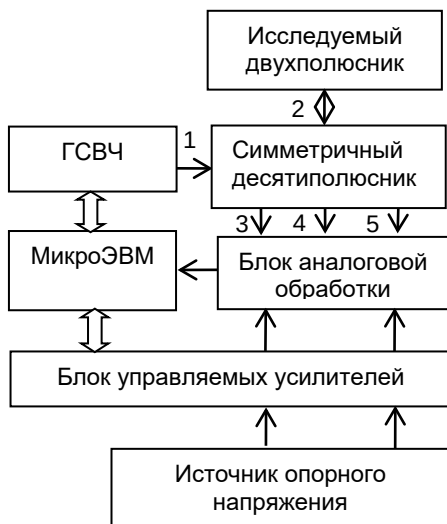


Рис. 1

На рис. 2 показана схема симметричного двенадцатиполюсника, основой которого являются два совмещенных по осям отверстий связи ответвителя. Такая конструкция рефлектометра обладает свойствами амплитудной и фазовой симметрии, что в свою очередь позволяет реализовать простые алгоритмы коррекции погрешностей, обусловленных конечной направленностью ответвителей [1].

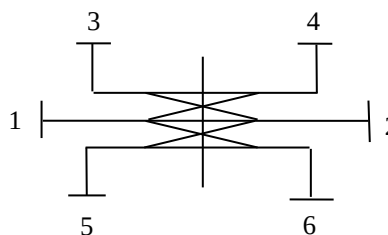


Рис. 2

На рис. 3 показана сверхвысокочастотная часть схемы измерителя в которой для формирования опорного сигнала используется невзаимный четырёхполюсник в виде ферритового вентиля.

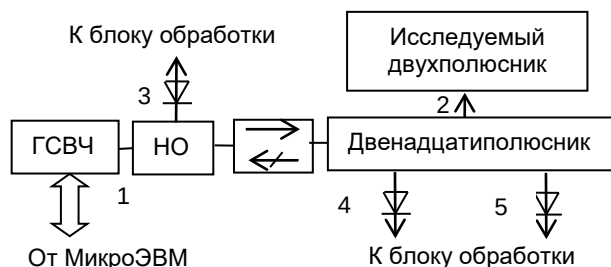


Рис. 3

3. Заключение

Таким образом, предложена схема измерителя на основе рефлектометра с использованием симметричного двенадцатиполюсника, позволяющая измерять малые значения КСВ антенн и других двухполюсников в микроволновом диапазоне с высокой точностью. Дальнейшими задачами исследования являются совершенствование алгоритмов калибровки и обработки измерительной информации.

4. Список литературы

- [1] Трушкин, А. Н. Анализ свойств симметричного двенадцатиполюсника / А. Н. Трушкин // Матер. 16-й междунар. науч.-техн. конф. «КрыМиКо 2006», Севастополь, 12 — 16 сент. 2006. — Севастополь. — С. 801 — 802.

MEASURER SWR ON THE BASIS OF THE REFLECTOMETER

Trushkin A. N., Lukyanchenko N. K.

Scientific adviser: Trushkin A. N.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The measurer of dstanding wave ratio on the basis of a reflectometer with a symmetrical bi-directional coupler is considered. It is shown that the proposed scheme, methods of calibration and measurement information processing provide an opportunity to significantly reduce the requirements to the quality of coupler and increase the measurement accuracy.

ИЗМЕРИТЕЛЬ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ

Трушкин А. Н., Лукьянченко Н. К.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: nataly_olga@list.ru

Аннотация — Предложен модуляционный измеритель относительной диэлектрической проницаемости композиционных материалов СВЧ диапазона.

1. Введение

Выбор метода измерения зависит от характера измерений, диапазона частот, свойств самого материала. В случаях, когда нежелательно разрушать заготовку из диэлектрика, прибегают к измерениям параметров материалов в свободном пространстве. Методы измерений в свободном пространстве находят широкое применение в миллиметровом диапазоне длин волн.

В докладе проводится анализ модуляционного метода измерения относительной диэлектрической проницаемости твердых диэлектриков в свободном пространстве.

2. Основная часть

На рис. 1 показана структурная схема лабораторного стенда для измерения диэлектрической проницаемости.

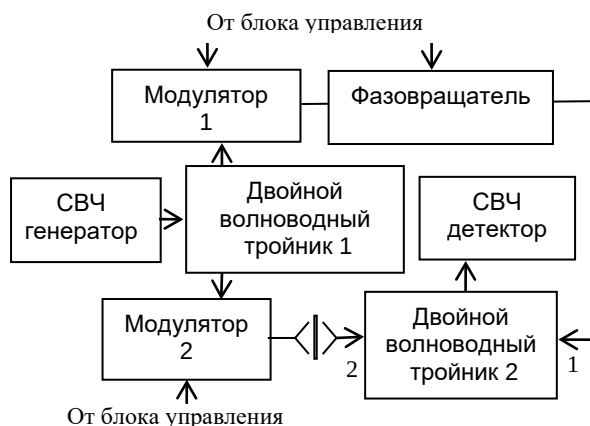


Рис. 1

СВЧ генератор подключен в E -плечо первого двойного тройника, который не пропускает электромагнитную энергию в H -плечо, а в боковых плечах тройника векторы напряженности электрического поля противофазны. Модуляторы 1, 2 обеспечивают амплитудную модуляцию СВЧ сигналов на частотах Ω_1 и Ω_2 в опорном и измерительном каналах соответственно. Фазовращатель в опорном канале предназначен для выравнивания фазовых набегов в каналах в режиме калибровки и дополнительном дискретном изменении фазы электромагнитной волны в опорном канале во втором такте измерительного цикла. Второй двойной тройник обеспечивает векторное суммирование электромагнитных волн опорного и измерительного каналов. Сигнал на входе первого плеча второго волноводного тройника имеет вид

$$e_1 = E_0 K_1 K_\Phi \cos(1 + M_1 \cos \Omega_1 t) \cos(\omega t + \varphi_1),$$

где E_0 — амплитуда волны на выходе СВЧ генератора; K_1 — модуль коэффициента передачи первого двойного тройника по опорному каналу; K_Φ — модуль коэффициента передачи фазовращателя; Ω_1 и M_1 — частота модулирующего сигнала и коэффициент глубины модуляции в канале опорной волны соответственно; φ_1 — фазовый набег электромагнитной волны в канале опорной волны, обусловленный геометрическими размерами канала и исходным состоянием фазовращателя.

Сигнал на входе второго плеча второго волноводного тройника в первом такте измерительного цикла имеет вид

$$e_2 = E_0 K_2 K_A K_X \cos(1 + M_2 \cos \Omega_2 t) \cos(\omega t + \varphi_2 + \varphi_X),$$

где K_2 — модуль коэффициента передачи первого двойного тройника по измерительному каналу; K_2 — модуль коэффициента передачи антенно-волноводного тракта; K_X — модуль коэффициента передачи диэлектрической пластины; Ω_2 и M_2 — частота модулирующего сигнала и коэффициент глубины модуляции в измерительном канале соответственно; φ_2 — фазовый набег в измерительном канале, обусловленный его геометрическими размерами; φ_X — фазовый сдвиг, обусловленный свойством исследуемого диэлектрика.

Блок управления своим сигналом во втором измерительном цикле устанавливает фазовращатель в его второе состояние. Напряжения с СВЧ детектора поступают на блок обработки, который определяет диэлектрическую проницаемость образца.

3. Заключение

Таким образом, рассмотрен модуляционный измеритель неразрушающего контроля твердых диэлектриков, позволяющий упростить обработку измерительной информации, снизить требования к точности изготовления элементов волноводного тракта измерителя за счет учета их неидеальности путем коррекции погрешностей

4. Список литературы

- [1] Альтман, Д. Л. Устройства сверхвысоких частот / Д. Л. Альтман ; пер. с англ. — М. : Мир, 1968. — 638 с.

MEASURER OF DIELECTRIC PERMEABILITY

Trushkin A. N., Lukyanchenko N. K.

Scientific adviser: Trushkin A. N.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A modulation meter of the relative permittivity of composite materials in the microwave range is proposed.

ИЗМЕРИТЕЛЬ МАЛЫХ ОСЛАБЛЕНИЙ

Трушкин А. Н., Ткаченко М. О.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: nataly_olga@list.ru

Аннотация — Рассмотрен измеритель малых ослаблений на основе рефлектометра. Показано, что предлагаемая схема устройства, методики калибровки и обработки измерительной информации дают возможность повысить точность измерения ослаблений в волноводных трактах радиотехнических систем.

1. Введение

Необходимость определения малых ослаблений в сверхвысокочастотном диапазоне волн часто возникает при определении энергетических потерь в протяженных волноводных и коаксиальных трактах радиолокационных станций. Достаточно большое количество фланцевых соединений в передающей и приемной частях радиотехнической системы, влага и пыль, попадающие в волноводный тракт, неизбежно приводят к заметным потерям излучаемой мощности передатчика и снижению чувствительности приемника. Указанные причины ухудшения технических характеристик станции, особенно после разборки и сборки антенно-волноводного тракта в процессе ремонтных работ, могут быть устранены путем определения мест, где ослабление превышает установленный допуск.

В докладе показана схема измерителя малых ослаблений, приведены методики калибровки, измерения и представлены результаты анализа погрешностей.

2. Основная часть

Режиму измерения предшествует режим калибровки, когда вместо исследуемого четырехполюсника к измерителю подключается отрезок регулярного волновода с модулем коэффициента передачи, близким к единице.

На рис. 1 показана схема измерителя малых ослаблений.

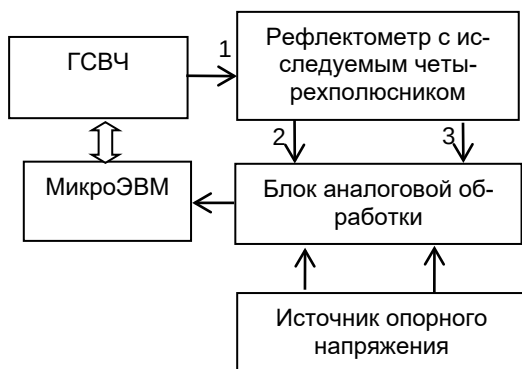


Рис. 1

На рис. 2 показана схема блока аналоговой обработки, который осуществляет математические операции с приходящими на его первый и второй входы напряжениями $U_{пр}$ и $U_{пад}$. При этом на выходе блока обработки появляются напряжения, несущие информацию о собственных параметрах сверхвысокочастотного тракта измерителя в режиме калибровки.

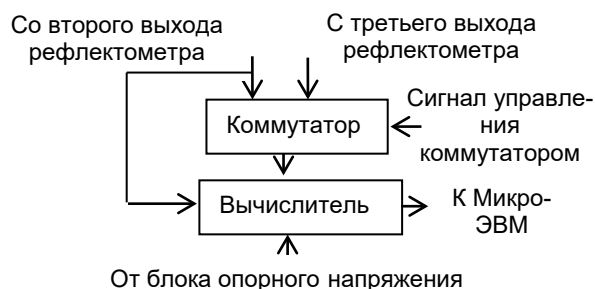


Рис. 2

Выражение для модуля коэффициента передачи K_X исследуемого четырехполюсника имеет вид

$$K_X = 1 - \frac{U_B}{K_B U_{оп}}$$

где U_B — напряжение на выходе вычислителя; $U_{оп}$ — опорное напряжение; K_B — масштабный коэффициент.

Анализ работы устройства приводит к выражению для погрешности измерения

$$\delta_{KX} = \frac{1 - K_X}{K_X} (\delta U_B - \delta U_{оп} - \delta K_B),$$

где δU_B , $\delta U_{оп}$, δK_B составляющие погрешности измерения вычислителя, блока опорного напряжения и масштабного коэффициента.

3. Заключение

Предложена схема устройства на основе рефлектометра, методики калибровки и измерения, позволяющие измерять ослабления на фланцевых соединениях и других элементах протяженных волноводных трактов с высокой точностью. Дальнейшими задачами исследования являются совершенствование алгоритмов калибровки и обработки измерительной информации.

4. Список литературы

- [1] Трушкин, А. Н. Измерители параметров двухполюсников миллиметрового диапазона волн с автоматической коррекцией погрешностей : дис. канд. техн. наук : 05.11.08. Севастополь, 1986. — 242 с.

DEVICE FOR MEASUREMENT OF SMALL ATTENUATIONS

Trushkin A. N., Tkachenko M. O.

Scientific adviser: Trushkin A. N.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — An attenuation meter based on a reflectometer is considered. It is shown that the proposed scheme of the device, methods of calibration and processing of measurement information makes it possible to improve the accuracy of measurement of attenuations in the waveguide channels of radio engineering systems.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ КОМПЛЕКСНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ КВАДРАТУРНОГО МЕТОДА

Гимпилевич Ю. Б., Зебек С. Е.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Гимпилевич Ю. Б.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: stanislavzebek@mail.ru

Аннотация — Разработан автоматический измеритель комплексного коэффициента отражения (ККО) на основе квадратурного метода, обладающий высокими метрологическими характеристиками, малыми габаритами, массой и стоимостью.

1. Введение

Существует многополюсный СВЧ преобразователь коммутационного типа [1], на его основе осуществляется автоматизация фазометрического метода измерения. Однако, у данного устройства имеется недостаток, связанный с применением фазового детектора, вследствие чего увеличиваются габариты, масса и стоимость аппаратной части. Предлагается проводить измерения комплексных параметров СВЧ узлов при помощи ранее разработанного квадратурного метода [2]. Для этого из СВЧ преобразователя исключается фазодетекторная секция, которая заменяется парой квадратурных демодуляторов с инвариантными входами. Структурная схема автоматического измерителя показана на рис. 1.

2. Основная часть

Сигнал от СВЧ генератора (ГСВЧ) поступает в нагрузку Н. Четырехзондовая измерительная линия (ИЛ) осуществляет анализ фазового распределения поля вдоль линии передачи. Расстояние между зондами составляет $\lambda/8$, где λ — длина волны.

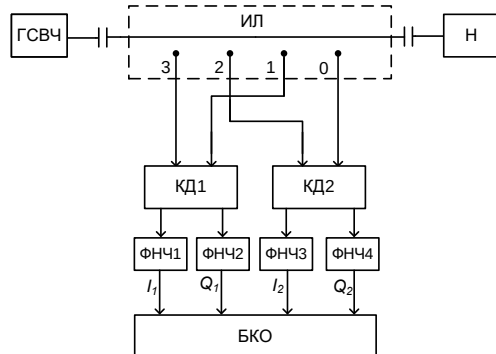


Рис. 1

СВЧ сигналы с ненаправленных зондов 0 — 3 поступают на входы квадратурных демодуляторов КД1 и КД2. В результате перемножения этих сигналов на выходах фильтров нижних частот ФНЧ1—ФНЧ4 формируются пары квадратурных составляющих:

$$\begin{aligned} I_1 &= KU_1U_3 \cos \left[\arctg \left(\frac{2\Gamma \sin(\varphi + \varphi_0)}{1 - \Gamma^2} \right) \right]; \\ Q_1 &= KU_1U_3 \sin \left[\arctg \left(\frac{2\Gamma \sin(\varphi + \varphi_0)}{1 - \Gamma^2} \right) \right]; \\ I_2 &= KU_0U_2 \cos \left[\arctg \left(\frac{2\Gamma \cos(\varphi + \varphi_0)}{1 - \Gamma^2} \right) \right]; \\ Q_2 &= KU_0U_2 \sin \left[\arctg \left(\frac{2\Gamma \cos(\varphi + \varphi_0)}{1 - \Gamma^2} \right) \right], \end{aligned} \quad (1)$$

где $U_0...U_3$ — напряжения на выходах зондов 0 — 3; $K = K_1K_2^2$; K_1 — коэффициент преобразования квадратурного демодулятора; K_2 — коэффициент отклонения; Γ — модуль ККО; φ — аргумент ККО в плоскости подключения первого зонда (с но-

мером 0), φ_0 — набег фазы от плоскости подключения нагрузки до плоскости подключения первого зонда, который определяется путем калибровки.

В блоке квадратурной обработки (БКО) осуществляется расчет модуля и аргумента комплексного коэффициента отражения. Вначале определяются составляющие фазового распределения:

$$\begin{cases} \Delta\theta^{(1)} = \arctg(Q_1/I_1) = \arctg \frac{2\Gamma \sin(\varphi + \varphi_0)}{1 - \Gamma^2}; \\ \Delta\theta^{(2)} = \arctg(Q_2/I_2) = \arctg \frac{2\Gamma \cos(\varphi + \varphi_0)}{1 - \Gamma^2}. \end{cases} \quad (2)$$

Проведя несложные тригонометрические преобразования, определяем Γ и φ :

$$\varphi = \arctg \frac{\tg(\Delta\theta^{(1)})}{\tg(\Delta\theta^{(2)})} - \varphi_0; \quad (3)$$

$$\Gamma = \frac{\sqrt{1 + \tg^2(\Delta\theta^{(1)}) + \tg^2(\Delta\theta^{(2)})} - 1}{\sqrt{\tg^2(\Delta\theta^{(1)}) + \tg^2(\Delta\theta^{(2)})}}. \quad (4)$$

3. Заключение

Таким образом, разработан автоматический измеритель комплексного коэффициента отражения на основе квадратурного метода. Данное устройство позволяет проводить измерения комплексных параметров микроволновых двухполюсников в широком динамическом диапазоне по мощности, при этом обладая полной автоматизацией, малыми габаритами, массой и стоимостью, что в теории позволяет его использовать в условиях встроенного контроля.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ по теме «Разработка интегральной схемы микроволнового диапазона частот для диаграммообразующих модулей АФАР на основе кремниевой технологии» (задание №8.3962.2017/4.6).

4. Список литературы

- [1] Гимпилевич, Ю. Б. Измерение и контроль параметров микроволновых трактов / Ю. Б. Гимпилевич. — Севастополь: СевНТУ, 2009. — 296 с.
- [2] Gimpilevich, Yu. B. Two-probe method of the measurement of the impedance in the microwave range using the quadrature processing / Yu. B. Gimpilevich, S. E. Zebek, P. P. Ovcharov // Proc. of the 25th IEEE Int. Conf. «Microwave & Telecommunication Technology, CriMiCo-2016». — Sevastopol, Crimea, Sept. 4 — 10, 2015. — Vol. 2. — P. 1913 — 1919.

THE AUTOMATIC METER OF COMPLEX REFLECTION COEFFICIENT BASED ON THE QUADRATURE METHOD

Gimpilevich Yu. B., Zebek S. E.

Scientific adviser: Gimpilevich Yu. B.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The automatic meter of the complex reflection coefficient based on the quadrature method has been developed, which has high metrological characteristics, small dimensions, mass and cost.

МЕТОДИКИ ВВОДА КОНДУКТИВНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ В ЭЛЕКТРОННЫЕ СБОРОЧНЫЕ УЗЛЫ КОЛЕСНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Розвадовский А. Ф., Сподобаев А. М., Чмыхалова Е. В.
 Научный руководитель: канд. техн. наук Розвадовский А. Ф.
 Научно-исследовательский институт радио, Россия
 E-mail: raf@niir.ru

Аннотация — Рассмотрена реализация метода испытаний электрических/электронных сборочных узлов на устойчивость к воздействию кондуктивных помех. Приведены результаты изготовления необходимой технической оснастки.

1. Введение

Непрерывное развитие автомобильной техники приводит к появлению в них новых электронных/электрических узлов (ЭСУ), обеспечивающих большую безопасность, комфорт, динамические характеристики, экономичность и др.

Как следствие, это приводит к усложнению конструкции транспортного средства (ТС) в целом и повышению требований к электромагнитной совместимости (ЭМС) ЭСУ между собой.

При этом необходимо отметить, что процессе производства и эксплуатации ТС претерпевают модернизации, в них появляются новые ЭСУ, параметры ЭМС которых также следует подтверждать.

В данной работе рассмотрен один из подходов реализации методов испытаний ЭСУ по параметрам ЭМС — устойчивости к воздействию кондуктивных помех.

2. Основная часть

Наиболее общим подходом при испытаниях устойчивости ЭСУ к воздействию внешних электромагнитных помех являются испытания в условиях свободного поля [1].

Однако данный подход не всегда целесообразен, особенно в случаях, когда ЭСУ заключено в металлический корпус.

В этом случае предпочтительнее проводить испытания к воздействию кондуктивных помех.

Методика введения таких помех в соединительные (сигнальные) линии и цепи питания ТС изложена в [2]. А пример компоновки испытаний приведен на рис.1, где цифрами обозначены: 1 — генератор сигналов; 2 — широкополосный усилитель; 3 — инжекционный зонд радиочастотного диапазона; 4 — радиочастотный инжекционный зонд; 5 — испытуемое устройство; 6 — анализатор спектра.

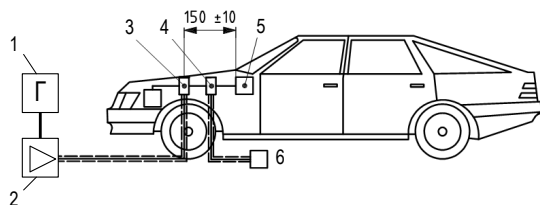


Рис. 1

Данный метод эффективен, если помеха вводится в провода вблизи испытываемого ЭСУ на расстоянии, не превышающем 150 ± 10 мм (см. рис.1).

Если же цепи электропитания и сигнальные линии имеют значительную длину, превышающую несколько метров, лучше использовать метод [3].

Он позволяет создать равномерное электромагнитное поле (ЭМП) вдоль всей длины проводов и оценить устойчивость к его воздействию как отдель-

ного ЭСУ, так и их группы, подключенных к жгуту проводов.

С целью реализации данного метода в ИЦ «Омега» была изготовлена 150-миллиметровая полосковая линия (см. рис.2).

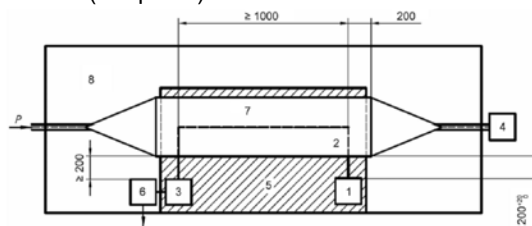


Рис. 2

Испытуемое устройство 1 посредством жгута проводов 2 подключается к внешнему (другому) ЭСУ 3. Нагрузочное сопротивление 4 необходимо для согласования линии. Изолирующая подложка 5 используется для изоляции ЭСУ 1 и жгута проводов 2 от металлической подстилающей пластины 8 согласно методике испытаний [3]. Активный проводник 7 и пластина 8 используются для создания требуемого электромагнитного поля. Эквивалент(ы) сети 7 обычно используются для подключения ЭСУ 3 к цепям питания.

3. Заключение

Таким образом, изготовленная специалистами ИЦ «Омега» 150-миллиметровая полосковая линия позволяет проводить более объективные тесты ЭСУ по параметрам ЭМС, исключая влияние экранирующих поверхностей и создавать более равномерное ЭМП вдоль соединительных проводов.

4. Список литературы

- [1] Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении электромагнитной совместимости. ООН. Правила № 10. — 2008. — 86 с.
- [2] Межгосударственный стандарт ГОСТ ИСО 11452-4-2007. Транспорт дорожный. Методы испытаний компонентов на устойчивость к воздействию узкополосного излучения электромагнитной энергии. Часть 4. Инжекция объемного тока. — 2007. — 21 с.
- [3] Межгосударственный стандарт ГОСТ ИСО 11452-5-2007. Транспорт дорожный. Методы испытаний компонентов на устойчивость к воздействию узкополосного излучения электромагнитной энергии. Часть 5. Полосковая линия передачи. — 2007. — 13 с.

METHODS OF INPUT OF CONDUCTIVE ELECTROMAGNETIC DISTURBANCES IN ELECTRONIC ASSEMBLING UNITS OF WHEELED VEHICLES

Rozvadovskiy A. F., Spodobayev A. M., Chmykhalova E. V.
 Scientific adviser: Rozvadovskiy A. F.
 Radio Research and Development Institute, Russia

Abstract — The realization of the method of testing for immunity of electrical/electronic sub-assemblies to conductive disturbances is considered. The manufacturing results of the necessary technical equipment are given.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИСПЫТАНИЙ АППАРАТУРЫ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ

Розвадовский А. Ф., Беликов Д. Н., Ящук М. А.
 Научный руководитель: канд. техн. наук Розвадовский А. Ф.
 Научно-исследовательский институт радио, Россия
 E-mail: raf@niir.ru

Аннотация — Рассмотрена реализация метода испытаний аппаратуры спутниковой навигации с использованием подсистемы автоматического тестирования, предоставляемой АО ГЛОНАСС («ПТ версии 2.0»).

1. Введение

Развитие сервисов и услуг спутниковой навигации привело к появлению данных устройств на транспортных средствах в виде бортовых маршрутных компьютеров, GPS трекеров, навигаторов и др.

Особняком в данном случае стоит аппаратура спутниковой навигации (далее – АСН), использование которой регламентируется нормативной документацией, в частности Техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств» (ТР ТС 018/2011) [1].

Более детальные требования к данной продукции изложены в ГОСТ 33472-2015 [2], ГОСТ 33473-2015 [3], ГОСТ 33474-2015 [4].

Оценка соответствия предполагает проведения большого объема испытаний в специализированных испытательных лабораториях, имеющих необходимое оборудование.

Однако для предсертификационных испытаний разработчику АСН необязательно приобретать необходимое испытательное/измерительное оборудование или обращаться в испытательную лабораторию.

В этом случае можно воспользоваться функционалом подсистемы автоматического тестирования, предоставляемой АО ГЛОНАСС («ПТ версии 2.0»).

В данной работе рассмотрены возможности использования «ПТ версии 2.0» для проверки работоспособности АСН.

2. Основная часть

Для выполнения проверок АСН должна быть зарегистрирована в «ПТ версии 2.0», для этого заполняются поля, приведенные на рис.1.

Рис. 1

После этого разработчику предоставляется возможность провести проверку своего изделия в ручном или автоматическом режиме, выбрав соответствующий тест (рис.2).

Рис. 2

По результатам проверок выдается сообщение об успешном или неуспешном окончании проверки.

3. Заключение

Таким образом, «ПТ версии 2.0», предоставляемая АО «ЭРА-ГЛОНАСС», является гибким инструментом, позволяющим разработчикам АСН определить готовность своего изделия к проведению сертификационных испытаний.

4. Список литературы

- [1] Техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств» (ТР ТС 018/2011) Утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 877 (с изменениями и дополнениями по состоянию на 11.07.2016 г.)
- [2] ГОСТ 33472 Глобальная навигационная спутниковая система. Аппаратура спутниковой навигации для оснащения колесных транспортных средств категорий М и N. Общие технические требования. — 2015. — 74 с.
- [3] ГОСТ 33473 Глобальная навигационная спутниковая система. Аппаратура спутниковой навигации для оснащения колесных транспортных средств. Методы функционального тестирования. — 2015. — 16 с.
- [4] ГОСТ 33474 Глобальная навигационная спутниковая система. Аппаратура спутниковой навигации для оснащения колесных транспортных средств. Методы испытаний на соответствие требованиям по электробезопасности, климатическим и механическим воздействиям. — 2015. — 20 с.

METHODS AND MEANS OF TESTING SATELLITE NAVIGATION EQUIPMENT

Rozvadovskiy A. F., Belikov D. N., Yashchuk M. A.
 Scientific adviser: Rozvadovskiy A. F.
 Radio Research and Development Institute, Russia

Abstract — The implementation of the test method for satellite navigation equipment, using the automatic testing subsystem provided by JSC GLONASS ("ST version 2.0"), is considered.

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВАХ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ЗОНДА

Афонин И. Л., Бугаёв П. А., Разсказчиков А. В.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: pasha_ba@mail.ru

Аннотация — Разработана математическая модель ВАХ цилиндрического зонда, которая дает результирующую концентрацию потока и фона. Также эта методика позволила расширить возможности зондового метода и понизить погрешность измерений.

1. Введение

Зондовые измерения в потоке бесстолкновительной плазмы, истекающей из плазменных двигателей, позволяют получить локальную информацию о потенциале и напряженности электрического поля, концентрации заряженных частиц, электронной и ионной температуре, направленной скорости потока, характерных временах релаксации в плазме, толщине слоя объемного заряда вблизи зонда или стенки двигателя и так далее.

Аналогичные измерения скорости потока плоскими ориентированными зондами проводились ещё в 70-х годах прошлого столетия [1], однако они носили скорее качественный, чем количественный характер, поскольку в то время, да и в настоящее время нет достаточного для обработки ВАХ [2] количества характеристик плоских зондов в потоке разряженной плазмы.

2. Основная часть

Разработана зондовая методика, основанная на применении блока из двух ориентированных цилиндрических зондов, расположенных вдоль потока и поперёк потока. Такая методика в ряде случаев позволяет получить информацию о величине направленной скорости потока (если концентрация фоновой плазмы мала по сравнению с концентрацией в потоке), или отдельно информацию о концентрации фоновой плазмы и о концентрации плазмы в потоке (если известна направленная скорость потока).

На рис. 1 приведен набор ВАХ цилиндрического зонда в поперечном потоке бесстолкновительной плазмы ($\varepsilon = 1$).

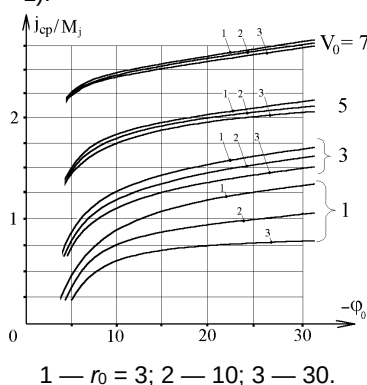


Рис. 1

Из математической модели и рис. 1 следует, что средняя плотность ионного тока по обводу цилиндра зависит от следующих безразмерных параметров:

$$r_0 = \frac{r_p}{M_r}, \quad \Phi_0 = \frac{\Phi_p}{M_\Phi}, \quad v_0 = \frac{v_\infty}{M_{v_i}}, \quad \varepsilon = \frac{T_{i\infty}}{T_{e\infty}}.$$

вытекает, что с увеличением безразмерной скорости v_0 ВАХ сближаются для различных значений параметра r_0 и постепенно сливаются в одну линию (при $v_0 > 7$). Физически это означает, что при $v_0 > 7$ влияние направленной скорости преобладает над влиянием электрического поля и ток на зонд определяется только направленным движением

$$I_i = en_{i\infty} v_\infty 2r_p l_p, \quad (1)$$

где v_∞ — скорость направленного движения,

$2r_p l_p$ — сечение зонда, обращенное перпендикулярно вектору скорости.

Пожоую физическую интерпретацию использовал И. Ленгмюр, который совместно с Мотт-Смиттом предложил формулу для зондового тока в зависимости от параметров плазмы

$$I_i = en_{i\infty} v_\infty 2r_p l_p (1 - \exp(-(mv_\infty^2/2)))^{1/2}. \quad (2)$$

Вычислительные эксперименты показали, что при относительно больших скоростях выражение (2) достаточно точно определяет зависимость тока от параметров r_0 , v_0 , Φ_0 . В области относительно небольших скоростей ($v_0 < 3$) формула (2) дает завышенное значение относительно точного решения системы, поскольку получена в предельном случае орбитального движения и дает верхнее предельное значение тока на зонд в бесстолкновительном режиме.

В другом предельном случае при $v_0 \rightarrow 0$ ВАХ, изображенные на рис. 1, совпадают с результатами Лафрамбуаза для случая покоящейся бесстолкновительной плазмы.

3. Заключение

Разработана математическая модель ВАХ цилиндрического зонда, которая дает результирующую концентрацию потока и фона. Также эта методика позволила расширить возможности зондового метода и понизить погрешность измерений.

4. Список литературы

- [1] Алексеев, Б. В. Зондовый метод диагностики плазмы / Б. В. Алексеев, В. А. Котельников. — М.: Энергоатомиздат, 1988. — 424 с.
- [2] Котельников, М. В. Вольтамперные характеристики цилиндрического зонда в потоке столкновительной и бесстолкновительной плазмы / М. В. Котельников // ТВТ. — 2008. — Т. 46. — № 5. — С. 28 — 33.

DEVELOPMENT OF THE MATHEMATICAL MODEL OF VAC OF CYLINDRICAL PROBE

Afonin I. L., Bugayov P. A., Razskazhnikov A. V.

Scientific adviser: Afonin I. L.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A mathematical model of the VAC characteristic of a cylindrical probe is developed. The model gives the resultant concentration of flux and background. Also, the technique allowed to expand the capabilities of the probe method and to reduce the measurement error.

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ СВЧ-ВЛАГОМЕТРИИ

Трушкин А. Н., Бутенко Е. Е.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: evgeniy.sev@bk.ru

Аннотация — Рассмотрены основные методы определения содержания в материале влаги с помощью сверхвысоких частот.

1. Введение

Современные технологические приемы производства неметаллических изделий и сельскохозяйственных продуктов в значительной мере связаны с влажностью. Избыток или отсутствие в материале влаги отражается на его физико-химических, механических и качественных показателях [1]. Быстрое и точное определение содержания воды в том или ином материале, как в процессе производства, так и в период эксплуатации является важнейшей задачей технического прогресса.

2. Основная часть

На данный момент существует классификация методов измерения влажности, основанная на использовании сверхвысоких частот. В ней выделяют две группы методов:

1) Методы, основанные на измерении ε' и $tg\delta$ влажных материалов, как функции влагосодержания (диэлектрические методы).

2) Методы, основанные на измерении оптических характеристик влажных материалов — коэффициентов поглощения и отражения, как функции влагосодержания (оптические методы).

При использовании диэлектрических методов, измерения проводятся либо в волноводах, либо в резонаторах [2].

Измерения в волноводах. Наиболее простым является способ измерения, при котором сечение волновода полностью заполняется исследуемым влажным материалом. В отсутствие образца в волноводе устанавливается стоячая волна. Это происходит за счет интерференции прямой и отраженной от задней стенки волновода волн. Если в волновод поместить образец влажного материала толщиной d вплотную к задней стенке, картина распределения поля стоячей волны изменится.

Измерения в резонаторах. Собственная частота колебаний резонатора F_p и его добротность являются весьма чувствительной функцией ε' и ε'' и, как следствие этого, влажности [2].

При использовании оптических методов, измерения проводятся бесконтактным методом, что является характерной особенностью. Данные методы получили широкое применение в технике СВЧ-влажнометрии. Это обусловлено простотой методики измерений, несложностью применяемой аппаратуры и наличием разработанной теории взаимосвязи между дисперсионными и влажностными характеристиками материала. Идея оптических методов проста и состоит в измерении проходящих или отраженных от влажного материала электромагнитных волн, собранных в узкие пучки с помощью передающих и приемных антенн [1].

Подавляющее большинство СВЧ-влажнометров работают, используя принцип измерения влажности по поглощению радиоволн сверхвысокой частоты [1].

Простейшая схема измерений приведена на рис. 1. Радиоволны, вырабатываемые источником электромагнитных СВЧ-колебаний 1, по волноводу 2 поступают на передающую рупорную антенну 3, откуда направляются узким лучом на влажный материал 4. Далее они частично поглощаются находящейся в материале водой и попадут на приемную рупорную антенну 5, откуда по волноводу 6 поступят на аттенюатор 7, служащий для непосредственного измерения ослабления в дБ. После детектирования детектором 8 постоянная составляющая сигнала (или низкочастотная) усиливается усилителем 9 и регистрируется индикатором 10. Ослабление, измеренное аттенюатором, является функцией влажности образца 4.

Помимо рассмотренных методов, существует метод, также относящийся к разряду оптических. Он основан на измерении влажности по величине коэффициента отражения электромагнитных волн. Однако данный способ не нашел широкого применения в практике СВЧ-влажнометрии, так как точность определения влажности сравнительно низкая, особенно в области малых влагосодержаний.

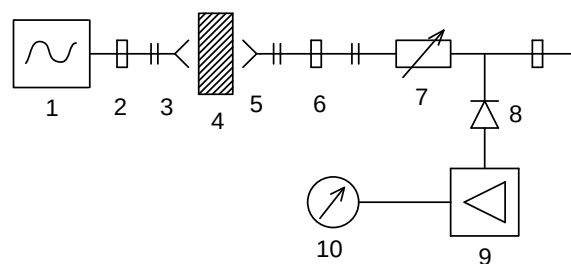


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, в отличие от метода измерения по величине коэффициента отражения, метод измерения по поглощению радиоволн получил наибольшее распространение. Это связано с простотой измерений и отсутствием надобности в физическом контакте между влагомером и исследуемым материалом.

4. Список литературы

- [1] Бензарь, В. К. Методы СВЧ-влажнометрии // Техника СВЧ-влажнометрии. — Минск : Высш. шк., 1974. — С. 54 — 85.
- [2] Берлинер, М. А. Влажность материалов и методы ее определения // Измерения влажности. — М. : Энергия, 1973. — С. 16 — 26.

THE BASIC METHODS OF SUPER-HIGH-FREQUENCY HYDROMETRY

Trushkin A. N., Butenko E. E.

Scientific adviser: Trushkin A. N.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The main methods for determining the moisture in a material, using super-high frequencies, are considered.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПОВРЕЖДЕНИЙ АВТОМОБИЛЯ

Вильсон Н. Г., Широкова Е. И., Мордвинова А. Ю., Широков И. Б.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: nina0506@mail.ru

Аннотация — В данной статье предлагается методика для определения повреждений автомобиля в результате дорожно-транспортного происшествия. Является неотъемлемой частью системы аварийного сдвига кресел.

1. Введение

Никогда не стоит забывать о важности человеческой жизни в критических условиях. Особенно это касается ситуаций, связанных с автомобильными авариями, где крайне важна защита людей от серьезных последствий ДТП. Анализируя условия и причины аварий, была предложена система аварийного сдвига кресел, которая поможет уберечь людей от серьезных травм [1].

Проводя дальнейшие исследования, было установлено, что подобная система имеет ряд трудностей, с которыми приходится сталкиваться. Например, необходимо большое количество датчиков для определения повреждения. В системе аварийного сдвига кресел используются тензодатчики — это дорогостоящие компоненты. Помимо этого, нужно определить место повреждения автомобиля и способ передачи этой информации.

2. Основная часть

В рамках разработки системы автоматического сдвига кресел рассматриваются методы локализации повреждений автомобиля во время аварии. Исходя из идеи самой системы сдвига кресел, необходимо во время столкновения четко определить место повреждения. Это необходимо для срабатывания системы.

Сегодня для решения вопроса локализации места повреждения можно использовать различные методы и устройства. Для поставленной задачи можно применить некоторые датчики. Например, датчик удара, который срабатывает при небольшом ударе. Такое же действие имеют датчик качания автомобиля — это более устаревшее устройство, так как реагирует только на вибрации. Этот датчик неудобен в использовании, его необходимо постоянно подпитывать энергией для работы.

Можно также использовать датчики движения с инфракрасным свечением, которые реагируют на движение. Исходя из принципа работы, возникает проблема ложных срабатываний. Такое устройство крайне нестабильно и ненадежно.

Популярность набирают микроволновые датчики. Они не реагируют на незначительный шум, а также можно настроить зону чувствительности. Этот датчик имеет и ряд недостатков. Например, дороговизна, а также может нанести вред здоровью человека при тесном контакте.

Очень редко используются датчики положения. Он реагирует на изменение положения объекта. Однако, отсюда и недостатки таких датчиков. Кроме смены локации объекта это устройство определить не сможет. Также такие датчики имеют высокую цену, поскольку подобные устройства требуют дополнительного обеспечения для локализации. Такого же типа есть датчики перемещения. Они тоже реагиру-

ют на смещение объектов в пространстве. Это более совершенное устройство, но все также не подойдет для определения повреждения автомобиля в результате аварии.

Проанализировав все существующие датчики, которые могли бы помочь с локализацией повреждений, был сделан следующий вывод. На сегодняшний день нет эффективного метода, который подходил бы для выполнения поставленной задачи.

Предлагается выполнять анализ повреждений автомобиля в результате аварии с помощью тензодатчиков. Суть методики заключается в определении разности амплитуд между исходным значением и значениями в результате аварии. Из полученных данных, можно судить о размере полученного повреждения. В ходе измерения характеристик при аварии также можно определить местонахождения повреждения.

Представленная система может использоваться не только на автомобилях, но и для определения повреждений на судне.

3. Заключение

В результате анализа различных видов дорожно-транспортных происшествий были проведены исследования для модернизации системы аварийного сдвига кресел. Для решения поставленной задачи был предложен метод, основанный на использовании тензодатчиков. Разработанная методика имеет существенное значение для решения задачи уменьшения количества аварий и минимизации травм водителя и пассажиров автомобиля.

4. Список литературы

- [1] Block diagram for the car seat emergency shift system / A. A. Azarov, N. G. Wilson, I. V. Skorik, I. B. Shirokov // Матер. VII Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Севастополь, 18 апр. 2018. — Керчь : ФГБОУ ВО «КГМУ»; Севастополь : ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», 2018. — С. 92.
- [2] Azarov, A. The car seats emergency shift system / A. Azarov, A. Alessenko, N. Wilson // ProfMarket: Education. Language. Success, Sevastopol, Russia, March 26 — 27, 2018. — 2018. — P. 92 — 94.

MODERNIZATION OF SYSTEM FOR LOCALIZATION OF DAMAGES IN CAR

Wilson N. G., Shirokova E. I.,
 Mordvinova A. Y., Shirokov I. B.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — A methodology to determine the damage to the vehicle due to a traffic accident is proposed. The system is an integral part of the emergency shear seats.

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ФАЗОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ МОЩНОСТИ ФОРСИРОВАННОЙ ЗАГРУЗКИ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Байрамуков А. М., Байрамуков А. А.

Научный руководитель: канд. техн. наук Байрамуков А. М.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: alim.bayr@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены вопросы расчета основных параметров фазового регулирования мощности форсированной загрузки электрогенератора переменного тока. Изложена методика расчета простейшей схемы.

1. Введение

Установка форсированной загрузки (УФЗ) электрогенератора переменного тока (ЭПТ) включает один или несколько основных и дополнительных нагрузок активного характера, подсоединенных по параллельной схеме, в которой на дополнительные нагрузки подается напряжение лишь в фазовых режимах неполной загрузки ЭПТ [1].

Правильный выбор уставок напряжения срабатывания ключевого устройства фазового регулятора является непременным условием надежной и эффективной работы УФЗ ЭПТ.

2. Основная часть

Простейшая схема УФЗ ЭПТ состоит из основной R_1 и дополнительной R_2 активных нагрузок (рис. 1).

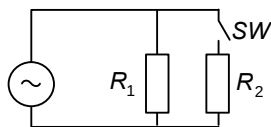


Рис. 1

Ключ SW замыкается на четных и размыкается на нечетных четвертях периода синуса при значении напряжения на входе нагрузок, равном:

$$|u(t)| = U_m \sin(\varphi_k) = U_k, \quad (1)$$

изменяя общее сопротивление работающих нагрузок, что позволяет включать дополнительную нагрузку R_2 при напряжениях $|u(t)| \leq U_k$, не превышая максимально допустимое значение потребляемой мощности $P_{\max}$ (рис. 2).

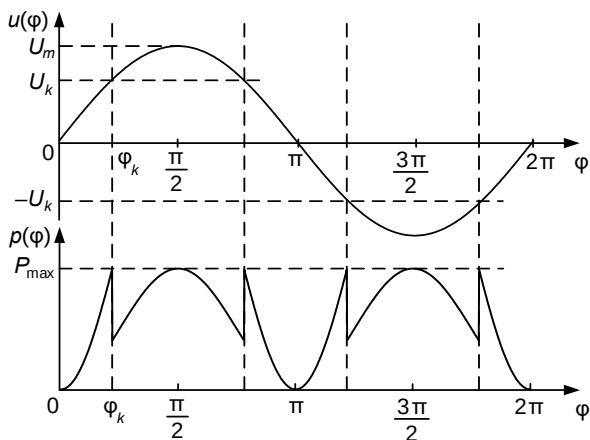


Рис. 2

Рассмотрим зависимость величины уставок напряжения U_k от значений сопротивлений нагрузок

R_1 и R_2 . После замыкания ключа SW общее сопротивление включенных нагрузок становится равным

$$R_{12} = R_1 R_2 / (R_1 + R_2). \quad (2)$$

Из рис. 2 видно, что

$$U_m^2 \sin^2(\varphi_k) / R_{12} = U_m^2 / R_1. \quad (3)$$

Из выражений (1), (2) и (3) получим зависимость величины напряжения U_k от значений сопротивлений нагрузок R_1 и R_2 :

$$U_k = U_m \sqrt{R_2 / (R_1 + R_2)};$$

$$R_2 = U_k^2 R_1 / (U_m^2 - U_k^2).$$

Отношение средней мощности за период с учетом работы дополнительной нагрузки R_2 к средней мощности за период при включении только основной нагрузки R_1 является функцией от φ :

$$K(\varphi_k) = \left(\frac{1}{\sin^2(\varphi_k)} - 1 \right) \frac{2\varphi_k - \sin(2\varphi_k)}{\pi} + 1. \quad (4)$$

Решая задачу максимума функции (4) на промежутке $[0; \pi/2]$ методом математического анализа [2] получено значение $K_{\max} = 1,1861$, чему соответствует оптимальное соотношение сопротивлений $R_2/R_1 = 0,678$ и значение напряжения $U_k = 197,8$ В при величине действующего напряжения 220 В:

3. Заключение

1) Применительно к простейшей схеме УФЗ ЭПТ расчетным путем получено максимальное значение коэффициента увеличения мощности загрузки генератора переменного тока $K_{\max} = 1,1861$.

2) Для простейшей схемы УФЗ ЭПТ расчетным путем определено оптимальное соотношение сопротивлений $R_2/R_1 = 0,678$.

3) При величине действующего напряжения 220 В применительно к простейшей схеме получено значение уставки напряжения $U_k = 197,8$ В настройки ключа SW .

4. Список литературы

- [1] Патент RU №2655676, кл. МПК H02J3/12, G05F1/66. Способ отбора мощности электрогенератора переменного тока в режиме "полной загрузки" и электроустановка для его осуществления / А. М. Байрамуков, А. А. Байрамуков. Опубл. 29.05.2018. Бюл №16.
- [2] Фихтенгольц, Г. М. Основы математического анализа. Т. 1 / Г. М. Фихтенгольц. — М.: Изд-во «Наука», 1968. — 435 с.

CALCULATION OF PARAMETERS OF POWER PHASE REGULATION FOR FORCED LOADED AC POWER GENERATOR

Bayramukov A. M., Bayramukov A. A.
Scientific adviser: Bayramukov A. M.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The problems of calculating the main parameters of the power phase regulation of the forced loaded ac power generator are considered. The procedure for calculating the simplest scheme is described.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РАСШИРЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА ДЛЯ АЦП ВЫСОКОГО БЫСТРОДЕЙСТВИЯ

Смекодуб В. А., Калужный Л. И., Щекатурин А. А.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Щекатурин А. А.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 Email: Smekodub@uranis.pro

Аннотация — Разработана методика, позволяющая расширить динамический диапазон АЦП высокого быстродействия за счет применения операции вычитания опорного сигнала из входного информационного сигнала. Такой способ позволяет увеличить динамический диапазон на 2 — 5 бит.

1. Введение

Современные АЦП высокого быстродействия имеют максимальные рабочие частоты вплоть до нескольких сотен мегагерц, но при этом внутренняя архитектура этих микросхем не позволяет получить высокую разрешающую способность квантования сигнала. Типовые значения для такого рода АЦП составляют 8 бит на частоте 100 МГц. Иногда данной глубины квантования недостаточно, в особенности, когда речь идет о приеме и обработке слабых радиочастотных сигналов. Существующие АЦП с большей глубиной квантования, имеют высокий уровень потребляемой мощности и большую стоимость. Данный способ позволяет расширить динамический диапазон (ДД) АЦП без заметных ухудшений основных параметров системы.

2. Основная часть

Примененный подход к построению системы заключается в использовании всего рабочего диапазона АЦП при измерении сигналов как малого, так и большого уровней путем увеличения или уменьшения входного сигнала на заданную величину. Для лучшего выделения на фоне внутренних шумов АЦП при увеличении сигнала применяется операция умножения. При уменьшении сигнала применяется операция вычитания таким образом, чтобы не произошло выхода за пределы измерения ДД АЦП. Эти операции контролируются микроконтроллером или аналогичным устройством. Также в схеме используются источники опорного напряжения, прецизионные делители напряжения, усилитель и вычитающее устройство.

На рис. 1 показана структурная схема разработанного устройства. Входной сигнал поступает на вход усилителя У с регулируемым коэффициентом усиления. Величина усиления задается управляющим сигналом от микроконтроллера блока МК. Далее сигнал поступает на вход вычитающего устройства ВУ. Вычитающее устройство производит операцию вычитания напряжения из напряжения входного сигнала в соответствии с сигналом управления от блока МК. Если уровень входного сигнала не превышает предела ДД АЦП, то блок ВУ пропускает сигнал на вход АЦП. Если же входной уровень сигнала превышает ДД АЦП, то блок ВУ производит вычитание сигнала блока ДУ из сигнала, поступающего со входа или из блока У. Таким образом, при каждом вычитании мы увеличиваем ДД обрабатываемого сигнала в 2 раза. Следует отметить, что АЦП выдает информацию только об уровне входного информационного сигнала, но не об абсолютном значении уровня. Вычисление абсолютного уровня выполняется в блоке МК. Блок ДУ выполняет функцию де-

ления или усиления уровня сигнала, поступающего от блока опорного источника напряжения ОИН, который вырабатывает эталонный уровень напряжения, вычитаемого из входного сигнала. Далее сигнал из блока АЦП поступает на вход МК, который сопоставляет данные о коэффициенте усиления У или величине вычитаемого напряжения в блоку ВУ и производит расчет измеренного напряжения.

Точность получаемых в процессе измерения результатов определяется динамическим диапазоном блоков ВУ и ДУ, а также точностью ИОН. Система должна обладать быстродействием, достаточным чтобы в момент измерения АЦП произвести коммутацию сигнала и завершить переходные процессы, чтобы они не влияли на измеряемые величины.

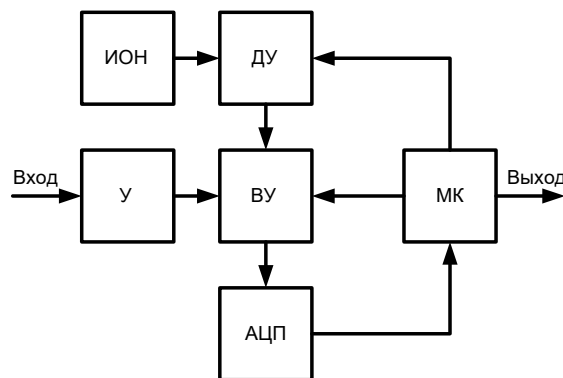


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, разработана структурная схема системы, позволяющая расширить динамический диапазон АЦП высокого быстродействия.

4. Список литературы

- [1] Якубовский, С. В. Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы : справ. / С. В. Якубовский, Л. И. Ниссельсон, В. И. Кулешова [и др.] — М. : Радио и связь, 1990. — 496 с.
- [2] Марцинкявичюс, А. К. Быстродействующие ЦАП и АЦП и измерение их параметров / А. К. Марцинкявичюс, Р. Л. Поцюнас [и др.] ; под ред. А. К. Марцинкявичюс. — М. : Радио и связь, 1988. — 224 с.

DEVELOPMENT OF A DYNAMIC RANGE EXPANSION FOR A HIGH-FAST ADC

Smekodub V. A., Kalyuzhny L. I.,
 Schekaturin A. A.

Scientific adviser: Schekaturin A. A.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The technique allowing to expand the dynamic range of a high-speed ADC by applying the operation of subtracting a reference signal from an input information signal is considered. This method allows a 2-5 bits dynamic range increase.

Keysight Technologies Inc.



г. Москва, Космодамианская наб., 52,
стр. 3

Тел. +7(495)7973900; факс
+7(495)7973901

<http://www.keysight.com>

Лидер в производстве средств радиоэлектронного измерения и контроля.

Секция 6

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ОСОБЕННОСТИ ЦЕЛОЧИСЛЕННОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ФИЛЬТРОВ С БЕСКОНЕЧНОЙ ИМПУЛЬСНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ

Лукьянчиков А. В., Глинистый А. А., Никифоров С. М.
 Научный руководитель: канд. техн. наук Лукьянчиков А. В.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: glinstuy@mail.ru

Аннотация — Предложена структурная схема фильтра с бесконечной импульсной характеристикой для уменьшения используемой памяти с учетом особенности целочисленной реализации.

1. Введение

Для работы цифрового фильтра зачастую нужны большие объемы памяти [1]. В докладе рассмотрены способы уменьшения необходимого для фильтрации объема памяти путем изменения передаточной функции стандартного КИХ-фильтра.

2. Основная часть

Часто при реализации усреднения измеряемого сигнала используют фильтры с конечной импульсной характеристикой (КИХ) для примера структурная схема фильтра изображена на рис. 1. Его передаточная функция

$$y(x) = \frac{x_{-7} + x_{-6} + \dots + x_{-1} + x}{8},$$

где $x_{-7} \dots x_{-1}$ — предыдущие члены входной последовательности.

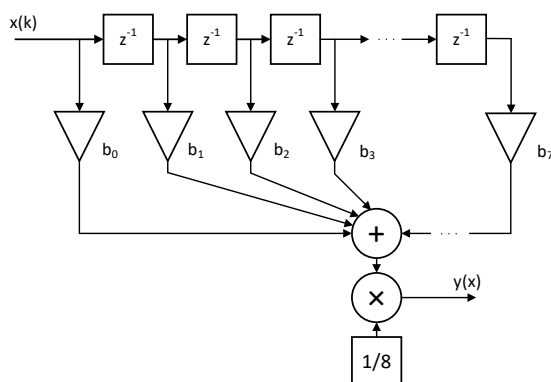


Рис. 1

Данный фильтр имеет недостаток, связанный с тем, что требуется запомнить 7 предыдущих значений входного воздействия для получения одного отсчета на выходе. При увеличении порядка фильтра это число также растет.

От этого недостатка свободны фильтры с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ), реализация такого фильтра, изображена на рис. 2 с передаточной функцией

$$y(x) = \frac{3 \cdot Y_{-1}}{4} + \frac{x}{4},$$

где Y_{-1} — предыдущий отсчет на выходе.

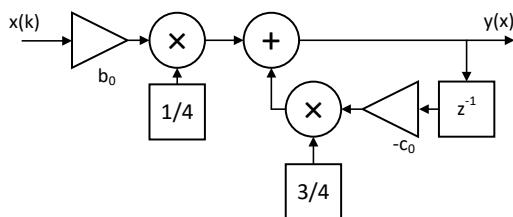


Рис. 2

В данной реализации используется лишь один элемент задержки, что требует от нас запоминать лишь один отсчет выходной последовательности.

Особенностью построения БИХ фильтров является то, что их полюса находятся строго на окружности, при этом выход за эту окружность приводит к самовозбуждению [2] фильтра и возникновению генерации сигнала. Если полюса находятся внутри окружности, то происходит затухания сигнала. Если фильтр реализуется в операциях с плавающей запятой, то описанные особенности не сказываются на точности вычислений. Однако, если фильтр реализуется в целочисленном исполнении, то из-за ошибок округления реальные полюса, как правило, смещаются внутрь окружности. Это приводит к серьезным ошибкам в вычислениях.

Для устранения этого недостатка предложена схема фильтра изображенного на рис. 3.

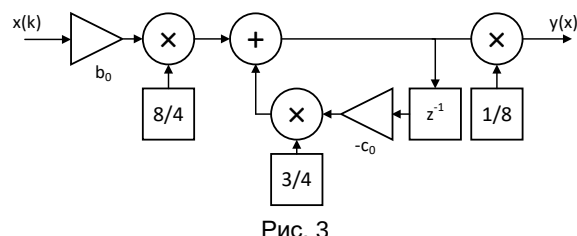


Рис. 3

Данная реализация позволяет работать с целочисленными переменными без потери точности фильтрации.

3. Заключение

Таким образом, предложена структурная схема БИХ-фильтра для уменьшения используемой памяти с учетом особенности целочисленной.

4. Список литературы

- [1] Лайонс, Р. Цифровая обработка сигналов / Р. Лайонс. — М. : Бинум-Пресс, 2009. — 256 с.
- [2] Кривобок, Ю. В. Разработка цифрового генератора на основе комплексного резонатора / Ю. В. Кривобок // 9-я междунар. молодёжная науч.-техн. конф. «Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций РТ-2013», 22 — 26 апр. 2013, Севастополь. — 2013. — С. 325.

FIXED POINT FILTERS WITH INFINITE PULSE CHARACTERISTIC REALIZATION FEATURES

Lukyanchikov A. V., Glinistiy A. A., Nikiforov S. M.
 Scientific adviser: Lukyanchikov A. V.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — A block diagram of a filter with an infinite impulse response is proposed to reduce the memory used, taking into account the singularity of the integer-valued.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ ПП CST MICROWAVE STUDIO

Паслён В. В., Рябченко В. Ю.

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

Аннотация — Изложены требования к современному моделированию в различных сферах и рассмотрен метод моделирования объектов в программном продукте CST Microwave Studio. Отмечены его возможности и преимущества.

1. Введение

Требования к моделированию в современном мире становятся выше, задачи усложняются. Такая тенденция привела к развитию моделирования. С появлением компьютеров моделирование перешло на новый уровень, поскольку дает более широкий спектр возможностей. В докладе рассматривается моделирование с использованием ПП CST Microwave Studio.

2. Основная часть

Современный научный мир ставит перед собой трудновыполнимые цели. Для решения множества задач всё больше прибегают к математическим моделям и моделированию в программных продуктах. Потому время, когда модель исследуемого объекта и условия самого процесса моделирования создавались вручную, отходит на второй план.

Модель объекта — это объект (материальный или информационный), который при независимом применении одних и тех же воздействий на оригинальный объект и модель сохраняется соответствие по некоторым важным характеристикам, то есть адекватность модели [1].

Моделирование объекта в программном продукте является задачей более высокого уровня и позволяет получить результат сразу в нескольких направлениях. Компьютерное моделирование позволяет на компьютере (или на множестве взаимодействующих устройств) получить результат высокой точности. Подобное моделирование используется в различных сферах: радиотехнике, медицине, механике и т.д.

CST(Computer Simulation Technology) — компания, основанная в 1992 году в Германии и уже в 1998 году выпустившая первую версию пакета CST Microwave Studio[2]. Данная компания занимается разработкой программного обеспечения для моделирования электромагнитных полей. В разрабатываемых программных продуктах применяется аппроксимация для идеальных граничных условий (Perfect Boundary Approximation, PBA). Главное преимущество данного метода заключается в том, что он использует возможности классической прямоугольной и тетраэдральной сетки при этом обеспечивает увеличение производительности без потерь точности вычислений.

ПП Microwave Studio дает возможность создания точной и адекватной модели. Данный программный продукт является понятным пользователю; весьма удобен и прост в обращении; высокая функциональность и широкий спектр возможностей.

Продукт позволяет решить ряд задач, которые также применимы и полезны в области радиотехники: расчет параметров антенн и устройств СВЧ; мо-

делирование распространения радиоволн; моделирование отражения от объектов; расчет эффективной поверхности рассеивания (ЭПР); электромагнитная совместимость; расчет нагрева устройств СВЧ. В докладе приведены примеры расчетных данных в данном программном продукте с учетом использования различных материалов, над разработкой которых работали ранее [3].

Рис. 1 представляет пример использования данного программного продукта для вычисления ЭПР идеально проводящей сферы на разных частотах

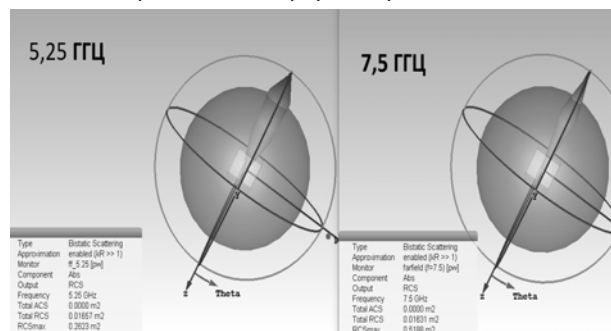


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, данный программный продукт CST Microwave Studio позволяет работать в различных областях и выполнять необходимые задачи. Важным является лишь соответствие требований программы и технических возможностей вычислительного устройства.

4. Список литературы

- [1] Потапов, А. С. Искусственный интеллект и универсальное мышление / А. С. Потапов. — СПб.: Политехника, 2012. — 711 с.
- [2] CST - Computer Simulation Technology [Электронный ресурс] / CST. — Режим доступа: <https://www.cst.com>.
- [3] Рябченко, В. Ю. Исследование способов уменьшения эффективной поверхности рассеивания радиотехнических объектов / В. Ю. Рябченко, В. В. Паслён // Матер. 13-й Междунар. молодежной науч.-техн. конф. «Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций, РТ-2017». — Севастополь: Изд-во СевГУ, 2017. — С. 54.

COMPUTER SIMULATION OF OBJECTS WITH CST MICROWAVE STUDIO

Paslyon V. V., Ryabchenko V. Yu.

Scientific adviser: Paslyon V. V.

Donetsk National Technical University, Donetsk

Abstract — The requirements for modern modeling in various spheres are outlined and the method of modeling objects in the software product CST Microwave Studio is considered. Its capabilities and advantages are noted.

МЕТОДИКА РАЗМЕЩЕНИЯ ТЕНЗО-ДАТЧИКОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ АВАРИЙНОГО СДВИГА КРЕСЕЛ

Азаров А. А., Вильсон Н. Г., Скорик И. В., Широков И. Б.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: andrej-azarov@bk.ru

Аннотация — В статье описаны возможные варианты размещения тензо-датчиков в автомобиле для решения задачи аварийного сдвига кресел. Предлагается использовать универсальный метод.

1. Введение

В процессе описания системы автоматического сдвига кресел автомобиля, были выявлены ряд проблем при решении поставленной задачи. От расположения датчиков будет зависеть быстродействие системы и эффективность срабатывания.

2. Основная часть

Механизм аварийного сдвига кресел подразумевает использование МК в качестве блока обработки показаний. По данным полученным с датчиков, вырабатывается выходной сигнал, поступающий на механизм управления сдвигом кресел. В данной системе входной сигнал должен поступать из места, имеющего максимальную вероятность поражения при ДТП.

Один из вариантов расположения датчиков подразумевает полное покрытие корпуса автомобиля в качестве внешнего слоя. Полное покрытие автомобиля снаружи, имеет ряд других недостатков:

1. Уменьшается скорость реакции системы.
2. Экономическая целесообразность.

Другой вариант размещения сенсоров — по уровню. Выбирается некоторый уровень, на которой располагается полоса датчиков. Преимущество этого метода в стоимости системы, а также в скорости обработки данных, так как количество датчиков уменьшается, но есть и недостатки. Это проявляется в случае аварий, где место удара смещено на небольшое расстояние от выбранного уровня. Этот недостаток исключает возможность в использовании предложенной системы.

В процессе исследования было решено использовать комбинированную систему. При авариях легкой степени, чаще всего удар приходится на переднюю и заднюю часть автомобиля, двери и зеркала. Согласно статистики, к таким ДТП наиболее часто относятся наезд на пешехода (49,3%), Наезд на препятствие (8,4%), наезд на велосипедиста (8,0%). При аварии средней степени добавляются боковые стороны (область дверей). В этом случае, можно к таким ДТП отнести столкновение на пересечении дорог (6,2%) и попутное (2,9%). Также немало важным является глубина вмятин при повреждении того или иного участка автомобиля при авариях легкой и средней тяжести. К ДТП высокой степени повреждения относятся лобовое столкновение (7,8%) и опрокидывание транспортного средства (14,4%). В этом случае деформируются в большей степени внутренние блоки, а именно двигатель и вся силовая, электрическая и механическая части автомобиля. Также в данном случае происходит деформация области багажника и салона автомобиля.

С учетом вышесказанного, следует, что тензо-датчики целесообразно расположить в местах с наибольшей степенью повреждения. Исходя из ис-

следований, необходимо разместить порядка n датчиков на дюйм в квадрате ($1 [1/\text{inch}^2]$) в следующих местах: передняя часть автомобиля, зеркала и боковые стороны дверей. Площадь тензо-сенсоров взята 1cm^2 . Для задней части транспортного средства, а также дверей багажника было решено использовать половину датчиков от n на дюйм в квадрате ($0,5 [1/\text{inch}^2]$). Площадь покрытия этих участков повреждения значительно больше, что требует финансовых затрат в случае увеличения количества сенсоров. Однако в определении повреждений значительной разницы наблюдаться не будет, так как места повреждений средней тяжести, согласно статистике, имеет большую площадь деформации. Размещение же датчиков на участке тяжелых повреждений должно быть локализовано следующим образом: вся силовая часть и механическая должны быть покрыты тензо-снсорами с плотностью $1/3n$ датчика на дюйм в квадрате. Но только в частях имеющих соответствующие выпуклости или поверхности приближенные к поверхности кузова (ставить датчики в скрытых местах не имеет смысла). Для защиты салона, предлагается обшить кузов сенсорами с внешней стороны, но только в областях, где салон переходит в кузов (крыша, границы стекол), с плотностью расположения датчиков равной $1/6n$ датчиков на дюйм в квадрате. В этом случае причина аналогична рассуждению об участках со средней степенью повреждений.

Предложенный вариант расположения датчиков подразумевает максимально эффективное использование поверхности автомобиля и финансовых ресурсов для достижения максимально эффективного функционирования системы.

3. Заключение

В процессе разработки системы аварийного сдвига кресел, была поставлена задача локализации тензо-датчиков по всей площади автомобиля, не теряя при этом в локализации повреждений, а также сохраняя преимущества в финансовой части разработки. Количество датчиков бралось примерное.

4. Список литературы

- [1] Azarov, A. The car seats emergency shift system / A. Azarov, A. Alessenko, N. Wilson // ProfMarket : Education. Language. Success, Sevastopol, Mar. 26 — 27, 2018. — С. 92 — 94.

THE METHOD OF PLACING THE STRAIN GAUGES FOR CAR SEAT EMERGENCY SHIFT SYSTEM

Azarov A. A., Wilson N. G., Skorik I. V., Shirokov I. B.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The possible options for placing strain gauges in a car for solving the problem of emergency seat shift are described. The use of universal method is proposed.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ЛОГИТ ФОРМЫ В МОДЕЛЯХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Смирнов Б. И., Никифоров С. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Смирнов Б. И.

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»

им. В.И. Ульянова (Ленина), Россия

E-mail: stepka_007@mail.ru

Аннотация — Представление результатов прогноза, полученных с помощью модели логистической регрессии, в виде шансов и их доверительных интервалов, рассчитанных разными методами.

1. Введение

Для оценки связи целевой дихотомической переменной от набора нескольких переменных используется логистическая регрессия, прогнозирующая вероятность принадлежности значения к тому или иному классу [1].

В докладе используется модель логистической регрессии прогнозирования осложнений после трансплантации костного мозга у детей с лейкозами. Приводится метод визуализации состояния пациента в виде шансов.

2. Основная часть

Шансы (*Odds*) — отношение вероятности того, что событие произойдет к вероятности того, что оно не произойдет, в нашем случае отношение целевой категории к альтернативной [2].

$$Odds(z) = \frac{p(z)}{1-p(z)},$$

где $p(z)$ и $1-p(z)$ — вероятности целевой и альтернативной категорий, z — регрессионная переменная.

С *Odds* связано представление логистической регрессии в логит-форме, представляющая собой натуральный логарифм *Odds*

$$\text{logit}(p(z)) = \ln \left[\frac{p(z)}{1-p(z)} \right] = z.$$

Здесь z целесообразно задавать в виде оценки с 95% доверительным интервалом (ДИ), предположив, что распределение оценки нормальное [2]:

$$ДИ = \hat{z} \pm t_{\alpha} \cdot \sigma,$$

где $\hat{z}$ — оценка; t_{α} — критическое значение α -го квантиля распределения Стьюдента; σ — СКО величины z . Для определения ДИ, необходима оценка σ , которую можно получить через дисперсию компонентов z .

Первый способ — грубая оценка. Дисперсия определяется как сумма дисперсий компонентов модели без учета взаимосвязей:

$$D = \sum_i^m D(\beta_i),$$

где $D(\beta_i)$ — дисперсии коэффициентов β_i , определяемые в результате построения модели.

Второй способ — оценка дисперсии с учетом взаимосвязей предикторов модели:

$$D = \sum D(\beta_i) + 2 \cdot \sum_{i < j} K_{ij},$$

где K_{ij} — корреляционный момент величин β_i , β_j , суммирование распространяется на все возможные парные сочетания.

Третий способ — использование bootstrap-анализа [3]. Суть bootstrap-анализа состоит в том, чтобы случайно извлекать повторные выборки из эмпирического распределения. В результате каждая следующая генерируемая псевдовыборка будет возвращать значение параметра, случайно отличающееся от вычисленного для первоначальной совокупности. На основе разброса значений анализируемого показателя, можно вычислить, ДИ оцениваемого параметра.

На рис. 1 представлены значения оценки z и ее доверительные интервалы, вычисленные тремя способами.

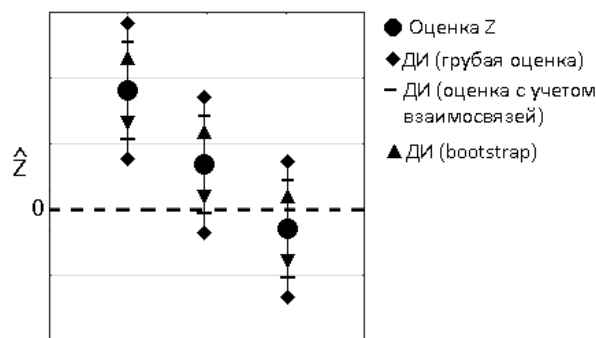


Рис. 1

3. Заключение

Рассмотрены варианты получения оценки ДИ шансов. По полученным результатам видно, что использование bootstrap-анализа позволяет получить значения 95%ДИ соизмеримыми с методом учитывающим взаимосвязи предикторов модели.

4. Список литературы

- [1] Kleinbaum, David G. Logistic Regression / David G. Kleinbaum, Mitchel Klein. — New-York : Springer-Verlag, 2002. — 513 p.
- [2] Ланг, Т. А. Как описывать статистику в медицине/ Т. А. Ланг. — American Collage of Physicians, 2006. — 478 с.
- [3] Шитиков, В. К. Рандомизация и бутстреп: статистический анализ в биологии и экологии с использованием R / В. К. Шитиков, Г. С. Розенберг. — Тольятти : Кассандра, 2013. — 314 с.

VIZUALIZATION OF THE LOGIT FORM IN PREDICTION MODELS

Smirnov B. I., Nikiforov S. V.

Scientific adviser: Smirnov B. I.

Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI", Russia

Abstract — The prediction's results, obtained with the help of the logistic regression model in the form of values of the odds ratio and their confidence intervals calculated by different methods, is presented.

АЛГОРИТМ СВЯЗЫВАНИЯ ПЕРЕСЕКАЮЩИХСЯ СТЕН В ЕДИНУЮ КОНСТРУКЦИЮ

Боровиков С. М., Янович Е. С., Берашевич П. А., Шнейдеров Е. Н., Терешкова А. С.

Научный руководитель: канд. техн. наук Боровиков С. М.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: pavel.berashevich@gmail.com, shneiderovevgeni@gmail.com

Аннотация — Рассмотрен алгоритм связывания пересекающихся прямоугольников (стен здания) в единую конструкцию. Входными параметрами алгоритма являются наборы прямоугольников (контуры стен), а выходными — набор линий, очерчивающих прямоугольники по периметру, образуя непересекающуюся конструкцию.

1. Введение

При разработке программного средства [1], предназначенного для построения планов помещений здания встречаются задачи, в которых необходимо пересекающиеся на плане стены визуализировать в виде единой конструкции (без пересечений). Задача алгоритма состоит в переходе от изображения а к изображению б (рисунок 1).

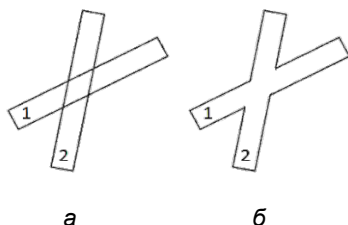


Рис. 1

2. Основная часть

Стены представляют структуры, в которых координаты вершин (A, B, C, D) соединены прямыми линиями. Алгоритм основан на преобразовании линий, соединяющих координаты, в массив линий (L), в котором не учитываются линии пересечения смежных стен. Преобразование происходит пошагово, т.е. сначала образуется массив линий из первой и второй стен, затем этот же массив образует с третьей стеной новый массив линий и т.д. Процесс продолжается до тех пор, пока все стены не будут учтены. В работе рассмотрен пример с двумя стенами. За исходный массив L примем линии первой стены.

Находим точки пересечения всех линий второй стены с линиями исходного массива L . За каждой точкой пересечения закрепим координаты и линии, которые пересекаются в этой точке.

После этого удаляем «лишние» линии, принадлежащие линиям полученного нового массива L_1 . Здесь возможны три случая пересечения линий массива L_1 с линиями второй стены l_i (рисунок 2):

- линия (l_1) пересекает линию стены в двух точках;
- линия (l_2) пересекает линию стены в одной точке;
- линия не пересекает ни одну линию стены.

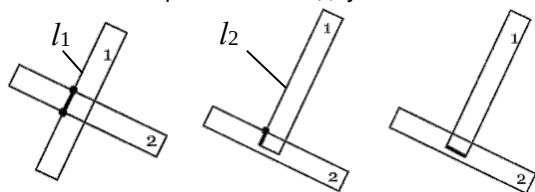


Рис. 2

В первом случае линия l_1 разбивается на 2 части, границами которых являются 2 точки пересечения, принадлежащие l_1 , и 2 точки концов самой линии l_1 . Далее с помощью процедуры сортировки добиваются нужного результата для массива L_1 .

Во втором случае необходимо удалить часть линии l_2 , лежащую внутри контура стены. Достигается это выполнением логических проверок и удалением линии l_2 из массива L_1 .

В третьем случае выполняются процедуры проверки на принадлежность интересующей линии внутренней области контура стены и при необходимости её удаления из массива L_1 .

После этого удаляют «лишние» линии, принадлежащие контуру стены (рис. 3).

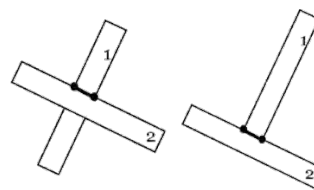


Рис. 3

Для выполнения этого организуют процедуру проверки нахождения концов проверяемой линии внутри контура какой-либо предыдущей стены. В зависимости от результата проверки выполняют соединения, образующую единую конструкцию (без пересечений).

3. Заключение

Использование алгоритма позволяет отобразить в виде единой конструкции (без пересечений) пересекающиеся на плане контуры стен здания, что способствует более эффективному проектированию и анализу систем видеонаблюдения.

4. Список литературы

- [1] Берашевич, П. А. Разработка программного средства проектирования и анализа систем видеонаблюдения / П. А. Берашевич, Е. Н. Шнейдеров, М. М. Горбаль, А. С. Терешкова // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций РТ-2016 : матер. науч.-техн. конф. Севастопольский госунар. ун-т. — Севастополь, 2016. — С. 226.

THE ALGORITHM FOR LINKING THE INTERSECTING WALLS INTO A SINGLE STRUCTURE

Borovikov S. M., Yanovich E. S., Berashevich P. A.,
Shneiderov E. N., Tereshkova A. S.

Scientific adviser: Borovikov S. M.

Belarusian State University of Informatics and
Radioelectronics, Belarus

Abstract — An algorithm for linking the intersecting rectangles (building walls) into a single structure is considered. The input parameters of the algorithm are sets of rectangles (contours of walls), and output is a set of lines that delineate rectangles along the perimeter, forming a non-intersecting construction.

КОНТРОЛЬ, ДИАГНОСТИКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

Дубяго М. Н., Полуянович Н. К.
Южный федеральный университет, Россия
E-mail: nik1-58@mail.ru

Аннотация — Исследовано температурное поле в сечении кабеля в соответствии с теорией теплопроводности. На основе термофлуктуационной теории исследован процесс разрушения изоляционных материалов тепловыми колебаниями атомов, с учетом частичных разрядов. **Ключевые слова:** контроль, прогнозирование, изоляционные материалы, термофлуктуационная теория.

1. Введение

Важной характеристикой силовой кабельной линии (СКЛ) из сшитого полиэтилена (СПЭ) является пропускная способность, которая в свою очередь определяется тепловым режимом, исходя из которого, определяют площадь поперечного сечения кабеля. Пропускная способность определяется при проектировании СКЛ, однако учесть на практике все нюансы, которые существенно влияют на температурный режим работы СКЛ весьма затруднительно.

2. Мониторинг тепловых условий кабеля и окружающей среды

Для исследования тепловых режимов СКЛ использовались математические и имитационные модели силового кабеля с СПЭ, где кабель и окружающая среда разбиваются на зоны, которые представляются в виде электрической схемы замещения.

3. Результаты исследования теплопроводности СКЛ

В Matlab построен градиент температур в сечении кабеля и окружающей среды. Расчёты выполнены при токе в жиле кабеля 1000 А. Ток в оболочке кабеля определяется режимом работы кабеля (током жилы) и зависит от схемы соединения (транспозиции) экрана, способа его заземления (одностороннего или двухстороннего).

В высокотеплопроводных элементах (жиле и экране кабеля), полученные графики доказывают слабую зависимость распределения температуры (горизонтальные полки на графиках). В объёме изоляции из сшитого полиэтилена наблюдается значительно больший градиент температур, что приводит к существенной разнице температур экрана кабеля и центральной жилы.

4. Термофлуктуационное разрушение изоляции с учетом ЧР

Процесс разрушения изоляции на основе термофлуктуационной теории, предложен В.С. Дмитриевским. Для твердых органических диэлектриков основной структурной цепью является связь С-С. Здесь представлены в качестве примера химические связи С-С, С-Н и С-Н, где R – группа радикала.

5. Исследование безотказной работы изоляционного материала

Вероятность возникновения ЧР зависит от целостности основной структурной цепи связи С-С. ЧР вызывают уменьшение срока службы за счет дополнительного разрыва химических связей. Получены зависимости вероятности $q_{\text{чр}}$ от температуры изоляции. При изменении $(\nu = (\gamma_1 + j\varepsilon_1)/(\gamma_2 + j\varepsilon_2))$, где $\gamma = 1/\rho$, здесь ρ - удельное сопротивление изоляции) в диапазоне $5 < \nu < 8$. Представлена зависимость вероятности $q_{\text{чр}}$ от энергии разрыва химической связи D. $q_{\text{чр}} = 1/\tau_0 * \exp(-D\varphi(x_{\text{чр}})/(2KT))$

6. Заключение

Расчет установившегося температурного поля кабеля, зная его тепловые характеристики, условия окружающей среды и прокладки, позволяет избавиться от необходимости решать дифференциальное уравнение теплопроводности, что значительно ускоряет процесс анализа и прогнозирования рабочих режимов работы КЛ, особенно это существенно для длинных КЛ с переменчивыми условиями прокладки по длине линии. Для оценки ресурса силовых кабелей предлагается использовать величину удельного электрического сопротивления изоляции как параметр, обладающий большей чувствительностью к старению, нежели $tg\delta$ и ε .

7. Список литературы

- [1] Полуянович, Н. К. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий: учеб. пособие / Н. К. Полуянович // СПб. : Изд-во Лань, 2012. — 400 с.
- [2] Dubyago, M. N. Prediction deterioration of insulation process on the basis of partial discharge thermal fluctuation theory / M. N. Dubyago, N. K. Poluyanovich, D. V. Burkov // Applied Engineering, Materials and Mechanics. — 2016. — P. 34 — 44.

CONTROL, DIAGNOSTICS AND PREDICTION OF INSULATING MATERIALS OF CABLE LINES

Dubyago M. N., Poluyanovich N. K.
Southern Federal University, Russia

Abstract — The temperature field in the cross section of a cable is studied in accordance with the theory of thermal conductivity. On the basis of the thermofluctuation theory, the process of destruction of insulating materials by thermal vibrations of atoms was studied with allowance for partial discharges.

АППАРАТНО-ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ В ДИАГНОСТИКЕ НЕВРОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ

Меженная М. М., Куль Т. П., Рушкевич Ю. Н., Осипов А. Н.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Меженная М. М.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: Tatianakul81@tut.by

Аннотация — Предложено аппаратно-программное обеспечение для регистрации речевых сигналов, в составе которого беспроводная Bluetooth гарнитура с микрофоном и мобильное приложение с функциями воспроизведения речевых тестов и одновременной регистрацией данных с микрофона посредством Bluetooth-интерфейса.

1. Введение

Нарушения речи являются симптомом бульбарных нарушений на ранней стадии. В то время как традиционная диагностика бульбарных нарушений включает тщательное изучение неврологического статуса пациента [1-2] и затрудняет быструю постановку диагноза на ранней стадии, оценка патологии речи становится перспективным инструментом экспресс-диагностики неврологических расстройств в целом и бульбарного синдрома в частности.

Для реализации поставленной задачи необходимо разработать аппаратное и программное обеспечение для регистрации и анализа речевых сигналов в неврологии.

2. Основная часть

Для объективной и быстрой диагностики, а также контроля эффективности лечения неврологических заболеваний авторами разработаны:

- речевые тесты;
- видеоряд для визуализации тестовых методик и унификации условий диагностики как для пациентов, так и для здоровых лиц;
- аппаратное обеспечение для проведения речевых тестов;
- программные средства регистрации и цифровой обработки речевых сигналов в норме и при неврологических патологиях.

Далее приведено описание аппаратно-программного обеспечения для проведения речевых тестов (рис. 1):

- беспроводная Bluetooth гарнитура с чувствительным микрофоном для качественной записи речевых тестов;

- мобильное приложение для воспроизведения испытываемому анимации с речевыми тестами и для одновременной регистрации данных с микрофона посредством Bluetooth-интерфейса.

Методика регистрации речевых тестов с использованием вышеописанного аппаратного обеспечения заключается в следующем. Анимационный видеоряд транслируется на экране смартфона. Одновременно с помощью смартфона и сопряженного с ним микрофона выполняется запись речевого теста.

Беспроводная Bluetooth гарнитура обеспечивает: одинаковое расстояние от всех испытуемых до записывающего устройства, что позволяет впоследствии анализировать абсолютные значения амплитуды речевого сигнала, а также его динамику в процессе теста; высокое качество записи голоса при проведении диагностики; комфортные условия для испытуемых.

На рис. 1 представлено аппаратное обеспечение для регистрации речевых тестов в диагностике неврологических заболеваний и пример его использования (б).

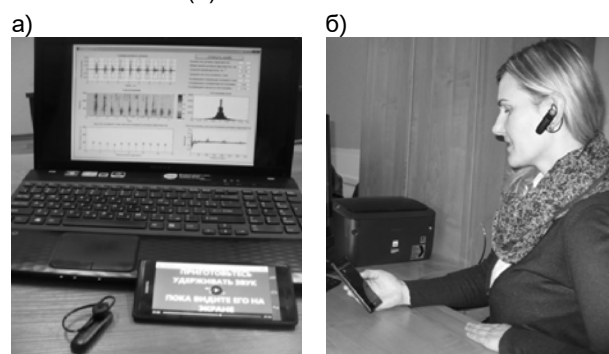


Рис. 1

3. Заключение

Предложено аппаратно-программное обеспечение для регистрации речевых сигналов. Для качественной записи речевых тестов использована беспроводная Bluetooth гарнитура с чувствительным микрофоном. Специально разработанное под платформу Android мобильное приложение реализует функции воспроизведения видеоряда с речевыми тестами и одновременной регистрации данных с микрофона посредством Bluetooth-интерфейса. На базе РНПЦ Неврологии и нейрохирургии МЗ РБ проведены экспериментальные исследования на основе различных речевых тестов. Установлено, что разработанное программное обеспечение позволяет унифицировать условия диагностики, что в свою очередь обеспечит сопоставимость и объективность результатов последующей обработки речевых сигналов в среде MatLab.

4. Список литературы

- [1] Завалишин, И. А. Боковой амиотрофический склероз / И. А. Завалишин. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2009. — 272 с.
- [2] Andersen, P. EFNS guidelines on the clinical management of amyotrophic lateral sclerosis (MALS)-revised report of an EFNS task force / P. Andersen, [et. al.]. — Eur J Neurol. — 2012. — No. 19(3). — P. 360 — 75.

HARDWARE AND SOFTWARE FOR REGISTRATION OF SPEECH SIGNALS IN DIAGNOSTICS OF NEUROLOGIC DISTURBANCES

Mezhennaya M. M., Kul T. P.,
Rushkevich U. N., Osipov A. N.

Scientific adviser: Mezhennaya M. M.
Belarusian State University of Informatics and
Radioelectronics, Republic of Belarus

Abstract — The hardware-software for recording voice signals has been proposed. The design includes a wireless Bluetooth headset and a mobile application with speech test functions and recording of data from a microphone.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ ЧЕЛОВЕК-ТЕХНИКА

Игнашева Е. П., Маслыган М. Р.

Научный руководитель: Игнашева Е. П.

Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище им. П. С. Нахимова, Россия
E-mail: ignash@list.ru

Аннотация — Рассматривается автоматизация описания и оценки процессов функционирования телекоммуникационных систем как систем человек-техника типовыми структурами с целью повышения качества выполнения заданного процесса по вектору естественных его показателей эффективности, безопасности и ресурсных. Дается пример применения разработанного программного комплекса.

1. Введение

Одной из наиболее приоритетных задач, решаемых телекоммуникационными технологиями, является обеспечение управления дистанционно пилотируемыми, беспилотными и автономными аппаратами.

Техническое оснащение для этого при любой степени автоматизации процессов в конечном итоге сводится к реализации системы человек-техника (СЧТ). При проектировании систем человек должен рассматриваться как главный элемент разрабатываемой системы, так как цели ставятся перед человеком и ему должна быть придана техника, с помощью которой он сможет успешно их достигать.

2. Основная часть

Метод моделирования функционирования систем типовыми структурами базируется на методе получения аналитических выражений для расчета показателей качества выполнения типовых блоков операций (ТБО).

Исходная позиция состояла в научном положении, согласно которому невозможно разработать одну универсальную модель для описания и оценки разнообразных процессов функционирования СЧТ, но можно разработать набор типовых моделей для синтеза многих ПФ большой сложности с априорной оценкой их качества [2, 5].

Разработка программного комплекса (рис. 1) осуществлялась с целью автоматизации вычислений при удобном интерфейсе. Громоздкие расчетные аналитические зависимости погружены в вычислительные компьютерные модули. Они наглядно представляются пользователю в виде ТБО, отображающих структуру функционирования системы (деятельности операторов). Исследуемый процесс функционирования набирается из созданного набора ТБО и укрупняется в ходе оценки качества его выполнения с пересчетом исходных вероятностей и ресурсных характеристик операций в естественные показатели качества всего ПФ.

Программный комплекс включает набор программ, моделирующих различные виды алгоритмов функционирования системы (деятельности операторов), диалоговые средства ввода характеристик операций, алгоритм преобразования (укрупнения) исходного алгоритма, а также средства анализа полученных результатов.

Процесс функционирования системы моделируется в виде последовательного расчета входящих в него ТБО.

Для анализа характеристик качества выполнения заданного процесса предусмотрено выведение результатов вычислений в виде таблиц и графиков зависимостей вероятностных характеристик завершения и прекращения процесса, а также ресурсных характеристик (математических ожиданий и дисперсий) затрат времени (иного ресурса).

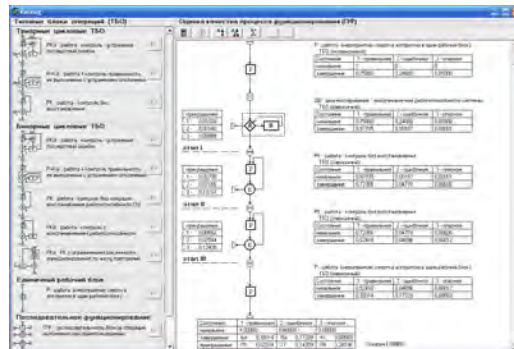


Рис. 1

3. Заключение

Новизна разработанной автоматизированной оценки качества процессов функционирования системы человек-техника состоит в переходе от известной бинарной оценки [1, 3, 4] к вектору вероятностей и моментных ресурсных характеристик по шести типам возможных исходов с учетом триады состояний процесса. Новой является организация управления вычислениями и отображения их результатов. Впервые разработан программный комплекс совместной оценки системы по взаимосвязанным показателям безошибочности, безопасности и ресурсности функционирования.

4. Список литературы

- [1] Игнашева, Е. П. Влияние изменения факторов рабочей среды на показатели эффективности человеко-машинных систем / Е. П. Игнашева // Сб. науч. трудов ЧВВМУ им. П.С. Нахимова. — 2015. — № 1(1). — С. 121 — 132.
- [2] Адаменко, А. Н. Информационно-управляющие человеко-машинные системы: исследование, проектирование, испытания: справочник / А. Н. Адаменко, А. Т. Ашеро, И. Л. Бердников [и др.]; под. общ. ред. А. И. Губинского и В.Г. Евграфова. — М.: Машиностроение, 1993. — 528 с.
- [3] Ашеро, А. Т. Эргономика информационных технологий в примерах и задачах: учеб. пособие / А. Т. Ашеро, Г. И. Сажко [и др.]. — Горловка: «Вид-во. Ліхтар», 2007. — 214 с.
- [4] Гвоздик, М. И. Оптимизация организационно-технических систем ВМФ. Методы, алгоритмы, программы / М. И. Гвоздик, В. Г. Евграфов, Е. Б. Цой. — Петродворец: ВВМУРЭ им. А.С. Попова, 1997. — 223 с.
- [5] Чабаненко, П. П. Исследование безопасности и эффективности функционирования систем человек-техника эргосетями / П. П. Чабаненко. — Севастополь: АВМС им. П.С. Нахимова, 2012. — 162 с.

AUTOMATION OF A FUNCTIONING EFFICIENCY ASSESSMENT FOR OF HUMAN-MACHINE SYSTEMS

Ignasheva E. P., Maslygan M. R.

Scientific adviser: Ignasheva E. P.

Black Sea Higher Naval School
Named After P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — Automatic control description and estimation of the process of the functioning of the telecommunicate systems as the man-machine systems is revealed. The automation is based on the basic structures for increasing of the stated process effectiveness due to the vector of its natural data of efficiency, safety and resource data. The sample of the designed programming system is presented.

УЧЕБНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ КОМАНДНОГО УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОМ НА БАЗЕ IT ТЕХНОЛОГИЙ

Байздренко А. А., Гунько А. Э.

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

Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище им. П. С. Нахимова, Россия
E-mail: baizdrenko@mail.ru

Аннотация — В статье предложен вариант учебного стенда системы командного управления удаленным объектом, позволяющей передавать многоканальные цифровые сигналы для пропорционального управления и разовые команды по беспроводному каналу связи на базе современных информационных технологий.

1. Введение

В задачах практической направленности для управления мобильными объектами, такими как мобильные роботы, БПЛА и т.д., постоянно возникает необходимость передачи многоканального информационного потока для управления таким объектом. При изучении подобного рода систем телеуправления целесообразно иметь простую, доступную в понимании и хорошо поддающуюся модернизации систему, на которой можно проводить исследовательские работы путем модернизации программного обеспечения и аппаратных средств [1].

В основу разработки стенда легла концепция максимального использования универсальных программно-аппаратных средств современных персональных компьютеров с возможностью быстрой адаптации стенда под конкретные параметры требуемой системы телеуправления. При разработке стенда в качестве канала беспроводной связи использовалась технология Wi-Fi [2]. При этом применялись стандартный протокол обмена и аппаратные устройства: модули Wi-Fi, роутер, микроконтроллерный вычислитель для преобразования сигналов телеуправления в управляющие воздействия на управляемый объект.

2. Основная часть

Учебный стенд построен на базе персональной ЭВМ (ноутбука) с IBM структурой и мобильного объекта, в качестве которого использован мобильный робот, построенный на платформе Arduino с ручным манипулятором. Структура стенда представлена на рис.1. Пункт управления стенда представляет собой программно-аппаратный комплекс обеспечивающий прием управляющей информации от оператора или формируемой программно. В качестве источников информации от оператора могут использоваться джойстик, клавиатура, мышь, специальный пульт управления с датчиками аналоговых сигналов и разовых команд. Принятые управляющие сигналы программным способом нормируются и формируются в кадр системы командного управления. В структуре кадра включены поля адреса, аналоговых (пропорциональных) сигналов, разовых команд, контрольного поля. Сформированный кадр передается стандартной процедурой передачи данных по локальной сети на управляемый объект. В стенде использован вариант беспроводной сети по технологии Wi-Fi. Однако, если возникает необходимость возможен переход на другие протоколы беспроводных сетей. Принятый кадр в бортовом вычислителе раскладывается по каналам и с помощью подсистемы согласования

управляющих сигналов производится воздействие на исполнительные органы объекта управления. В базовой конфигурации реализована передача 12 аналоговых сигналов и 20 разовых команд с частотой обновления кадров 25 Гц. Параметры системы командного управления могут быть легко изменены программным способом.

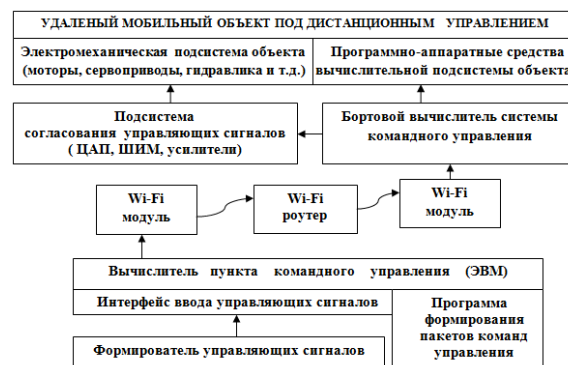


Рис. 1

Сопряжение разработанного стенда со стендом системы телеметрической передачи информации от мобильного объекта позволяет комплексно проводить исследования в ходе учебных и исследовательских работ.

3. Заключение

Современное развитие информационных технологий позволяет создавать учебные стенды сложных информационно-управляющих систем с возможностью активного вовлечения обучаемых в совершенствование алгоритмов их функционирования и обеспечивать более глубокое их понимание.

4. Список литературы

- [1] Силаев, А. А. Разработка алгоритма по дистанционному управлению беспилотными объектами / А. А. Силаев, Н. А. Пузанов // Молодой ученый. — 2012. — № 5. — С. 89 — 92
- [2] Стрельников А. Ю. Технология беспроводной передачи данных Wi-Fi // Молодой ученый. — 2016. — № 9.4. — С. 67 — 69.

EDUCATIONAL STAND FOR PHYSICAL MODELING OF COMMAND CONTROL SYSTEM AT THE BASIS OF IT TECHNOLOGIES

Baizdrenko A. A., Gunko A. E.
Scientific adviser: Baizdrenko A. A.
Black Sea Higher Naval School
Named After P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — At the article, a variant of the training stand of the remote command control system is proposed. The system allows transmitting the multi-channel digital signals for proportional control and one-time commands via a wireless communication channel based on modern information technologies.

ОБНАРУЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ НА МОРСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ СРЕДСТВАМИ *MATLAB*

Лашенко И. В., Попов А. Г.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: lesporov@mail.ru

Аннотация — В данной статье решается задача обнаружения объектов на морской поверхности в программном пакете *MATLAB*.

1. Введение

Сложность данной задачи заключается в том, что такие изображения имеют множество динамично меняющихся яркостных составляющих, таких как колебания волн и блики от солнца, которые создают помехи для анализа.

2. Основная часть

Для обнаружения объектов была использована библиотека «*Image Processing Toolbox*». Далее представлены основные этапы решения задачи и использованные функции на *m*-языке.

Считываем изображение (рис. 1).



Рис. 1

Для обнаружения объектов необходимо получить бинарное изображение (такое изображение представлено только чёрным и белым цветами), но для корректного результата требуется провести ряд операций над визуальным качеством изображения.

Первым этапом производится анализ фона для его последующего вычитания из исходного изображения. Для анализа яркости фона используем функцию *IMOPEN*.

Извлечение фона из изображения осуществляется функцией *IMSUBTRACT*.

В результате получаем изображение, в котором значительно снижена яркость фоновых областей, при этом интересующие нас объекты практически не претерпели изменений.

Далее производится увеличение контраста изображения при помощи функции *IMFILTER*.

Следующие действия осуществляются с бинарным изображением. Переход к бинарному изображению осуществляется функцией *GRAYTHRESH*.

Последующая обработка заключается в удалении объектов, которые нас не интересуют.

Один из этапов — это детектирование линий на изображении и их расширение для уменьшения пу-

стых пространств на бинарном изображении. Детектирование линий осуществляется функцией *STREL*, а их расширение — функцией *IMDILATE*.

Заключительные этапы — это удаление слишком крупных и слишком мелких объектов (рис. 2). Сначала заполняются пустоты (функция *IMFILL*), затем удаляются связанные элементы (функция *IMCLEAR-BORDER*) и удаляются мелкие объекты (функция *IMERODE*).



Рис. 2

3. Заключение

В результате на изображении выделены все искомые объекты, при этом могут детектироваться динамично меняющиеся помехи, которые можно устранить путём анализа нескольких кадров. Данные алгоритмы, составленные на *m*-языке, можно преобразовать в *C*-код, который можно использовать в сигнальных процессорах для анализа изображений.

4. Список литературы

- [1] Обработка сигналов и изображений / Image Processing Toolbox [Электронный ресурс] / MATLAB.Exponenta. — Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/imageprocess/book5/index.php>.
- [2] Детектирование округлостей на изображении средствами MATLAB [Электронный ресурс] / Хабрхабр. — Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/114335>.

OBJECT DETECTION ON THE SEA SURFACE USING MATLAB

Laschenko I. V., Popov A. G.

Scientific adviser: Laschenko I. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The solving of problem of detecting objects on the sea surface in the software package MATLAB is presented in the paper.

АНАЛИЗ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СКОРОСТНОЙ ПЕРЕДАЧИ ПО КАНАЛУ 3G

Редькина Е. А., Полянский В. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Редькина Е. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: elenaredkina@gmail.com

Аннотация — Представлены результаты исследования применимости дискретно-косинусного преобразования при построении алгоритма быстрого обнаружения препятствия в зоне обзора видеокамеры на подвижном управляемом объекте.

1. Введение

В настоящее время разработано множество алгоритмов и методов обнаружения препятствий в системах дистанционного управления и навигации роботов и беспилотных аппаратов [1]. В современных системах применяются различные методы определения расстояния до препятствия, определения размера препятствия, а также системы компьютерного зрения [2]. Однако в большинстве случаев применение этих методов сопряжено с большими вычислительными затратами и применением специализированного оборудования и технологий, например популярной технологии Pointcloud и Microsoft Kinect [3]. Поэтому для обеспечения полноценного управления беспилотными малыми объектами, передвигающимися с достаточно большой скоростью (таких как беспилотные летательные или морские аппараты), задача разработки методов быстрого обнаружения препятствий по-прежнему актуальна.

2. Основная часть

В данной работе приведены результаты оценки применимости дискретно-косинусного преобразования в задаче быстрого обнаружения препятствия для его дальнейшей экстренной передачи по ограниченному каналу связи 3G.

Удобство возможного применения данного преобразования обусловлено необходимостью применения дискретно-косинусного преобразования в алгоритме предварительного сжатия видеоизображения (для передачи по сотовому каналу связи), таким образом, вторичное применение одного метода позволит снизить вычислительную нагрузку на блок формирования и передачи видеоинформации при экстренной передаче видеоизображения при обнаружении препятствия. Кроме того, алгоритм преобразования имеет достаточную чувствительность к изменениям обрабатываемого изображения и может иметь предсказуемую форму распределения.

В докладе приведены результаты исследований тестовых изображений, имитирующие видеоизображение с борта подвижного аппарата, а также их дискретно-косинусные преобразования. Пример тестового изображения представлен на рис. 1.

Исследование характера изменений преобразованных видеоизображений проводилось путем математического моделирования в программной среде *Matlab*. Модельный эксперимент заключался в анализе нескольких тестовых изображений препятствия, видимого с борта подвижного аппарата на линии горизонта с учетом различных значений контрастности и формы/размера препятствия.

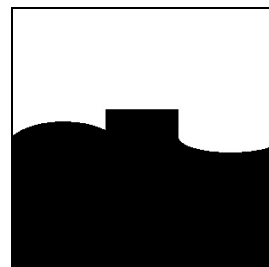


Рис. 1

Тестовые изображения, представленные как RGB-таблицы значений, преобразовывались в массивы значений дискретно-косинусного преобразования, характер распределения которых определялся соотношениями средних значений и дисперсии различных участков преобразования 1—2, 1—3, 1—4, 2—5, а также 1, 2, 3 столбцы (см. рис. 2).

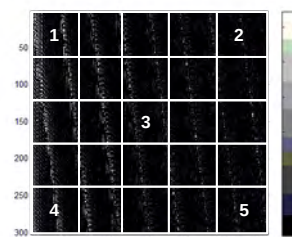


Рис. 2

3. Заключение

Рассмотрена возможность применения дискретно-косинусного преобразования в задаче быстрого обнаружения препятствия.

Получены аналитические зависимости параметров изменения дискретно-косинусного преобразования для тестовых изображений, на основании которых можно сформировать алгоритм работы блока обнаружения препятствий.

4. Список литературы

- [1] Носков, В. П. Навигация мобильных роботов по дальнометрическим изображениям / В. П. Носков, А. В. Носков // Мехатроника, автоматизация, управление. — 2005. — № 12. — С. 16 — 21.
- [2] Форсайт, Д. А. Компьютерное зрение. Современный подход / Д. А. Форсайт, Д. Понс. — СПб.: Вильямс, 2004. — 928 с.
- [3] Kefer, M. Evaluation of Kinect Depth Sensor for Use in Mobile Robotics / M. Kefer, W. Kubinger // Proc. of the 22nd Int. DAAAM Symp. — 2011. — Vol. 22. — No. 1. — P. 147 — 148.

ANALYSIS OF VIDEO IMAGE FOR HIGH SPEED TRANSMITTING UNDER 3G CHANNEL

Redkina E. A., Polyanskiy V. V.

Scientific adviser: Redkina E. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of investigation of usage of discrete-cosine transform for quick obstacle detection at the area of video camera on the mobile remote control vehicle are presented.

ИМИТАТОР ВНЕШНЕГО АКУСТИЧЕСКОГО ШУМА

Громоздин В. В., Каньшин И. А., Панина Т. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук Громоздин В. В.
ФГУП НИИР Севастопольский филиал ИЦ «Омега», Россия
E-mail: gromozdin@niir.ru

Аннотация — Представлен имитатор внешних акустических шумов, предназначенный для испытаний на качество громкоговорящей связи в салоне транспортного средства в лабораторных условиях, имитирующих реальные условия эксплуатации.

1. Введение

Качество громкоговорящей связи в салоне транспортного средства (ТС) во многом определяется уровнем и спектральной плотностью мощности акустического шума, возникающего в результате движения. Этот уровень шума зависит от конструкции транспортного средства, типа двигателя, скорости движения и т.д.

Проведение испытаний в реальных условиях эксплуатации транспортного средства крайне затруднительно, поэтому предварительно производится запись фрагментов акустического шума для типичных условий эксплуатации, а испытания проводятся в лабораторных условиях с воспроизведением ранее записанных шумовых фрагментов с уровнем и спектральной плотностью мощности, эквивалентной реальным.

Представлен разработанный имитатор внешнего акустического шума и основные его характеристики.

2. Основная часть

В соответствии с ГОСТ Р 55531-2013 максимальное отклонение уровня звукового давления (УЗД) воспроизводимого шума по сравнению с УЗД оригинального шума, при измерении с частотным взвешиванием по кривой «А» (УЗД(А)), должно быть не более ± 1 дБ. Отклонение спектральной плотности мощности воспроизводимого шума, измеренной в третьоктавных частотных полосах в диапазоне от 100 Гц до 10 кГц должно быть не более ± 3 дБ от спектра оригинального шума. При этом запись должна вестись на широкополосный измерительный конденсаторный микрофон, расположенный в точке, близкой к точке размещения микрофона устройства или систему вызова (УСВ) [1].

При воспроизведении должна использоваться отдельная звуковоспроизводящая установка с многоканальной звуковой платой, пятиканальным усилителем мощности звуковой частоты, четырьмя широкополосными громкоговорителями и одним низкочастотным громкоговорителем (сабвуфером) — рис.1.

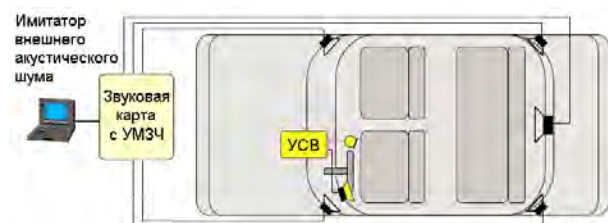


Рис. 1

Данный метод имитации шумов не позволяет в точности воспроизвести звуковое поле исходного шумового сигнала внутри кабины ТС, но является достаточно хорошим приближением для тестирования

громкоговорящих устройств/систем с одним микрофоном.

Процедура выравнивания амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) подробно описана в [2].

Основой имитатора акустического шума (ИАШ-01) является многоканальная звуковая карта формата 5,1 и программное обеспечение, обеспечивающее запись и индивидуальную третьоктавную фильтрацию по классу не ниже 0 [3] по каждому каналу. Запись может вестись как на один измерительный микрофон, расположенный в точке, близкой к точке размещения микрофона УСВ, так одновременно и на второй, расположенный у правого уха водителя ТС. При воспроизведении общий УЗД(А) на расстоянии 2м от колонок обеспечивается не менее 90дБА. Все процедуры выравнивания и воспроизведения шума в салоне ТС выполнены в соответствии с [2]

Внешний вид ИАШ-01 приведен на рис. 2.



Рис. 2

3. Заключение

Разработан, изготовлен и аттестован в качестве испытательного оборудования имитатор внешних акустических шумов ИАШ-01, реализующий все процедуры выравнивания и воспроизведения шума в салоне ТС в соответствии с [2], позволяющий проводить субъективные испытания в соответствии с [1].

4. Список литературы

- [1] ГОСТ Р 55531-2013. Глобальная навигационная спутниковая система. Система экстренного реагирования при авариях. Методы испытаний автомобильной системы вызова экстренных оперативных служб на соответствие требованиям к качеству громкоговорящей связи в кабине транспортного средства.
- [2] ETSI EG 202 396-1. Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); Speech quality performance in the presence of background noise; Part 1 : Background noise simulation technique and background noise database.
- [3] ГОСТ Р 8.714-2010 (МЭК 61260:1995). ГСИ. Фильтры полосовые октавные и на доли октавы. Технические требования и методы испытаний.

THE IMITATOR OF EXTERNAL ACOUSTIC NOISE

Gromozdin V. V., Kanshin I. A., Panina T. V.

Scientific adviser: Gromozdin V. V.

FSUE NIIR Sevastopol branch of IC "Omega", Russia

Abstract — The imitator of external acoustic noise is designed for tests on the quality of loud-speaking communication in the cabin of a vehicle under laboratory conditions simulating real operating conditions.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИНХРОННОГО НАКОПЛЕНИЯ СПЕКТРОВ СИГНАЛОВ ДВИЖУЩИХСЯ ЦЕЛЕЙ

Баранов А. Н., Баранов Н. А., Бражкин А. А., Торопов В. С.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, проф. Баранов А. Н.

Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище им. П. С. Нахимова, Россия
 E-mail: magistry@outlook.com

Аннотация — Алгоритм накопления сигналов или их спектральных представлений дает хорошие возможности для построения большого числа различных вариантов обработки в приеме. Возможности систем такого типа, принципы их построения и пути реализации вскрыты далеко не полностью. В статье использован относительный метод определения параметров сигналов, когда в качестве опорного сигнала используется спектр предыдущего сигнала, поступившего в приемник.

1. Введение

При когерентном приеме, в отличие от некогерентного, необходимо наличие опорного колебания $s_0(t)$, представляющего собой точную копию переданного сигнала $s(t)$ с известной частотой и фазой. Тогда в приемнике используется синхронный детектор, в котором опорное колебание синхронно с колебанием несущей частоты [1 — 3].

Сущность метода уже синхронного накопления состоит в том, что сигнал или его элементы многократно повторяются. На приеме отдельные образцы сигнала суммируются, и так как различные образцы по-разному искажаются помехой в силу независимости последних, то можно восстановить переданный сигнал с большей достоверностью.

Эффект изменения частоты приводит к паразитной девиации частоты, называемой доплеровским рассеянием. Из-за доплеровского рассеяния в точке приема спектр несущей частоты окажется «размазанным» в полосе $\Delta f = f_0 \pm f_d$, и значение несущей частоты станет нестабильным во времени.

В случае использования когерентных методов приема появляются частотные искажения. Учитывая неравномерный характер движения происходит дополнительное изменение фазы принимаемого сигнала по случайному закону. В итоге в точке приема происходят селективные замирания.

Пусть отдельные отсчеты принятого сигнала или его спектра: $x_1 = s + \omega_1$, $x_2 = s + \omega_2$, ..., $x_n = s + \omega_n$, тогда сумма отсчетов $x = b + \xi$. Величина $b = ns$ представляет собой полезный сигнал на выходе приемника, слу-

чайная величина $\xi = \sum_{k=1}^n \omega_k$ представляет собой помеху

[1]. Если считать ω_k некоррелированными и имеющими одинаковое распределение, $q_{\omega_k} = S^2/\sigma^2 n = P_c/P_n$, отношение сигнала к помехе (ОСП) на входе приемника, то ОСП на выходе приемника будет равно $q_{\text{вых}} = n q_{\text{вх}}$.

2. Основная часть

Таким образом, при описанных условиях накопление отсчетов сигнала позволяет увеличить ОСП на выходе приемника ровно в n раз. Суть дела сводится к тому, что мощность сигнала при суммировании растет пропорционально n^2 (складываются напряжения), а мощность помехи — пропорционально n (суммируются мощности). Поэтому отношение сигнала к помехе увеличивается в n раз, если помехи независимы.

Из-за доплеровского эффекта и собственной неустойчивости скоростей вращения механизмов возможны деформации масштаба сигналов (уходы частот дискретных составляющих). Их влияние может привести к резкому уменьшению ОСП в каждом элементе разрешения по частоте в n -м раз, где m — число уходов частот.

Предлагается адаптивный алгоритм синхронного накопления, учитывающий доплеровские деформации сигналов (или уходы частот — при накоплении спектров сигналов).

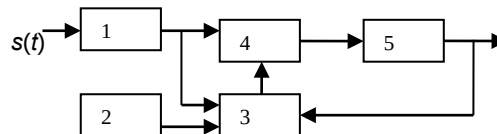


Рис. 1

В состав приемного устройства (рис.1) должны войти следующие блоки: 1 — вычислитель БПФ и энергетического спектра, 2 — блок хранения эталонного сигнала и формирования эталонного спектра, 3 — мультипликативный коррелятор, 4 — блок оценки и коррекции доплеровской деформации, 5 — блок накопления.

3. Заключение

Методика наблюдений и накопления состояла в оценке доплеровского параметра с помощью параллельного спектроанализатора, вычислителя спектра на основе БПФ или мультипликативного коррелятора, обратной коррекции этой деформации, продолжения процедуры накопления.

4. Список литературы

- [1] Лекции по Теории передачи сигналов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: siblec.ru.
- [2] Петрович, Н. Т. Системы связи с шумоподобными сигналами / Н. Т. Петрович, М. К. Размахнин. — М.: Сов. радио, 1969. — 232 с.
- [3] Лекции. Основы теории мобильной и беспроводной связи [Электронный ресурс]. — Режим доступа: siblec.ru.
- [4] Павликов, С. Н. Оптимизация широкополосных сигналов / С. Н. Павликов, Е. И. Убанкин. — Владивосток: ДВМГА, 1998. — 57 с.

PROVISION OF SIMULTANEOUS ACCUMULATION OF SIGNAL SPECTRA OF MOVING TARGETS

Baranov A. N., Baranov N. A., Bragkin A. A., Toropov V. S.

Scientific adviser: Baranov A. N.
 Black Sea Higher Naval School
 Named After P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — Algorithm of the accumulation of signals or its spectral representations provides a good opportunity to build a large number of different treatment options. The possibilities of systems of this type, the principles of their construction and the ways of implementation are not fully revealed. The article uses the reference method for determining signal parameters, in which the previous signal received by the receiver is used as a reference signal.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОИСКА ГЛОБАЛЬНОГО МАКСИМУМА ПРИ МЕСТООПРЕДЕЛЕНИИ ИСТОЧНИКА РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ ПАССИВНОЙ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ

Жуков Д. М., Шевгунов Т. Я., Ефимов Е. Н., Гущина О. А.

Московский авиационный институт, Россия

E-mail: shevgunov@gmail.com

Аннотация — Рассмотрен алгоритм поиска глобального максимума при решении задачи определения местоположения источника радиоизлучения в пассивной распределённой радиолокационной системе.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов 18-37-00484 «мол_а».

1. Введение

В настоящее время внимание ряда исследователей, работающих в области теории пассивной радиолокации [1], направлено на поиск алгоритмов оценивания источника местоположения, которые, с одной стороны, обеспечивали бы достижение наименьшей среднеквадратической ошибки (СКО), а, с другой стороны, не требовали бы большой вычислительной нагрузки. В докладе приводится двухэтапный алгоритм поиска глобального максимума, предназначенный для решения задачи определения местоположения источника электромагнитного излучения в пассивной распределённой радиолокационной системе.

2. Основная часть

Функция правдоподобия для пассивной системы, состоящей из узкобазовых подсистем (ПСУП) имеет следующий вид [2]:

$$J_{\text{ПСУП}}(\mathbf{r}) = \sum_{n=1}^N \sum_{l=1}^{M_n-1} \sum_{m=l+1}^{M_n} \left\{ \exp(j2\pi f_0(\tau_{nm}^p(\mathbf{r}) - \tau_{nl}^p(\mathbf{r}))) \times \int_{-\Delta f}^{+\Delta f} U_{nm}(f) U_{nl}^*(f) df \right\},$$

где N — число приёмных станций (подсистем), M_n — количество точек приёма в составе n -ой станции, f_0 — центральная частота и Δf — половина ширины спектра, $U_{nm}(f)$ — нормализованный спектр сигнала, принятого в m -ой точке приёма n -ой станции, $\tau_{nm}^p(\mathbf{r})$ — фазовая задержка сигнала в m -ой ТП n -ой УБП, зависящая от вектора $\mathbf{r}$ так, как рассмотрено, например, в работе [2].

Составленная нелинейная целевая функция имеет сложный многоэкстремальный характер; при этом предполагается, что её главному (глобальному) максимуму будет соответствовать истинное местоположение источника, определяемое с погрешностью, величина которой может быть оценена дисперсией нормальной ошибки [2].

Для поиска максимума целевой функции необходимо использовать численные алгоритмы, поскольку его определение в замкнутой форме аналитического выражения не представляется возможным. Существующие алгоритмы числовой оптимизации, построенные на основе градиентного спуска, могут находить локальный максимум вместо глобального и останавливаться в нём, что трактуется как появление аномальной ошибки.

В настоящей работе был разработан двухэтапный алгоритм поиска глобального максимума. Для успешной работы алгоритма выполняется предвари-

тельная дискретизация пространства поиска с адаптивным шагом [3], что позволяет сформировать множество узлов расчёта целевой функции. На первом этапе работы алгоритма производится расчёт значений целевой функции в узлах, а на втором — локальная аппроксимация функции в окрестностях узлов отрезками парабол, рассчитываемых на основе значений в узлах сетки соседних текущему. Параметры квадратичных аппроксимаций аналитически пересчитываются в максимум целевой функции. Наибольший из всех локальных максимумов, вычисленных подобным образом, будет являться глобальным максимумом функции непосредственно или будет находиться в его параболической окрестности, такой, что его точное положение может быть уточнено методом градиентного спуска.

3. Заключение

В таблице 1 приводится сравнение разработанного алгоритма перебора с адаптивным шагом и хорошо известного алгоритма поиска. Результаты проведенного сравнительного анализа позволяют сделать вывод, что предложенный алгоритм обладает существенно большим быстродействием и нулевой вероятностью появления аномальной ошибки потому, что он учитывает структуру пространства, формируемого целевой функцией.

Таблица 1

Метод	Относительное время вычисления, %	Частота аномальных ошибок
Рой частиц	100	0.01
Перебор с адаптивным шагом	4,6	0

4. Список литературы

- [1] Zekavat, R. Handbook of Position Location : Theory, Practice and Advances / R. Zekavat, M. Buehrer. — Wiley-IEEE Press, 2011. — 1264 p.
- [2] Dubrovin A. Combined AOA/TDOA Passive Radar for Airport Landing System / A. Dubrovin, V. Nikishov, T. Shevgunov // Tyrrhenian International Workshop on Digital Communication : Enhanced Surveillance of Aircraft and Vehicles (ESAV-2014), Rome, Italy. — 2014. — P. 87 — 92.
- [3] Жуков, Д. М. Поиск глобального максимума при вычислении оценок местоположения пассивной широкобазовой системой / Д. М. Жуков, Т. Я. Шевгунов, Ф. А. Белосусов // Электросвязь. — 2016. — № 10. — С. 38 — 45.

ALGORITHM DESIGN OF GLOBAL MAXIMUM SEARCH IN POSITION LOCATION OF RADIO EMITTING SOURCE USING PASSIVE RADAR

Zhukov D. M., Shevgunov T. Ya.,
Efimov E. N., Gushchina O. A.
Moscow Aviation Institute, Russia

Abstract — The algorithm of global maximum search used for solving position location problem of radio emitting source, using distributed passive radar system, is proposed.

СЕМЕЙСТВА ВЕЙВЛЕТ-ФУНКЦИЙ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

Давыдов И. Г., Асламов Ю. П.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Давыдов И. Г.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: aslamov.yura@gmail.com

Аннотация — Рассмотрено семейство базисных вейвлет-функций для вибрационной диагностики зубчатых передач. Представлены результаты тестирования предложенных вейвлет-функций на модельных сигналах.

1. Введение

В настоящее время для оценки технического состояния промышленного оборудования по сигналам вибрации все чаще применяются методы вейвлет-анализа. Повышение чувствительности таких методов достигается за счет оптимизации базисных вейвлет-функций. В докладе рассмотрено семейство базисных вейвлет-функций для вибрационной диагностики зубчатых передач.

2. Основная часть

Нормальное и дефектное состояние зубчатых передач характеризуются определенной формой их вибрационных сигналов. Так нормальное состояние зубчатой передачи упрощенно может быть представлено в виде синусоидального колебания, несущая частота которого соответствует частоте зацепления зубьев шестерен. В случае же неравномерного абразивного износа шестерни, излома одного или нескольких ее зубьев синусоидальное колебание преобразуется в амплитудно-модулированное или сигнал биений, или содержит периодические ударные процессы [1]. При этом многие параметры описанных выше типов вибрационных сигналов определяются габаритами шестерен, количеством зубьев на них и частотами их вращения. На рис. 1 представлена временная реализация вибрационного сигнала зубчатой передачи при изломе нескольких зубьев шестерни.

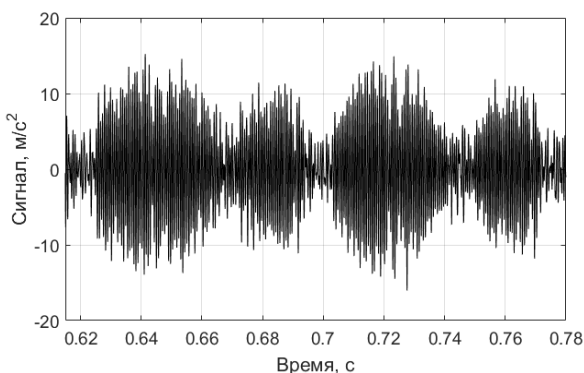


Рис. 1

Для каждого из описанных выше типов временной формы вибрационных сигналов зубчатой передачи были разработаны семейства базисных вейвлет-функций: *AMP*, *BP*, *SINP* и *MORL* [2]. Каждый из рассмотренных вейвлетов в дополнение к коэффициентам масштаба s и сдвига u содержит коэффициент формы FF , позволяющий ему изменять количество осцилляций несущего колебания в своих пределах. Поэтому на основе каждого из описанных функций может быть сформировано семейство вейвлетов с

различными частотно-временными свойствами. На рис. 2 представлены вейвлеты *AMP*, *BP*, *MORL* и *SINP* при $N=25$ осцилляциях в их пределах с несущей частотой $f_0=1$ кГц.

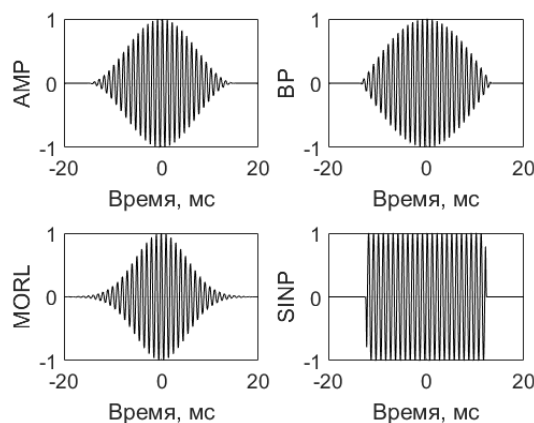


Рис. 2

В результате сравнительного анализа представленных вейвлет-семейств между собой было выявлено, что *AMP* обладает 2-5%-преимуществом в отклике на фрагменты амплитудно-модулированных колебаний, *BP* — на сигналы биений (2-4%), *MORL* — на гауссовы ударные процессы (5-8%), а *SINP* — на синусоидальные фрагменты (8-10%).

3. Заключение

Таким образом, были разработаны семейства вейвлет-функций *AMP*, *BP*, *MORL* и *SINP* и проведено их тестирование на модельных сигналах. Представлены результаты их сравнительного анализа.

4. Список литературы

- [1] Randall, R. B. A new method of modeling gear faults / R. B. Randall // Journal of Mechanical Design. — 1982. — 104(2) — P. 259 — 267.
- [2] Асламов, Ю. П. Вейвлет-функции для диагностики зубчатых передач / Ю. П. Асламов [и др.] // Вестник Полоцкого госуниверситета. — Полоцк. — 2018. — № 3. — С. 38 — 46.

WAVELET FAMILIES FOR GEARING DIAGNOSIS

Davydov I. G., Aslamov Y. P.

Scientific adviser: Davydov I. G.

Belarusian state university of informatics and radioelectronics, Republic of Belarus

Abstract — Wavelet families for gearing vibration-based diagnosis are considered. The results of testing the proposed wavelet functions on model signals are presented.

СЕМЕЙСТВО ВЕЙВЛЕТ-ФУНКЦИЙ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

Давыдов И. Г., Асламов Ю. П.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Давыдов И. Г.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: aslamov.yura@gmail.com

Аннотация — Рассмотрено семейство базисных вейвлет-функций для вибрационной диагностики подшипников качения. Представлены результаты тестирования предложенных вейвлет-функций на модельных сигналах.

1. Введение

В настоящее время для оценки технического состояния промышленного оборудования по сигналам вибрации все чаще применяются методы вейвлет-анализа. Повышение чувствительности таких методов достигается за счет оптимизации базисных вейвлет-функций. В докладе рассмотрено семейство базисных вейвлет-функций, адаптированных для вибрационной диагностики подшипников качения.

2. Основная часть

Дефектное состояние подшипника качения характеризуется последовательностями ударных импульсов в генерируемом им вибрационном сигнале. При этом в большинстве случаев ударные процессы представляют собой короткие всплески с экспоненциальным законом затухания. Период следования ударных импульсов и количество осцилляций в их пределах определяются параметрами подшипника, скоростью вращения вала, типом неисправности и проч. На рис. 1 представлен вибрационный сигнал подшипника качения с дефектом наружного кольца.

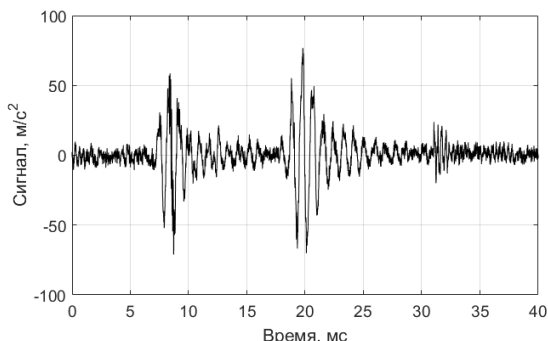


Рис. 1

Базисные функции для выделения указанных экспоненциальных ударных процессов должны удовлетворять следующим требованиям: 1) иметь экспоненциальную форму; 2) обладать частотно-временной локализацией; 3) иметь несущее колебание и быть способными масштабироваться, изменяя значение несущей частоты; 4) обладать способностью изменять количество осцилляций несущего колебания в своих пределах.

В работе Давыдова [1] для диагностики подшипников качения было предложено использовать вейвлет-функцию, приближенную по форме к экспоненциальному ударному процессу. На ее основе авторами доклада была разработана вейвлет-функция *MEXP* [2]. В дополнение к коэффициентам масштаба s и сдвига u вейвлет-функция *MEXP* содержит коэффициент формы FF , позволяющий ей изменять количество осцилляций несущего колебания в своих пре-

делах. На базе *MEXP* может быть сформировано семейство вейвлет-функций с различными частотно-временными свойствами. На рис. 2 представлены вейвлеты семейства *MEXP* с различными значениями коэффициента формы FF с несущей частотой $f_0=1$ кГц.

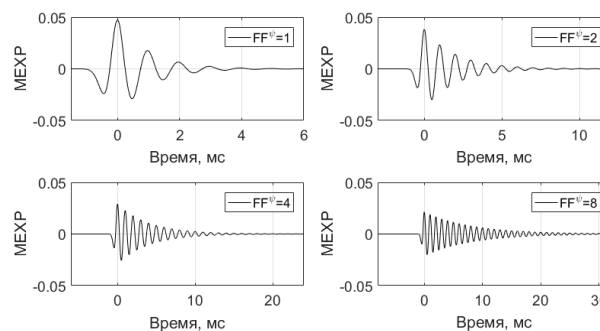


Рис. 2

В докладе рассмотрены свойства сформированного таким образом семейства и границы его применимости. Также представлены результаты сравнительного анализа вейвлетов *MEXP* с другими базисными вейвлет-функциями на основе модельных сигналов. Было получено, что вейвлет *MEXP* обладает в среднем на 8 — 14% большей чувствительностью к выделению экспоненциальных ударных процессов, чем другие известные вейвлет-функции.

3. Заключение

Таким образом, было разработано семейство вейвлет-функций *MEXP*. В рамках проведенных экспериментов вейвлеты *MEXP* показали высокую чувствительность к выделению экспоненциальных ударных процессов в вибрационном сигнале.

4. Список литературы

- [1] Диагностика качества подшипников качения с применением вейвлет-анализа / И. Г. Давыдов [и др.] // Доклады БГУИР. — 2005. — № 3(11). — С. 48 — 52.
- [2] Асламов, Ю. П. Вейвлет-функция для диагностики подшипников качения / Ю. П. Асламов, И. Г. Давыдов // Вестник Полоцкого госуниверситета. — 2018. — № 11. — С. 14 — 22.

WAVELET FAMILY FOR ROLLING BEARING DIAGNOSIS

Davydov I. G., Aslamov Y. P.

Scientific adviser: Davydov I. G.

Belarusian state university of informatics and radioelectronics, Republic of Belarus

Abstract — A wavelet family for rolling bearing vibration-based diagnosis is considered. The results of testing the proposed wavelet functions on model signals are presented.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ OFDM СИГНАЛА В СИСТЕМАХ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Дурманов М. А., Колесников Д. Р.

Научный руководитель: Дурманов М. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: drk121@ukr.net

Аннотация — Рассмотрен стандарт цифрового телевидения для наземных систем DVB-T. Разработана модель системы передачи OFDM сигналов в среде MATLAB. Входным файлом для моделируемой системы использовано монохромное изображение. В результате получены зависимости битовых ошибок от отношения сигнал-шум для разных типов модуляции.

1. Введение

Существует четыре основных стандарта цифрового телевидения: европейский, американский, японский и китайский. Наибольший интерес представляет европейский наземный стандарт DVB-T (Digital Video Broadcasting Terrestrial), так как к этому стандарту предъявляют наиболее жесткие требования по помехоустойчивости вследствие особенностей распространения радиоволн вблизи земной поверхности [1].

Для улучшения помехозащищенности в DVB-T используется мультиплексирование с ортогональным разделением каналов OFDM (Orthogonal frequency-division multiplexing) [2].

2. Основная часть

Для борьбы с помехами при многолучевом приеме применяется технология OFDM.

Идея данного метода заключается в том, что поток передаваемых данных преобразуется в большое число параллельных потоков (субпотоков), каждый из которых передается на отдельной несущей. При этом высокая скорость передачи достигается именно за счет одновременной передачи данных по нескольким каналам, а скорость передачи в отдельном подканале может быть и невысокой.

Моделирование сигнала OFDM модулятора выполнено в среде MATLAB для различных типов модуляции (BPSK, QPSK, 16PSK и 256PSK) с целью выбора оптимального типа модуляции с точки зрения помехоустойчивости.

Сигналы BPSK, QPSK, 16PSK и 256PSK при отношении сигнал-шум 40 дБ показаны на рис. 1.

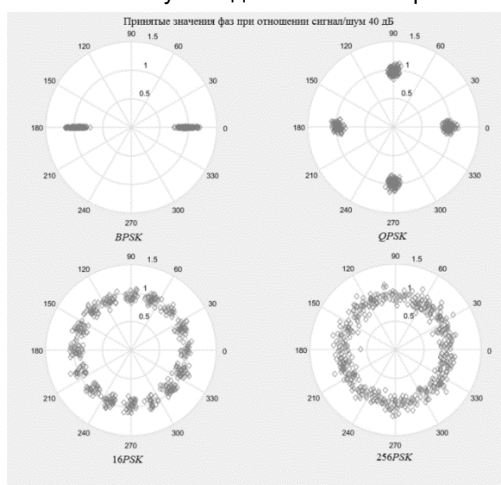


Рис. 1

Для более скоростных типов модуляции уменьшается вероятность однозначность приема передаваемых данных и, следовательно, увеличивается вероятность ошибки, как это показано на рис. 2.

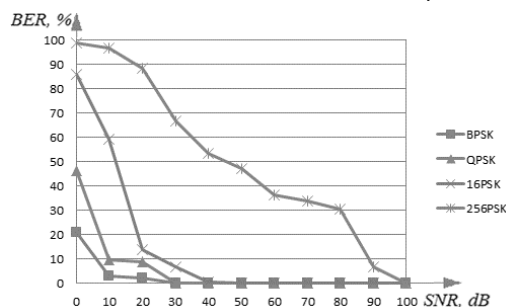


Рис. 2

По графикам видно, что при отношении сигнал-шум 40 дБ для 16PSK значение коэффициента битовых ошибок близко к нулю.

Исходя из полученных графиков, можно сделать вывод, что при QPSK модуляции при отношении сигнал-шум 30 дБ вероятность пиксельных ошибок минимальна, следовательно, изображение передано без потерь в качестве. Однако имеет смысл рассматривать полученные значения при отношении сигнал-шум 40 дБ, так как оно является допустимым для систем цифрового телевидения.

Следовательно, оптимальным видом модуляции является 16PSK, так как данный вид модуляции обеспечивает минимальную ошибку при отношении сигнал-шум 40 дБ и максимальную битовую скорость при наименьшем времени моделирования.

3. Заключение

Таким образом, в докладе рассмотрены возможности использования OFDM модулятора для борьбы с многолучевым приемом сигнала. Из рассмотренных видов модуляции 16PSK является оптимальным, при отношении сигнал-шум 40 дБ.

4. Список литературы

- [1] Смирнов, А. В. Цифровое телевидение. От теории к практике. — М. : Горячая линия-Телеком, 2005. — 349 с.
- [2] Джакония, В. Е. Телевидение / А. А. Гоголь, Я. В. Друзин — М. : Горячая линия-Телеком, 2007. — 618 с.

INVESTIGATION OF OFDM SIGNAL NOISE IMMUNITY IN DIGITAL TELEVISION SYSTEMS

Durmanov M. A., Kolesnikov D. R.,
Scientific adviser: Durmanov M. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The standard of digital television for terrestrial DVB-T system is considered. A model of the transmission system of OFDM signals in the MATLAB environment is developed. The input file for the simulated system is a monochrome image. As a result, dependencies of bit errors on the signal-to-noise ratio for different types of modulation are obtained.

МЕТОД АНАЛИЗА ВРЕМЕННОЙ ФОРМЫ ВИБРАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ

Давыдов И. Г., Асламов Ю. П.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Давыдов И. Г.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: aslamov.yura@gmail.com

Аннотация — Предложен метод описания временной формы вибрационных сигналов с использованием алгоритма разреженной декомпозиции. Метод может быть использован для оценки технического состояния промышленного оборудования. Приведены результаты его практического применения.

1. Введение

В настоящее время автоматические системы вибрационной диагностики основаны на спектральных методах анализа сигналов вибрации. В свою очередь, временная форма вибрационных сигналов также несет большой объем диагностической информации, однако ее использование затруднено отсутствием формализованных подходов ее описания. В докладе предложен способ описания временной формы вибрационных сигналов с использованием алгоритма разреженной декомпозиции.

2. Основная часть

Анализ временной формы вибрационных сигналов проводился для подшипников качения и зубчатых передач, ввиду их широкого распространения. В ходе анализа моделей вибрационных сигналов указанных элементов крупнее было выделено три класса характерных для них сигнальных фрагментов, а именно: 1) экспоненциальные; 2) модуляционные; 3) синусоидальные.

Для каждого из выделенных классов сигнальных фрагментов были сформированы специальные семейства базисных вейвлет-функций. Для описания экспоненциальных фрагментов было использовано вейвлет-семейство *MEXP* [1], для модуляционных — семейство *MORL* [2], а для синусоидальных — семейство *SINP* [2]. Выражение для каждой из представленных вейвлет-функций, кроме коэффициентов масштаба s и временного сдвига u , содержит также и так называемый коэффициент формы FF , позволяющий вейвлетам регулировать количество осцилляций несущего колебания в своих пределах и тем самым адаптироваться к сигнальным фрагментам различной длительности.

На рис. 1 представлены вейвлеты *MEXP*, *MORL* и *SINP* с несущей частотой $f_0=1$ кГц при $N=25$ осцилляциях несущего колебания в их пределах.

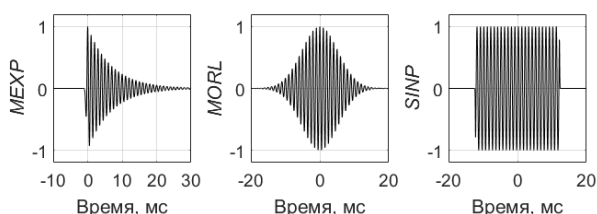


Рис. 1

На основе вейвлет-семейств *MEXP*, *MORL* и *SINP* был сформирован избыточный вейвлетный словарь D [3], представляющий собой решетку вейвлетов различной длины и формы. Для создания компактного описания временной формы анализируемый ви-

брационный сигнал раскладывался по словарю D с применением процедуры разреженной декомпозиции [4]. В таком случае компактное описание временной формы вибрационного сигнала представляет собой распределение энергии сигнала по базисным функциям словаря D [3]. На рис. 2 приведен пример компактного описания временной формы вибрационного сигнала дефектного подшипника качения.

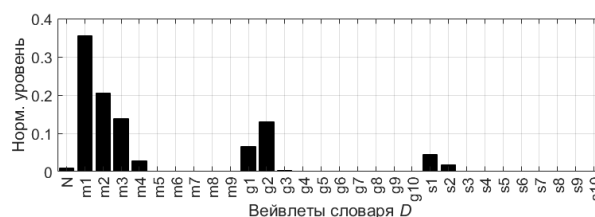


Рис. 2

Такого рода компактное описание формы вибрационных сигналов показало свою эффективность при диагностике подшипников качения и зубчатых передач с применением алгоритмов машинного обучения.

3. Заключение

Таким образом, предложен метод описания временной формы вибрационных сигналов для оценки технического состояния промышленного оборудования и проведено его тестирование.

4. Список литературы

- [1] Асламов, Ю. П. Вейвлет-функция для диагностики подшипников качения / Ю. П. Асламов, И. Г. Давыдов // Вест. Полоцкого госуд. ун-та. — 2018. — № 11. — С. 14 — 22.
- [2] Вейвлет-функции для диагностики зубчатых передач / Ю. П. Асламов [и др.] // Вест. Полоцкого госуд. ун-та. — 2018. — № 3. — С. 38 — 46.
- [3] Асламов, Ю. П. Избыточный вейвлетный словарь для разреженной декомпозиции сигналов вибрации / Ю. П. Асламов, И. Г. Давыдов // Вест. Полоцкого госуд. ун-та. — 2018. — № 4. — С. 86 — 94.
- [4] Разреженная вейвлетная декомпозиция в задачах вибродиагностики роторного оборудования / Ю. П. Асламов [и др.] // Доклады БГУИР. — Минск. — 2017. — № 8. — С. 91 — 98.

METHOD FOR VIBRATION SIGNALS WAVEFORM ANALYSIS

Davydov I. G., Aslamov Y. P.

Scientific adviser: Davydov I. G.

Belarusian state university of informatics and radioelectronics, Republic of Belarus

Abstract — The method for vibration signals waveform analysis on the basis of algorithm of sparse decomposition is considered. The proposed method can be used for estimation of technical condition of industrial equipment. The results of its practical use are presented.

ГЕНЕРАТОР СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ НА БАЗЕ АВТОРЕГРЕССИИ С РАЗРЫВНЫМИ ПЕРЕХОДАМИ

Андриянов Н. А.

Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации

Б. П. Бугаева, Россия

Ульяновский государственный технический университет, Россия

E-mail: nikita-and-nov@mail.ru

Аннотация — Представлена математическая модели случайных процессов, позволяющая имитировать сигналы с изменяющимися во времени корреляционными характеристиками. Показаны примеры порождаемых с помощью модели процессов. Описана методики моделирования сложных сигналов.

1. Введение

Метод моделирования реальных систем и объектов набирает всё большую популярность. Это объясняется тем, что замена реального объекта его математической моделью позволяет получить огромное пространство для исследования поведения данного объекта в различных ситуациях [1]. Кроме того, применение математических моделей легко обеспечивает генерацию материала для исследований, в том числе разработки различных алгоритмов обработки сигналов: фильтрации, классификации, обнаружения аномалий и т.д.

2. Основная часть

Для моделирования последовательностей и изображений, имеющих сложную структуру были предложены дважды стохастические модели [2,3]. Хотя получаемые в результате имитации сигналы являются нестационарными, но эта нестационарность носит вероятностный характер.

Вместе с тем, можно конкретизировать предложенную дважды стохастическую модель. Будем задавать значения корреляционных параметров. Еще одним фактором управления служит задаваемая длительность действия конкретного параметра.

Рассмотрим следующую схему генерации сигнала, которая подразумевает равномерное деление всей длины последовательностей на зоны, подчиняющиеся моделям с одним из двух корреляционных параметров. Пусть на определенном временном интервале модель имеет вид

$$x_i = \rho_0 x_{i-1} + \sqrt{\sigma_x^2 (1 - \rho_0^2)} \xi_i, \quad (1)$$

где ρ_0 — корреляционный параметр, описывающий свойства генерируемого процесса на заданном участке (0-м участке), σ_x^2 — дисперсия моделируемого случайного процесса, ξ_i — случайная добавка, ее математическое ожидание равно нулю, а дисперсия равна единице, $i = 1, \dots, N$ — длина последовательности, отведенной для генерации первого участка сигнала.

На следующем участке можем записать аналогичную модель

$$x_i = \rho_1 x_{i-1} + \sqrt{\sigma_x^2 (1 - \rho_1^2)} \xi_i, \quad (2)$$

где ρ_1 — корреляционный параметр, описывающий свойства генерируемого процесса на заданном участке (1-м участке), σ_x^2 — дисперсия моделируе-

мого случайного процесса, ξ_i — случайная добавка, ее математическое ожидание равно нулю, а дисперсия равна единице, $i = 1, \dots, M$ — длина последовательности, отведенной для генерации первого участка сигнала.

Таким образом, мы можем последовательно сложить результаты, полученные при реализации моделей (1) и (2). Тогда общая модель будет носить разрывной характер.

На рис. 1 показан пример поочередного применения модели (1) и (2) с параметрами 0,9 и -0,9. При этом длина участка для модели с корреляцией -0,9 в два раза больше.

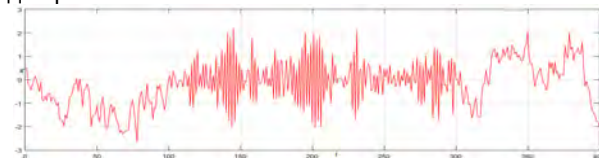


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, предложена разрывная модель, позволяющая генерировать сигналы с разными свойствами.

4. Список литературы

- [1] Васильев, К. К. Математическое моделирование систем связи : учеб. пособие / К. К. Васильев, М. Н. Служивый. — Ульяновск, 2010. — 170 с.
- [2] Андриянов, Н. А. Дважды стохастические авторегрессионные модели изображений / Н. А. Андриянов // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Ульяновский госунар. ун-т. Ульяновск, 2017. — 183 с.
- [3] Андриянов, Н. А. Дважды стохастические модели на основе изменения интервала корреляции / Н. А. Андриянов // Математические методы и модели : теория, приложения и роль в образовании. — 2014. — № 3. — С. 6 — 8.

Источники финансирования и выражение признательности

Доклад подготовлен при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект №18-31-00056 мол-а.

GENERATOR OF RANDOM PROCESSES ON THE BASIS OF AUTOREGRESSION WITH BREAKDOWN TRANSITIONS

Andriyanov N. A.^{1,2}

¹Ulyanovsk Institute of Civil Aviation, Russia

²Ulyanovsk State Technical University, Russia

Abstract — A mathematical model of random processes is presented, which allows simulating signals with time-varying correlation characteristics. Examples of model-generated processes are shown. Methods for modeling complex signals are described.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧИСЛА ЗАКАЗОВ СЛУЖБЫ ТАКСИ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Андриянов Н. А., Сонин В. А.

Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации

Б. П. Бугаева, Россия

Ульяновский государственный технический университет, Россия

Сервис заказа такси Gett (Ульяновское представительство), Россия

E-mail: nikita-and-nov@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены возможности построения эффективного прогноза числа заказов службы такси на базе математических моделей. Проведен сравнительный анализ дисперсий ошибок прогнозирования для различных моделей. Показано, что лучшие оценки обеспечиваются дважды стохастической моделью.

1. Введение

В настоящее время отсутствует полное и универсальное эффективное решение задачи прогнозирования работы автоматизированных технических систем, обеспечивающих мониторинг работы службы заказа такси. При этом данные, накапливаемые такими системами можно представить в виде временных рядов, а их описание можно выполнить с помощью статистических математических моделей. Кроме того, учитывая специфику работы службы заказа такси [1, 2], понятно, что, например, распределение заказов вероятно будет носить сезонный характер.

В работе рассмотрим прогнозы на основе случайных процессов, порождаемых авторегрессионными моделями, в том числе с кратными корнями характеристических уравнений [3], неоднородными дважды стохастическими моделями [4].

2. Основная часть

Будем прогнозировать последовательность, представленную на рис. 1 (это переработанная информация о распределении заказов, сохранившая свойства реальной последовательности).

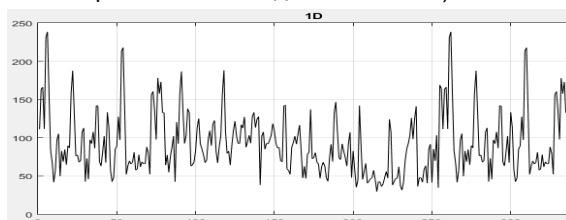


Рис. 1

В таблице 1 представлены возможные модели для прогнозирования. Стоит отметить, что в дважды стохастической модели происходит изменение корреляционных параметров.

Таблица 1

Модель	Запись
Одномерная авторегрессия	$O_i = \rho O_{i-1} + \xi_i, i = 1 \dots N$
Одномерная дважды стохастическая модель	$O_i = \rho_i O_{i-1} + \xi_i, i = 1 \dots N,$ $\rho_i = \tilde{\rho}_i + m_\rho$ $\tilde{\rho}_i = r \tilde{\rho}_{i-1} + \sqrt{\sigma_\rho^2 (1 - r^2)} \zeta_i$

Проведем необходимое оценивание параметров моделей, представленных в таблице 1. На основе рассмотренных моделей будем производить прогно-

зирование последних 21 значений последовательности.

Относительные дисперсии ошибок прогноза последних двадцати одного значения соответственно составляют:

— для одномерной авторегрессионной модели случайной последовательности — 10,88;

— для одномерной дважды стохастической модели случайной последовательности — 0,254.

3. Заключение

Рассмотрена задача анализа и оптимизации эффективности службы заказа такси. Предложено использовать дважды стохастические модели для учета неоднородности данных. Проведен сравнительный анализ прогнозирования на основе 2 различных моделей. При этом выигрыш по сравнению с авторегрессионной моделью может достигать нескольких порядков.

4. Список литературы

- [1] Azanov, P. Development of software system for analysis and optimization of taxi services efficiency by statistical modeling methods / P. Azanov, A. Danilov, N. Andriyanov // 2017 Int. Conf. Information Technology and Nanotechnology. Session Mathematical Modeling, IPGTIS-ITNT 2017, Samara, Russian Federation, 24 — 27 Apr. 2017, CEUR Workshop Proceedings. — 2017. — Vol. 1904. — P. 232 — 238.
- [2] Данилов, А. Н. Обеспечение эффективности обслуживания заказа такси путем математического моделирования его работы / А. Н. Данилов, А. Н. Андриянов, П. Т. Азаров // Информационные технологии и нанотехнологии : сборник тр. ИТНТ-2018. Самарский национал. исследоват. ун-т им. академика С. П. Королева. — 2018. — С. 1781 — 1789.
- [3] Васильев, К. К. Анализ авторегрессий с кратными корнями характеристических уравнений / К. К. Васильев, Н. А. Андриянов // Радиотехника. — 2017. — № 6. — С. 13 — 17.
- [4] Vasil'ev, K. K. Doubly stochastic models of images / K. K. Vasil'ev, V. E. Dement'ev, N. A. Andriyanov // Pattern Recognition and Image Analysis, Jan. 2015. — Vol. 25(1). — P. 105 — 110.

FORECASTING THE DISTRIBUTION OF NUMBER OF TAXI ORDERS BASED ON MATHEMATICAL MODELING

Andriyanov N. A.^{1,2}, Sonin V. A.³

¹Ulyanovsk Institute of Civil Aviation, Russia

²Ulyanovsk State Technical University, Russia

³Gett Taxi, Russia

Abstract — The possibilities of constructing an effective forecast of the number of taxi service orders based on mathematical models are considered. A comparative analysis of prediction error variances for different models is carried out. It is shown that the best estimates are provided by a doubly stochastic model.

ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОМЕЩЕНИЙ БОЛЬШОЙ ПРОТЯЖЕННОСТИ

Паслён В. В., Шульга О. Н.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Паслён В. В.
Донецкий национальный технический университет, г. Донецк
E-mail: olegshulga5130@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен метод расчета акустических характеристик с использованием программного пакета COMSOL Multiphysics. Приведены результаты исследования.

1. Введение

Основными условиями достижения хорошего качества акустики помещений считаются средства (архитектурной) строительной акустики и систем звукоусиления. Акустическое проектирование комнат заключено в установлении соотношений фигуры здания и акустической обработки внутренних поверхностей данных комнат.

2. Основная часть

Несмотря на наличие известных аналитических методов расчета акустики помещений, с их помощью нельзя в полной мере оценить все разнообразие конструкций. Поэтому, даже сегодня большую часть проектируют путем обычной доработки и видоизменения уже существующих конструкций без полной уверенности в характеристиках от вносимых изменений. При этом для обоснования выбора наилучшей конфигурации важно математически проанализировать акустические характеристики помещения еще на стадии его проектирования. Для решения этой задачи все большее применение находят численные методы расчета акустики помещений на основе конечно-элементного моделирования [1]. Одной из программ для решения подобного рода задач является COMSOL Multiphysics. Сейчас COMSOL позволяет реализовать все этапы моделирования (определение геометрических параметров системы, описание физической модели, визуализация результатов и т. п.) физических процессов, для которых существует физическая модель расчета в виде системы дифференциальных уравнений в частных производных [2]. В качестве исследуемого объекта было использовано помещение прямоугольной формы, которое фактически представляет собою аудиторию. Модель данного помещения изображена на рис. 1

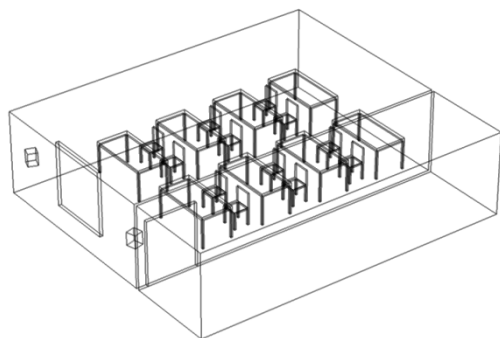


Рис. 1

Данное исследование позволяет облегчить расчет основных акустических характеристик помещений таких как время реверберации, структура звуковых отражений, звуковое давление (рис.2) и диффузность звукового поля. Эти характеристики имеют четкую связь как с архитектурно-строительными параметрами помещения, так и с субъективной оценкой условий слухового восприятия. Правильный с точки зрения акустических требований выбор этих параметров является гарантией хорошей акустики сооружения.

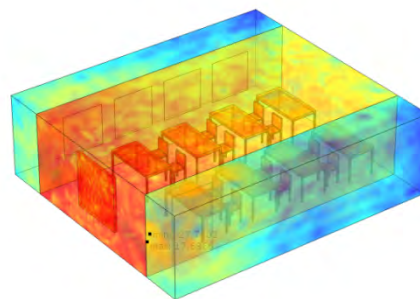


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, рассмотрена возможность расчета разнообразных акустических характеристик помещений путем их компьютерного и математического моделирования. Стоит так же отметить, что результаты подобных исследований можно использовать при проектировке и строительстве помещений.

4. Список литературы

- [1] Розенберг, Л. Д. Метод расчета звуковых полей, образованных распределенными системами излучателей, работающих в закрытых помещениях / Розенберг Л. Д. — М. : ЖТШ, 1942. — № 4. — 544 с.
- [2] Компания «COMSOL» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: www.comsol.com.

STUDY OF ACOUSTIC CHARACTERISTICS OF LARGE-PREMISE SPACES

Paslyon V. V., Shulga O. N.

Scientific adviser: Paslyon V. V.

Donetsk National Technical University, Donetsk

Abstract — A method for calculating acoustic characteristics using the COMSOL Multiphysics software is considered. The results of investigation are presented.

МОДЕЛИРОВАНИЕ OFDM-МОДЕМОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СКОРОСТЯХ

Преображенский А. П., Сериков П. А., Кузьменкова Д. С.
 Научный руководитель: д-р. техн. наук, проф. Преображенский А. П.
 Воронежский институт высоких технологий, Россия
 E-mail: komkovvvt@yandex.ru

Аннотация — В работе рассмотрено моделирование работы OFDM-модема на основе полного алгоритма поиска. Даны предложения по дополнительным проверкам в алгоритме. Приведены параметры модемов для различных скоростей.

1. Введение

Идея OFDM (Orthogonal frequency-division multiplexing) состоит в передаче данных параллельно в виде N плотно упакованных поднесущих для достижения эффективной по полосе и устойчивой к многолучевости распространения. В работе предлагается алгоритм, позволяющий ускорить процесс перебора проектов при моделировании модема.

2. Основная часть

В заданной ширине полосы должна обеспечиваться разумная гладкость характеристики и малый разброс групповой задержки. Основными выходными параметрами процесса проектирования являются: число тонов, скорость взятия отсчетов алфавитно-цифрового преобразователя (АЦП) и число отсчетов на канальный символ. Процедура проектирования направлена на наиболее полное использование выделенной полосы частот, что достигается увеличением расстояния между тонами до тех пор, пока они не заполняют всю полосу. Расстояние между тонами увеличивается за счет увеличения числа отсчетов на канальном символе S , что одновременно максимизирует защитный интервал в модеме. Проверяем пригодность проекта (все ли тоны расположились внутри полосы). Сюда относится проверка скорости взятия отсчетов и положения граничных тонов. Уравнения проверки выглядят следующим образом: $f_s > f_{s_min}$ — частота дискретизации АЦП, достаточная для того, чтобы передать максимальную частоту и $N_t = t_N - t_0 + 1$ — заданное число тонов соответствует пределам ширины полосы частот, где $f_{s_min} = 2 f_{max} / R_{alias}$ — минимум допустимой частоты дискретизации АЦП; $t_0 = \text{ceil}(f_{min} / \Delta f - f_{offset} + \Delta t)$ — начальный сигнальный тон в пределах полосы пропускания; $t_N = \text{floor}(f_{max} / \Delta f - f_{offset} - \Delta t)$ — последний сигнальный тон в пределах полосы пропускания; где $\text{ceil}(x)$ — минимальное целое число, большее или равное x ; $\text{floor}(x)$ — максимальное целое число, меньшее или равное x .

Из списка возможных решений пользователь выбирает варианты с величиной защитного интервала, достаточной для заданного канала. Задаемся скоростью передачи данных 4800 бит/сек и используем всю полосу канала от $f_{min} = 300$ Гц до $f_{max} = 3000$ Гц. Как отмечалось выше, f_{offset} и Δt устанавливаем на уровне 0,5. предполагаем использование хороших $\Delta - \Sigma$ преобразователей и плотных фильтров защиты от наложения спектров с коэффициентом $R_{alias} = 0,95$. Использование 64-точечного БПФ приводит к 24-тоновому проекту с защитным интервалом 4,1 мс. Это недостаточно, и мы увеличиваем длину преобразования.

При длине БПФ, равной 256, получаем 104-тоновый модем с защитным интервалом 4,1 мс. Это

соответствует защитному интервалу 16-тонового MIL-STD модема и выглядит привлекательно. Формат имеет скорость канальных символов 23,05 Гц, так что по грубым оценкам он будет устойчив к замираниям только от 1 до 2 Гц. Большая длительность символа делает его более уязвимым к импульсным помехам. Делаем вывод, что длительность символа велика и уменьшаем длину БПФ.

Результаты прогона алгоритма дают варианты проекта (таблица 1).

Таблица 1

FFT length N	Number of tones N_t	Samples per symbol S	Sampling rate (Hz) f_s	First tone t_0	Channel symbol rate (Hz)	Guard time (ms) G_{line}
64	22	67	6780	4	101	0,56
128	51	139	6505	7	45	1,88
256	102	282	6548	11	24	4,1

Вводя в алгоритм дополнительные проверки можно сократить число распечатываемых проектов. Добавлен тест отбора защитных интервалов, больше 3.0 мс и символьной скорости, больше 50 символов в секунду. В табл.2 дано четыре варианта проекта.

Таблица 2

FFT length N	Number of tones N_t	Samples per symbol S	Sampling rate (Hz) f_s	First tone t_0	Channel symbol rate (Hz)	Guard time (ms) G_{line}
64	16	84	6370	5	70	3,19
64	16	93	7025	5	70	4,1
128	24	149	7525	7	55	3,03
128	24	212	10600	6	55	8,02

В таблице представлено два 16-тоновых модема с длиной БПФ 64. Защитный интервал в первом проекте приводит к потерям 1,1 дБ, а во втором — на 0,4 дБ хуже. Расстояние между тонами во втором проекте составляет 110,6 Гц.

3. Заключение

Представленный алгоритм проектирования предназначен для улучшения характеристик передачи модема.

4. Список литературы

- [1] Технология OFDM / М. Г. Бакулин, В. Б. Крейнделин, А. М. Шлома, А. П. Шумов. — М.: Горячая линия — Телеком, 2015. — 360 с.
- [2] Склар, Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение / Б. Склар; 2-е изд. — М.: Издат. дом «Вильямс», 2003. — 1104 с.

THE SIMULATION OF OFDM MODEMS FOR DIFFERENT SPEEDS

Preobrazhenskiy A. P., Serikov P. A., Kuzmenkova D. S.
 Scientific adviser: Preobrazhenskiy A. P.
 Voronezh Institute of High Technologies, Russia

Abstract — The simulation of OFDM modem based on the full search algorithm is discussed. The proposals are given for additional checks in the algorithm. The parameters of the modems are given for different speeds.

МЕТОДИКА ЛОКАЛИЗАЦИИ ПОВРЕЖДЕНИЙ В КОРПУСЕ СУДНА И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ ХАРАКТЕРА

Азаров А. А., Широкова Е. И., Широков И. Б., Хохолко А. В.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: andrej-azarov@bk.ru

Аннотация — Разработана методика локализации повреждений, а также определения характера повреждений корпуса судна. Методика имеет прикладное значение и может быть использована на практике.

1. Введение

Современные суда имеют в своем функционале множество систем контроля параметров, но, несмотря на это, в момент повреждения корпуса судна, достаточно трудно определить местонахождение, размер и характер повреждения. Основной задачей являлась разработка методики локализации и определения характера повреждений корпуса судна и их размеров. Задача является актуальной.

2. Основная часть

В работе [1] описывается методика определения факта повреждения автомобиля. Система функционирует за счет значительного множества тензодатчиков (далее ТД) и определяет уровень непосредственно на том или ином участке (секторе) ТД. Данная методика является довольно точной, но неоправданно дорогостоящей, а также требует огромного количества контактов для соединения, что опять-таки повышает стоимость системы. В масштабах судна, проблемы, описанные выше, являются в разы существенней, к тому же имеет место задача определения характера повреждений, что имеет большую значимость в случае в последнем случае. Существует множество методик определения повреждения корпуса судна, но лишь некоторые из них могут быть использованы для локализации.

Современные методики определения повреждений сконцентрированы в различных системах сигнализации. К ним относятся:

1) ИК методики. Данные системы крайне нестабильны, даже в условиях функционирования в городе. Имеют место также ложные срабатывания данной системы, что является неприемлемым для механизмов судна и в условиях моря не могут быть использованы.

2) Микроволновые методики. Данные системы являются крайне чувствительными, хоть по стабильности более совершенны. Также имеют место случайные срабатывания. Помимо всего перечисленного нужно учесть свойства сильного затухания СВЧ сигнала в водной среде, по этой причине, данные методики также не могут быть использованы для решения нашей задачи.

3) Тензосистемы. Система, описанная в [1] и [2] является дорогостоящей при использовании ее в стандартном варианте на автомобиле. Стоимость использования данной методики на судне, будет иметь стоимость на порядки выше.

Предложенная методика заключается в использовании комплексной системы анализа, включающей в себя комплекс из тензосенсоров, а также ультразвуковых датчиков. В данном комплексе имеет место новая методика обработки сигнала тензосенсоров и акустических датчиков. За счет использования данной методики, расположение датчиков можно сде-

лать более эффективным, что принципиально снизит стоимость всей системы и в дальнейшем сможет быть использовано как в автомобильной системе, так и в системе обеспечения безопасности судов.

Методика заключается в следующем. Тензодатчики и акустические датчики размещаются, не соприкасаясь друг с другом, как указано в статьях авторов, а на расстоянии 2 метров, однако требуется калибровка системы. Суть методики заключается в том, что сигнал, снимаемый с тензодатчика и акустического датчика, имеет определенную характеристику $U(t)$, по которой можно сделать вывод о характере повреждений и о их размере. Используя параметры задержки акустических импульсов от различных датчиков можно определить местонахождение повреждений. Методика имеет практическое применение и может быть использована на судах различных типов.

3. Заключение

Предложена методика определения характера и размера повреждений корпуса судна, а также позволяющая локализовать эти повреждения. Методика предполагает установку системы тензодатчиков в комплексе с акустическими датчиками. Данная методика имеет значительное преимущество относительно существующих. За счет использования нового алгоритма обработки сигнала система определения повреждений и их локализации стала более дешевой, что позволяет активно использовать её во многих сферах применения. Особенно актуальным представляется реализация системы на судне.

4. Список литературы

- [1] Azarov, A. The car seats emergency shift system / A. Azarov, A. Alessenko, N. Wilson // ProfMarket: Education. Language. Success, Sevastopol, Russia, March 26 — 27, 2018. — 2018. — P. 92 — 94.
- [2] Block diagram for the car seat emergency shift system / A. А. Азаров, Н. Г. Вильсон, И. В. Скорик, И. Б. Широков // Матер. VII Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Севастополь, 18 апр. 2018. — Керчь : ФГБОУ ВО «КГМУ»; Севастополь : ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», 2018. — С. 92.

METHOD FOR POSITIONING DAMAGE AND DETERMINING THE TYPE OF VESSEL'S DAMAGE

Azarov A. A., Shirokova E. I.,
 Shirokov I. B., Khokholko A. V.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — A technique for positioning vessel's body damage and also determining the type of vessel's body damage has been developed. The technique has an applied value and can be used on a real vessel.

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 7

ЦИФРОВАЯ И АНАЛОГОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

АНАЛИЗ СХЕМЫ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ВЧ КОРРЕКЦИИ С УЧЕТОМ ЧАСТОТНЫХ СВОЙСТВ ТРАНЗИСТОРА

Мельников А. В., Требунский В. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Мельников А. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: mel.anat@mail.ru

Аннотация — Проведен анализ усилительного каскада с параллельной ВЧ коррекцией с учетом влияния на АЧХ каскада паразитных емкостей схемы и частотных свойств транзистора. Получены соотношения для расчета корректирующих элементов схемы.

1. Введение

В широкополосных усилителях для расширения полосы пропускания и увеличения площади усиления применяют схемы параллельной ВЧ коррекции [1, 2]. При расчете корректирующей индуктивности L обычно считают, что основной вклад в уменьшение усиления на высоких частотах вносят паразитные емкости схемы и пренебрегают влиянием частотных свойств транзисторов [1]. Однако это допустимо не для всех схем.

В докладе проведен анализ усилительного каскада с параллельной ВЧ коррекцией и получены соотношения для расчета корректирующих элементов с учетом влияния как паразитных емкостей схемы, так и частотных свойств транзисторов.

2. Основная часть

На рис. 1 изображен усилительный каскад с параллельной ВЧ коррекцией и указаны корректирующая индуктивность L и паразитная емкость выходной цепи каскада C_0 .

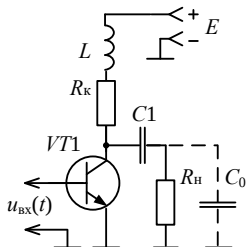


Рис. 1

Комплексный коэффициент усиления каскада с учетом частотных свойств транзистора может быть найден из выражения:

$$K(j\omega) = K_0 \frac{1}{(1 + j\omega\tau_B)} \cdot \frac{1 + j\omega m\tau}{(1 - \omega^2\tau^2 m + j\omega\tau)}, \quad (1)$$

где $K(j\omega)$ — комплексный коэффициент усиления каскада; K_0 — коэффициент усиления в области средних частот; τ_B — постоянная времени передачи тока базы; $m = \frac{L}{R_K^2 C_0}$ — коэффициент коррекции;

$\tau = R_K C_0$ — постоянная времени выходной цепи; C_0 — емкость выходной цепи каскада.

Анализ выражения (1) показывает, что для получения максимально плоской АЧХ, коэффициент коррекции m необходимо рассчитывать из соотношения:

$$m_{opt} = -1 + \sqrt{2 + \left(\frac{\tau_B}{\tau}\right)^2}. \quad (2)$$

На рис. 2 изображены АЧХ некорректированного каскада ($m = 0$), каскада с максимально плоской АЧХ ($m = 0,732$) и каскада с перекоррекцией ($m = 1,2$).

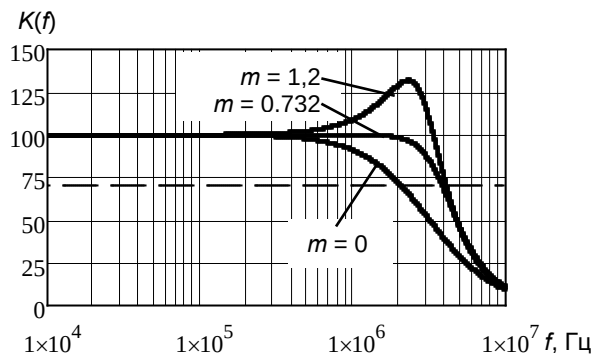


Рис. 2

Расчеты показали, что если $\tau = \tau_B$ и $m = m_{opt}$, то выигрыш по площади усиления каскада с ВЧ коррекцией по сравнению с некорректированным каскадом ($L = 0$), составляет 1,9.

3. Заключение

Таким образом, проведен анализ каскада с параллельной ВЧ коррекцией и получены соотношения для расчета корректирующих элементов с учетом частотных свойств транзистора. Расчеты показали, что использование полученных результатов позволяет увеличить площадь усиления каскада в 1,9 раза.

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 нояб. 2017 г. — Севастополь: Изд-во СевГУ, 2017. — С. 224.

ANALYSIS OF PARALLEL HF CORRECTION SCHEME WITH CONSIDERING THE TRANSISTOR'S FREQUENCY PROPERTIES

Melnikov A. V., Trebunskiy V. V.

Scientific adviser: Melnikov A. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — Analysis of the amplifier with parallel HF correction, taking into account the effect on the frequency response of the circuit of parasitic capacitances of the circuit and the frequency response of transistor, is carried out. Relations for calculating the correcting elements of the scheme are obtained.

СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Гимпилевич Ю. Б., Вертегел В. В., Лукьянчиков А. В., Никифоров С. М., Мальцев Р. В., Скорик И. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: rodion.evpatorya@gmail.com

Аннотация — Рассмотрен принцип работы и реализация опытного образца системы дистанционного контроля параметров силового агрегата транспортного средства.

1. Введение

В настоящее время актуальным является вопрос удаленного доступа и мониторинга различных параметров технических систем и объектов. Данный доклад содержит информацию о принципе работы системы, позволяющей осуществлять контроль режимов эксплуатации, параметров, местоположения, маршрутов перемещения, состояния узлов и силовых агрегатов стационарных и нестационарных технических объектов. К преимуществам представляемой системы можно отнести компактность, мобильность, доступность функции трекинга и экономическую целесообразность по сравнению с существующими аналогами, решающими подобные задачи, доступными на рынке.

2. Основная часть

При управлении и контроле работы различных систем основополагающую роль играет своевременное получение информации о текущем состоянии и технических параметрах интересующего объекта. Не менее важным также является автоматизированный сбор и хранение, систематизация получаемых данных. Рассматриваемое устройство представляет один из возможных способов решения указанных проблем.

Принцип функционирования опытного образца системы можно объяснить с помощью структурной схемы, изображенной на рис. 1.

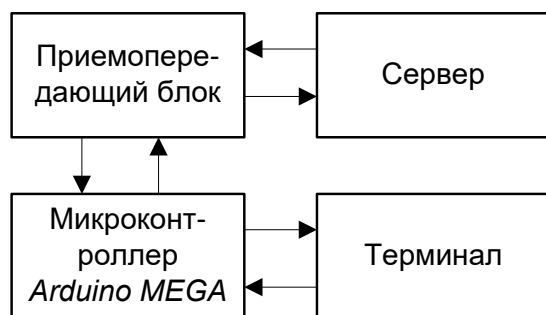


Рис. 1

В ее состав входит терминал из датчиков, устанавливаемых на контролируемом техническом объекте, а также серверная часть, устанавливаемая на удаленном пункте, осуществляющем контроль параметров. Связь осуществляется с помощью приемопередающих модулей по радиоканалу GSM, а также GPRS/EDGE, 3G.

Терминал представлен набором датчиков для контроля силового агрегата транспортного средства и блоком опроса датчиков. В настоящее время задействован следующий набор датчиков:

— позиционирование терминала по сигналам ГЛОНАСС/GPS;

— измерение температуры охлаждающей жидкости;

— измерение давления масла;

— измерения частоты вращения вала двигателя;

— измерение температуры окружающей среды.

— измерение напряжения бортовой сети;

— измерение напряжения автономной батареи питания.

Резервные возможности терминала позволяют, при необходимости, дополнительно задействовать другие измерительные каналы. Также в терминале располагается блок опроса датчиков.

В рассматриваемом экспериментальном образце используется микроконтроллер (МК) *Arduino MEGA*. Применение готового решения позволяет ускорить и упростить разработку. МК связан с терминалом, в нем осуществляется обработка, преобразование аналоговых сигналов, получаемых в ходе опроса датчиков, в цифровые, подготовка данных. Затем МК передает подготовленные данные в приемопередающий блок.

Приемопередающий блок осуществляет как прием сигналов спутников *GPS*, так и работу в стандарте *GSM (GPRS)*. В акте передачи данных также может осуществляться дополнительное шифрование, позволяющее повысить степень защищенности канала передачи от несанкционированного подключения.

Реализация подключения серверной части к приемопередающим модулям может быть различной. В данном случае связь осуществляется при помощи подключения к сети Интернет.

В серверной части присутствует блок связи, база данных, а также интерфейсное программное обеспечение для подключения оператора к серверу, получения и отображения необходимой информации в удобном виде, например, в браузере в маркера с таблицей контролируемых параметров силового агрегата ТС на интерактивной карте.

3. Заключение

Таким образом, разработанная система предлагает практическую реализацию решения, ряда задач, среди которых удаленный контроль режимов эксплуатации, состояния узлов и силовых агрегатов транспортного средства.

Также данная система может быть использована на предприятиях, производящих и/или контролирующих технические объекты; в транспортных и дорожно-строительных компаниях; исполнительных органах власти, МЧС и др.

SYSTEM OF REMOTE CONTROL OF PARAMETERS OF TECHNICAL OBJECTS

Gimpilevich Yu. B., Vertegel V. V., Lukianchikov A. V.,
 Nikiforov S. M., Maltcev R. V., Skorik I. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The principle of work and realization of a prototype of system of a remote control of parameters of the power unit of the vehicle is considered.

АМПЛИТУДНАЯ КОРРЕКЦИЯ В УПРАВЛЯЕМОМ ВЕКТОРНОМ ФАЗОВРАЩАТЕЛЕ

Снегур Д. А., Вертегел В. В., Будняев В. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: dasnegur@sevsu.ru

Аннотация — Рассмотрен способ уменьшения амплитудной ошибки в векторном фазовращателе за счет использования встроенного аттенюатора с параллельным управлением. Приводится описание фазовращателя, разрабатываемого в технологии БИКМОП TSMC 0.18 SiGe, и результаты его моделирования.

1. Введение

В интегральной схемотехнике наибольшее применение находят схемы векторных фазовращателей (ФВ), где выходной сигнал формируется в виде векторной суммы двух сигналов.

Одними из наиболее важных параметров ФВ являются их ошибки установления фазы выходного сигнала и амплитуды. Как правило эти ошибки взаимосвязаны. В результате, при разработке выбирают некий компромисс. Статья посвящена методу, позволяющему уменьшить величину амплитудной ошибки, независимо от ошибки установления фазы.

2. Основная часть

При разработке векторных ФВ возникает проблема, связанная с неравномерностью коэффициента передачи (КП), что приводит к амплитудной ошибке, проявляющейся в рабочей полосе частот. Причинами этого в основном являются: неравномерность КП полифазного фильтра, влияние разделительных конденсаторов, паразитных емкостей и др. Другим фактором, влияющим на КП в ФВ, является его зависимость от величины устанавливаемой фазы сигнала (ошибка порядка 3 дБ). Это связано с работой векторного ФВ, в котором изменяется длина результирующего вектора при его повороте на относительный угол 0 — 45°.

Для корректировки коэффициента передачи предлагается использовать корректирующий аттенюатор, управление которым осуществляется тем же цифровым сигналом, что и для установки фазы. Структура ФВ имеет вид, показанный на рис. 1.

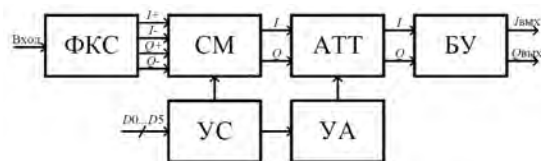


Рис. 1

Входной несимметричный сигнал подается на вход формирователя квадратурных сигналов (ФКС). Полученные сигналы подаются на сумматор (СМ), где они суммируются с определенным весом в зависимости от требуемой фазы выходного сигнала. Далее сигналы подаются на аттенюатор (АТТ), который управляется с помощью схемы управления (УА). Схема УА преобразует входные сигналы схемы управления сумматором (УС). УА позволяет, используя управляющие сигналы для задания требуемой фазы, сформировать сигнал управления аттенюатором. В результате аттенюация осуществляется так, чтобы уменьшить изменение длины результирующего вектора.

Электрическая схема корректирующего аттенюатора показана на рис. 2 и фактически представляет собой дифференциальный усилительный каскад. Управляющие сигналы подаются на выводы VCR и VCT, тем самым изменяя КП схемы.

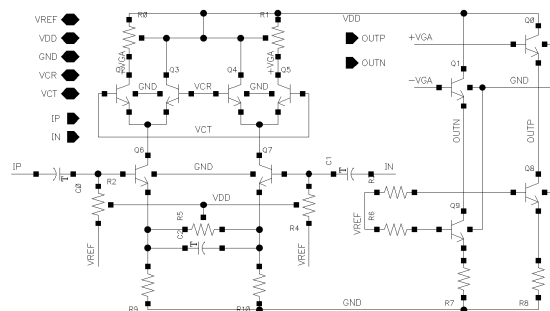


Рис. 2

Основные параметры ФВ, полученные в результате моделирования, приводятся в таблице 1.

Таблица 1

Параметр	Значение
Рабочий диапазон частот	4—6 ГГц
Рабочий диапазон температур	–60—85 °С
Разрешающая способность	6 бит, 5,625°
СКО установления фазы	<0,49°
СКО коэффициента усиления	< 0,22 дБ
Напряжения питания, В	5; 2,5

3. Заключение

Разработана электрическая схема интегрального ФВ, включающего в себя дополнительный корректирующий аттенюатор. В результате получены параметры ФВ, приемлемые для включения его в состав приемопередающего модуля активной фазированной антенной решетки [1].

Преимущество предлагаемого метода заключается в том, что разрядность ФВ не увеличивается и не требует дополнительных битов управления для осуществления корректировки. Это в свою очередь приводит к улучшению параметров ФВ при незначительном увеличении площади кристалла.

4. Список литературы

- [1] Разработка интегральной схемы микроволнового диапазона частот для диаграммообразующих модулей АФАР на основе кремниевой технологии: отчет о НИР (промежуточный по этапу 1) / СевГУ; рук. Гимпилович Ю. Б.; исполнит. Гимпилович Ю. Б., Вертегел В. В. [и др.]. — Севастополь, 2017. — 219 с. — № ГР АААА-А17-117040610330-4.

AMPLITUDE CORRECTION IN CONTROLLED VECTOR PHASE SHIFTER

Snegur D. A., Vertegel V. V., Budnyaev V. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The vector phase shifter amplitude error reducing method is considered. The method is based on a built-in attenuator with parallel control. Developed phase shifter in TSMC 0.18 SiGe technology and its simulation results are presented.

РАЗРАБОТКА ПЯТИРАЗРЯДНОГО АНАЛОГО-ЦИФРОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ В ТЕХНОЛОГИИ SIGE БИКМОП 0,18 МКМ

Вертегел В. В., Снегур Д. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: dasnegur@sevsu.ru

Аннотация — Представлены результаты разработки пятиразрядного аналого-цифрового преобразователя последовательного счета в технологии TSMC 0.18 SiGe, который осуществляет оцифровку сигнала в диапазоне напряжений от 1 до 2,5 В.

1. Введение

Для преобразования аналоговых сигналов в цифровые используются аналого-цифровые преобразователи (АЦП). АЦП различают по типу применяемых алгоритмов, каждый из которых обладает собственными преимуществами и недостатками. В работе приводится описание разрабатываемого в технологии SiGe БИКМОП 0,18 мкм АЦП последовательного счета.

2. Основная часть

АПЦ последовательного счета построен согласно классической схеме, описанной в [1]. Структурная схема АЦП показана на рис. 1. Функцию компаратора (К) выполняет операционный усилитель, построенный на полевых транзисторах с большим входным сопротивлением. Схема управления по сигналу с компаратора осуществляет управление реверсивным счетчиком.

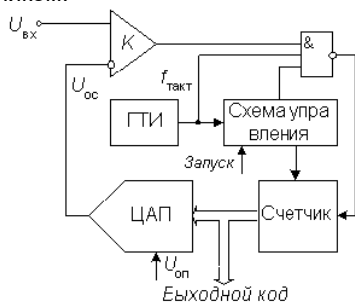


Рис. 1

В качестве генератора тактовых импульсов (ГТИ) используется внешний тактовый генератор. Частота тактовых импульсов f_{CLK} ГТИ для нормальной работы счетчика должна быть не выше 50 МГц. При этом частотой ГТИ определяется время преобразования напряжения в код. Так, например, при $f_{CLK} = 50$ МГц максимальное время преобразования составляет 160 нс.

На рис. 2 показана топология разработанного АЦП.

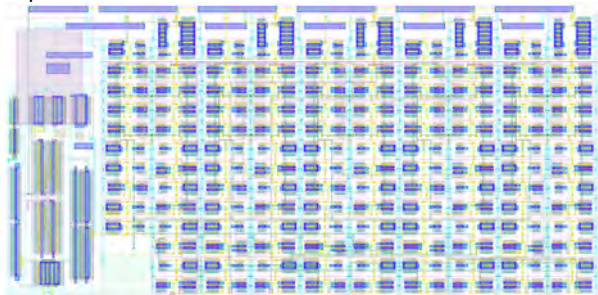


Рис. 2

Работа АЦП демонстрируется согласно временной диаграмме, показанной на рис. 3 (напряжение на входе АЦП равно 2 В). Сигнал обратной связи (FB) снимается с выхода цифро-аналогового преобразователя (ЦАП), выполненного по схеме R-2R матрицы. В результате компаратор сравнивает входное напряжение (IN) с напряжением обратной связи. По результатам сравнения компаратор формирует сигнал управления счетчиком, который либо увеличивает значение на своем выходе, либо уменьшает его. Цифровой сигнал (D0 — D5) пропорциональный входному напряжению АЦП формируется на выходе счетчика.

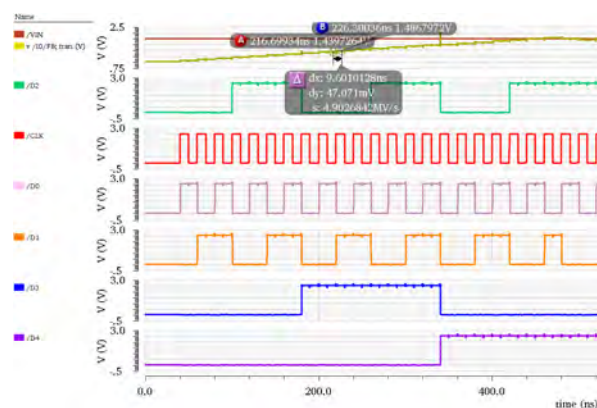


Рис. 3

3. Заключение

Разработан пятиразрядный АЦП последовательного счета, работающий от напряжения питания 2,5 В и способный преобразовывать в цифровой код напряжение, изменяющееся в диапазоне от 1 до 2,5 В. Разрабатываемый АЦП планируется использовать в схеме разрабатываемого датчика температуры для приемо-передающего модуля активной фазированной антенной решетки [2].

4. Список литературы

- [1] Reis, W. ADC [Электронный ресурс] / WBC GmbH. — Режим доступа: <http://www.efo.ru/cgi-bin/go?2089>.
- [2] Разработка интегральной схемы микроволнового диапазона частот для диаграммообразующих модулей АФАР на основе кремниевой технологии: отчет о НИР (промежуточный по этапу 1) / СевГУ; рук. Гимпилович Ю. Б.; исполнит. Гимпилович Ю. Б., Вертегел В. В. [и др.]. — Севастополь, 2017. — 219 с. — № ГР AAAA-A17-117040610330-4.

DESIGN OF SIGE BICMOS 0.18 UM 5 BIT ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTER

Vertegel V. V., Snegur D. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of designing of a five bit analog-to-digital converter are presented. The technology process is TSMC 0.18 SiGe. Converter realizes digitization of the signal in the voltage range from 1 to 2.5 V.

РАЗРАБОТКА ИНТЕГРАЛЬНОГО ШИРОКОПОЛОСНОГО УСИЛИТЕЛЯ МОЩНОСТИ В ТЕХНОЛОГИИ SiGe БИКМОП 0,18 мкм

Вертегел В. В., Будняев В. А., Снегур Д. А.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: vadim.budnyaev@yandex.ru

Аннотация — В статье приводятся результаты разработки электрической схемы интегрального широкополосного усилителя мощности диапазона частот 2 — 8 ГГц на основе 0,18 мкм SiGe БИКМОП технологического процесса. Приведены результаты моделирования работы схемы.

1. Введение

Усилители мощности (УМ) являются одними из ключевых компонентов беспроводных передающих систем. Главной задачей разработки являлось создание схемы предварительного УМ для обеспечения требуемого уровня входной мощности для основного усилителя мощности.

SiGe БИКМОП технология обеспечивает высокую производительность, малое энергопотребление, хорошую теплопроводность, высокую степень интеграции, а также обладает низкой стоимостью, сравнимой со стоимостью обычной кремниевой технологии. Данные преимущества дают реальную базу для создания универсальных усилителей мощности.

2. Основная часть

Разработка электрической схемы и моделирование УМ проведено в системе автоматизированного проектирования *Cadence Virtuoso*. При проектировании основное внимание было уделено таким параметрам как точка децибелльной компрессии (P_{1dB}), коэффициент усиления (K_U), коэффициент полезного действия (КПД), возвратные потери по выходу (S_{22}) в рабочей полосе частот.

Разработанная электрическая схема предварительного усилителя мощности изображена на рис. 1.

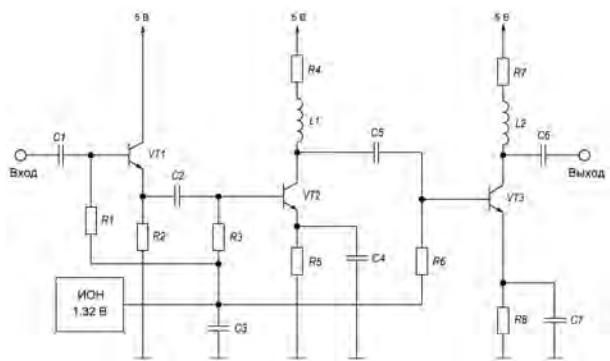


Рис. 1

Напряжение питания схемы составляет 5 В. Первый каскад построен по схеме с общим коллектором для обеспечения хорошего согласования по напряжению входного импеданса с низким выходным сопротивлением предыдущего функционального блока. Второй и третий каскады построены по схеме с общим эмиттером, чтобы обеспечить необходимый коэффициент усиления.

Смещение транзисторов $VT1$ — $VT3$ составляет порядка 1,3 В и задано с помощью источника опорного напряжения (ИОН) [1]. Элементы $R1$, $R3$, $R6$ и $C5$ образуют фильтр низких частот, необходимый для стабилизации рабочих точек транзисторов и недо-

пущения попадания переменной составляющей напряжения большой амплитуды на выход ИОН.

Результаты моделирования основных параметров схемы приведены на рис. 2.

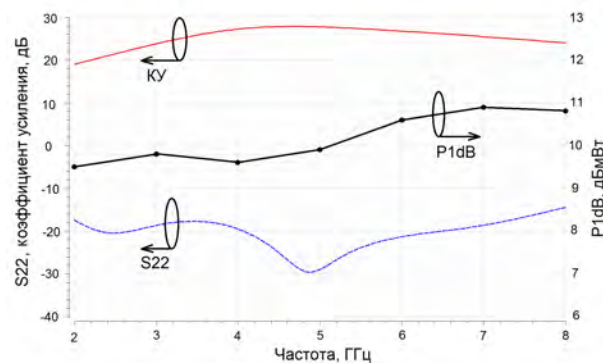


Рис. 2

В диапазоне частот 2 — 8 ГГц усилитель обеспечивает коэффициент усиления 19,5 — 28 дБ, имеет точку децибелльной компрессии 9,5 — 10,9 дБм, возвратные потери по выходу не превышают -14 дБ. Потребляемая мощность — 295 мВт при КПД 6 %.

3. Заключение

Рассмотрены результаты разработки электрической схемы широкополосного предварительного усилителя мощности, необходимого для обеспечения требуемого уровня входной мощности основного УМ.

Полученный усилитель может быть использован в качестве выходного в составе разрабатываемой интегральной схемы С-диапазона частот для диаграммообразующих модулей активной фазированной антенной решетки на основе SiGe-технологии [2].

4. Список литературы

- [1] Будняев, В. А. Интегральный источник опорного напряжения с широким диапазоном рабочих температур / В. А. Будняев, И. В. Кравченко, Д. А. Снегур // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций «РТ-2016» : матер. XII-й междунар. молодежной науч.-техн. конф., РТ 2016, Севастополь, 14 — 18 нояб. 2016. — Севастополь : Изд-во СевГУ, 2016. — С. 168.
- [2] Разработка интегральной схемы микроволнового диапазона частот для диаграммообразующих модулей АФАР на основе кремниевой технологии: отчет о НИР (заключит.) / Инжиниринговый центр СевГУ; рук. Гимпилевич Ю. Б.; исполн. Вертегел В. В. [и др.]. — Севастополь, 2017. — 221 с. — №ГПАААА-А17-117040610330-4.

DESIGN OF 0.18 μm SiGe BiCMOS INTEGRATED WIDEBAND POWER AMPLIFIER

Vertegel V. V., Budnyaev V. A., Snegur D. A.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The results of the design of the electrical circuit of an integrated wideband power amplifier of the frequency range 2 — 8 GHz based on 0.18 μm SiGe BiCMOS technological process are considered. The results of modeling the operation of the circuit are given.

РАЗРАБОТКА ШИРОКОПОЛОСНОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО АТТЕНЮАТОРА С ЦИФРОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Вертегел В. В., Кравченко И. В.

Инжиниринговый центр изделий микро- и нанoeлектроники СевГУ, Россия

E-mail: kravchenkort@gmail.com

Аннотация — Представлены результаты разработки пассивного интегрального аттенюатора на основе технологии 0,18 мкм БикМОП SiGe. Аттенюатор обеспечивает диапазон ослаблений 31 дБ с шагом 1 дБ в диапазоне частот 0 — 6 ГГц. Абсолютная погрешность установления коэффициента передачи не превышает 0,96 дБ.

1. Введение

Управляемые аттенюаторы находят широкое применение в устройствах, где требуется управление уровнем сигнала в широком диапазоне рабочих частот. Выбор для реализации аттенюатора относительно недорогой технологии 0,18 мкм БикМОП SiGe позволяет получить приемлемые характеристики при относительно небольшой стоимости кристалла [1].

2. Основная часть

Разработанный аттенюатор состоит из пяти коммутируемых секций. Каждая секция управляется одним разрядом внешнего цифрового кода. Структурная схема разработанного аттенюатора приведена на рис. 1.

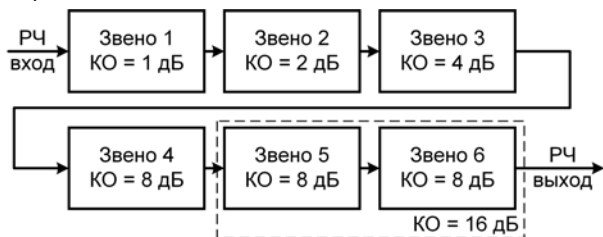


Рис. 1

Показанное на рис. 1 распределение коэффициента ослабления (КО) позволяет получить равномерный шаг изменения ослабления аттенюатора при управлении секциями параллельным позиционным двоичным кодом. Каждая секция построена по несбалансированной схеме Т-типа (рис. 2).

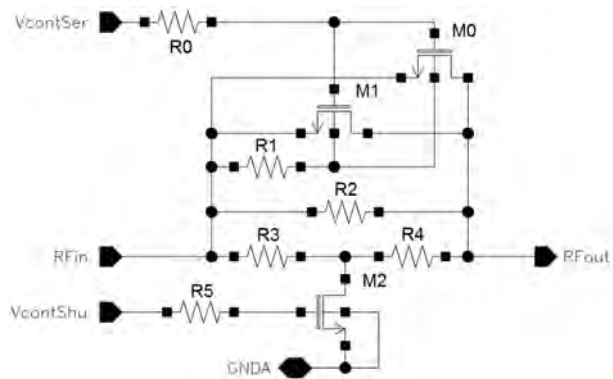


Рис. 2

В стандартное звено Т-типа введены шунтирующие транзисторы, работающие в ключевом режиме. Разработанный аттенюатор предназначен для несимметричных сигналов без постоянной составляющей. Цифровые сигналы управления $V_{contSer}$ и $V_{contShu}$ противофазны и формируются из одного разряда сигнала управления при помощи инвертора.

Частотная зависимость коэффициента передачи (S_{21}) разработанного аттенюатора при различных значениях управляющего кода представлена на рис. 3.

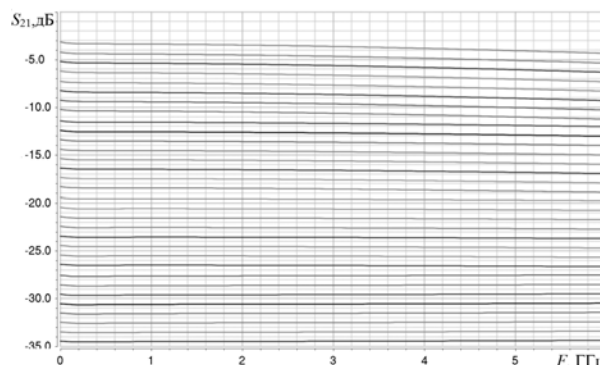


Рис. 3

Основные параметры разработанного аттенюатора приведены в таблице 1.

Таблица 1

Параметр	Значение
Диапазон частот, ГГц	0—6
Диапазон вносимых ослаблений, дБ	31
Шаг изменения ослабления, дБ	1
Вносимые потери, дБ	3,1—4,3
Неравномерность КО, дБ	1,2
Амплитудная погрешность, дБ	<0,96
Фазовая погрешность, градусов	<28,2
КСВ входа/выхода, ед	<1,8/1,96
$Op1dB$, дБм	5,4
Напряжение питания, В	2,5

3. Заключение

В рамках техпроцесса 0,18 мкм БикМОП SiGe разработан аттенюатор с цифровым управлением на диапазон частот 0 — 6 ГГц. По полученным в результате пост-топологического моделирования техническим характеристикам разработанный аттенюатор не уступает известным аналогам.

4. Список литературы

- [1] Разработка интегральной схемы микроволнового диапазона частот для диаграммообразующих модулей АФАР на основе кремниевой технологии : отчет о НИР (промежуточный по этапу 1) / СевГУ; рук. Гиппилович Ю. Б.; исполнит. Гимпилович Ю. Б., Вертегел В. В. [и др.]. — Севастополь, 2017. — 219 с. — № ГР AAAA-A17-117040610330-4.

INTEGRATED DIGITALLY CONTROLLED WIDEBAND ATTENUATOR DESIGN

Vertegel V. V., Kravchenko I. V.

Engineering center of micro- and nanoelectronics devices SevSU, Russia

Abstract — The development results of passive integrated attenuator based on 0.18 μm SiGe BiCMOS technology are presented. The attenuator provides 31 dB attenuation range with 1 dB step in 0 — 6 GHz frequency range. Absolute attenuation error does not exceed 0.96 dB.

КВАДРАТУРНЫЙ ДЕМОДУЛЯТОР НА ПРОГРАММИРУЕМОЙ ЛОГИЧЕСКОЙ ИНТЕГРАЛЬНОЙ СХЕМЕ

Голуб А. В., Сердюк И. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук Сердюк И. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: golub.aleksey.2012@mail.ru

Аннотация — доклад посвящён разработке квадратурного демодулятора, на основе программируемой логической интегральной схемы, который предназначен для обработки моделированного сигнала, с последующим преобразованием его в 8-ми битный двоичный код.

1. Введение

Системы передачи данных требуют все более сложных технических решений. Это связано, с ростом числа пользователей, что влечёт за собой увеличение объёмов передаваемой информации, следовательно, требует повышения быстродействия систем приёма и передачи информации.

Решение данной проблемы возможно за счет применения различных видов модуляции, методов кодирования и обработки сигналов. Исходя из этого появляется необходимость в введении ряда жестких требований к современным системам: высокая производительность, компактность, обеспечение высокого соотношения сигнал/шум, максимально эффективное использование выделенной полосы частот, обеспечение синхронизации, удобство в эксплуатации и т. д.

2. Основная часть

Для удовлетворения данных условий широкое применение находит многопозиционная квадратурная амплитудная модуляция (QAM), способная передавать несколько бит информации в одном символе. Данный вид модуляции широко применяется в системах передачи данных по двухпроводной линии с частотным разделением принимаемой и передающей информации, системах цифрового телевидения и цифровых модемах [1].

QAM-демодулятор работает по следующему принципу. Сигналы, поступающие на устройство, разделяются на два канала и передаются на вход умножителей. Умножитель в первом канале подключен к генератору косинуса, а во втором — синуса [1, 2].

Основным требованием к генератору является точное соответствие частоте входного сигнала. Любое смещение частоты приведет к изменению фазы сигнала, что негативно сказывается на точности преобразования. [1, 2]

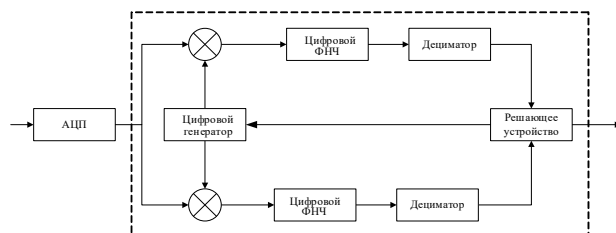


Рис. 1

Система включает в себя параллельный высокоскоростной АЦП, необходимый для оцифровки входного сигнала и ПЛИС, где происходит обработка, и преобразование сигнала. Используется 256 модуляция QAM. Реализован прием и обработка сигнала со

спектром 2 МГц и возможностью регулировки несущей частоты через компьютер.

При разработке принципиальной электрической схемы рассчитаны параметры элементов основных каскадов демодулятора — АЦП с частотой дискретизации 20 МГц и числом разрядов, равным 12 бит, цифрового генератора с разрядностью выходного сигнала 12 бит, фильтра нижних частот с граничной частотой 2 МГц и ослаблением вне полосы пропускания –60 дБ, выбрана ПЛИС и разработан интерфейс для связи с компьютером.

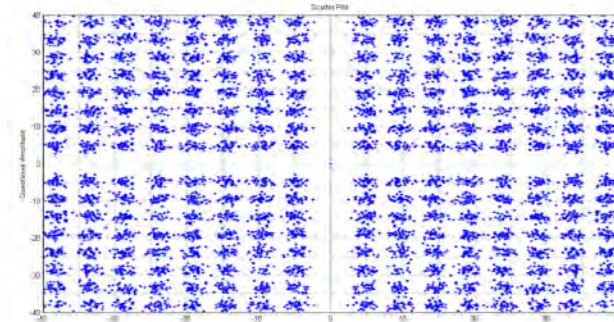


Рис. 2

3. Заключение

Таким образом разработан квадратурный демодулятор на программируемой логической интегральной схеме.

Определены параметры элементов и основные требования к системе, произведен расчет цифрового фильтра и проведена симуляция работы устройства для выбранных характеристик.

4. Список литературы

- [1] Микушин, А. В. Цифровые устройства и микропроцессоры / А. В. Микушин, А. М. Сажнев, В. И. Сединин. — СПб. : БХВ-Петербург, 2010. — 832 с.
- [2] Шило, В. Л. Популярныe цифровые микросхемы / В. Л. Шило. — М. : Радио и связь, 1987. — 351 с.
- [3] Разработка лабораторного макета для изучения программируемых логических интегральных схем / И. И. Филимонов, И. И. Листопад, Р. Р. Муратов, И. В. Сердюк // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций : матер. 13-й междунар. молодежной науч.-техн. конф., Севастополь, 20 — 24 нояб. 2017 г. — Севастополь : Изд-во СевГУ, 2017. — С. 110.

THE QUADRATURE DEMODULATOR BASED ON THE PROGRAMMABLE LOGIC INTEGRATED CIRCUIT

Golub A. V., Serdyuk I. V.

Scientific adviser: Serdyuk I. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The report is devoted to the development of a quadrature demodulator, based on a programmable logic integrated circuit that is designed to process a simulated signal, and then converting it into an 8-bit binary code.

СИСТЕМА АВАРИЙНОГО СДВИГА КРЕСЕЛ

Азаров А. А., Вильсон Н. Г., Скорик И. В., Широков И. Б.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: andrej-azarov@bk.ru

Аннотация — В статье описывается система аварийного сдвига кресел автомобиля, и анализ достоинств и недостатков.

1. Введение

По данным статистики от 2010 года, в мире более 1 млрд автомобилей. Каждый год эта цифра растет. С одной стороны, сегодня автомобиль — это не предмет роскоши, а транспортное средство. Улучшение качества жизни и снижение цен в автомобильной промышленности приводит к увеличению числа автомобилей, что подтверждается заторами на автодорогах.

2. Основная часть

Для повышения безопасности автомобиля разные компании предлагают новые методы решения этой задачи. Так компания Volvo на промышленном автомобильном рынке представила ремни безопасности. Это был большой вклад в развитие системы безопасности транспортных средств. Volvo сделала эту систему доступной для других компаний, что позволило уменьшить количество летальных исходов в автомобильных авариях.

Однако, современные автомобили развивают скорость более 100 км/ч и при такой скорости ремни могут только усугубить ситуацию.

В ходе данного исследования, был разработан метод определения направления силы, влияющей на автомобиль, и с последующей регулировкой положения сидения. На рис. 1 показаны основные положения сидения автомобилей.

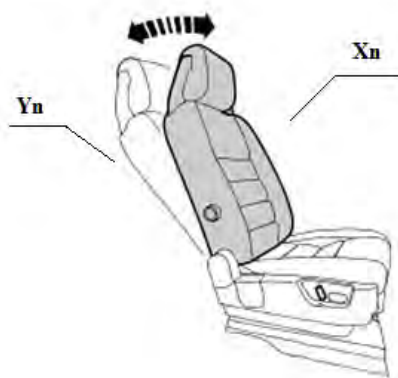


Рис. 1

Конструктивно, сидения могут быть названы X_n — показывает положение сидя и Y_n — в положении лежа. Первая часть идеи основывается на установке ремней безопасности непосредственно на сидение, что улучшит фиксацию пассажиров. Это позволит использовать разные механизмы для смещения кресел.

Вторая часть идеи основывается на сборе информации с тензодатчиков о направлении воздействия удара. Тензодатчики будут расположены по всей поверхности автомобиля. Планируется использовать отдельный микроконтроллерный блок (МКБ), который собирает информацию со всех датчиков [1],

и затем передает в центральный блок управления (ЦБУ).

ЦБУ определяет уровень сигнала, и эти области указывают, нужно ли изменять положения кресел. В этом случае кресла будут в положении Y , если это необходимо. В зависимости от места удара, сидение может смещаться вверх посредством пневматической или гидравлической систем. На рис. 2 показано функционирование блока воздействия.



Рис. 2

За счет введения в систему автомобиля дополнительных креплений сидения могут изменять свое положение и по вертикали. Это дает нам больше свободы для перемещения при столкновении.

Главная проблема системы — это скорость реакции автоматизированного устройства при столкновении. При минимальных затратах МКБ приблизительное значение времени подъема составляет 1 сек, что неприемлемо при скорости автомобиля более 120 км/ч.

3. Заключение

В статье предлагается метод, позволяющий повысить шансы выжить при автомобильных авариях. Описанные факторы требуют практического тестирования для подтверждения работоспособности системы. Механизм требует дальнейших улучшений, в частности, уменьшения влияния силы воздействия ремня на пассажиров или водителя при автомобильной аварии.

4. Список литературы

- [1] Azarov, A. The car seats emergency shift system / A. Azarov, A. Alessenko, N. Wilson // ProfMarket : Education. Language. Success, Sevastopol, Mar. 26–27, 2018. — P. 92 — 94.
- [2] Лачин, В. И. Электроника : учеб. пособие / В. И. Лачин, Н. С. Савелов ; 5-е изд, перераб. и доп. — Ростов на Дону : Феникс, 2005. — 704 с.
- [3] Титце, У. Полупроводниковая схемотехника. / У. Титце, К. Шенк ; пер. с немец. — М. : ДМК Пресс, 2007. — Т. 2. — 942 с.

THE CAR SEAT EMERGENCY SHIFT SYSTEM

Azarov A. A., Wilson N. G., Skorik I. V., Shirokov I. B.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The car seat emergency shift system along with its advantages and disadvantages is considered in the paper.

РАЗРАБОТКА АКТИВНОГО ФАЗОВРАЩАТЕЛЯ С-ДИАПАЗОНА

Вертегел В. В., Поморев А. С., Филиппов И. Ф.

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

Инжиниринговый центр изделий микро- и нанoeлектроники СевГУ, Россия

E-mail: ASPomorev@sevsu.ru, IFFilippov@sevsu.ru

Аннотация — Представлены результаты разработки и пост-топологического моделирования активного векторного управляемого фазовращателя С-диапазона частот.

1. Введение

Управляемый фазовращатель (УФВ) является одним из ключевых элементов современных диаграммообразующих модулей активных фазированных антенных решёток (АФАР). Перспективным решением для реализации интегральных управляемых фазовращателей на основе Si и SiGe технологий является использование принципов векторного сложения квадратурных сигналов. Подобные УФВ лишены недостатков традиционных пассивных схем на основе каскадируемых звеньев: значительных начальных вносимых потерь, а также относительно большой занимаемой площади кристалла [1].

В докладе рассматриваются результаты разработки принципиальных схем и топологии активного векторного УФВ диапазона частот 4 — 6 ГГц на основе 0,18 мкм SiGe БикМОП технологии. Схема обеспечивает возможность управления фазой выходного сигнала в пределах от 0° до 360° с шагом 5,625° и минимальной паразитной фазовой и амплитудной модуляцией.

2. Основная часть

Схема активного векторного УФВ состоит из шести структурных блоков, представленных на рис. 1.

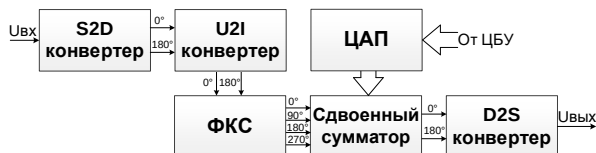


Рис. 1

Для расщепления фазы входного сигнала на дифференциальные компоненты используется S2D (англ. *single to differential*) преобразователь с коэффициентом передачи 0,6 — 1 дБ.

U2I конвертер обеспечивает преобразование входного напряжения в ток. Для реализации формирователя квадратурных сигналов (ФКС) выбрана схема полифазного фильтра 3-го порядка. В полосе рабочих частот фазовая и амплитудная погрешности формирования квадратурных сигналов такого фильтра не превышают 1°, и 0,5 дБ соответственно.

Процесс формирования требуемой фазы выходного сигнала УФВ осуществляется в сдвоенном сумматоре векторов на основе ячеек Гильберта.

Для управления усилением в каждом из 4-х каналов сумматора используется схема ЦАП, построенная на основе каскадируемых источников тока. Выбор квадранта осуществляется цифровой схемой контроля знака. Для снижения эффекта паразитной амплитудной модуляции выходного сигнала УФВ применяется схема коррекции амплитуд управляющих токов.

Выходной преобразователь сигнала из дифференциального в несимметричный (D2S конвертер)

компенсирует вносимые полифазным фильтром потери и выступает в качестве согласующего звена с входным сопротивлением нагрузки следующего каскада.

Выбранная структура, при которой формирование квадратурных сигналов происходит после преобразователя входного напряжения в ток, позволяет достичь снижения энергопотребления схемы активного УФВ по сравнению с известными аналогами.

На рис. 2 представлены результаты моделирования зависимости вносимого относительного фазового сдвига от частоты для всех 64 состояний УФВ.

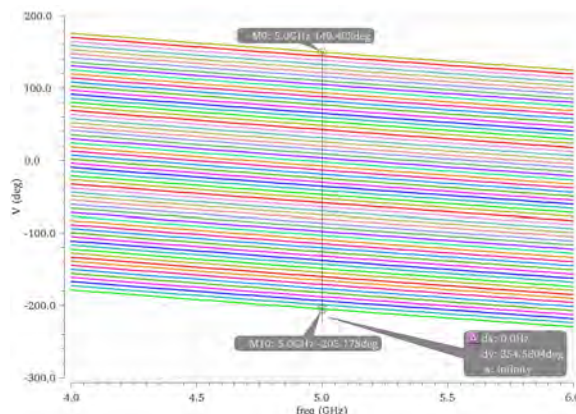


Рис. 2

3. Заключение

Разработанный УФВ позволяет дискретно регулировать фазу в диапазоне от 0° до 360° с шагом 5,625° и суммарным коэффициентом передачи порядка 0 дБ в частотном диапазоне 4 — 6 ГГц. Потребляемая схемой мощность — 160 мВт при напряжении питания 5 В. Среднеквадратические отклонения фазы и коэффициента передачи при переключении дискретов УФВ не превышают 0,2° и 0,1 дБ, соответственно. Площадь топологии составляет 0,16 мм².

4. Список литературы

- [1] Филиппов, И. Ф. Разработка 4-битного управляемого векторного фазовращателя на основе 0,18 РЧ КМОП технологии / И. Ф. Филиппов, Д. В. Лялюк, В. В. Вертегел // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций «РТ-2016»: матер. XII-й междунар. молодежной науч.-техн. конф., РТ-2016, Севастополь, 14 — 18 нояб. 2016. — Севастополь: Изд-во СевГУ, 2016. — С. 170.
- [2] Phase shifter with an RC polyphase filter [Электронный ресурс] / Google Patents. — Режим доступа: <https://patents.google.com/patent/US6636085>.

C-BAND ACTIVE PHASE SHIFTER DESIGN

Vertegel V. V., Pomorev A. S., Filippov I. F.

Scientific adviser: Vertegel V. V.

Engineering center of micro- and nanoelectronics devices SevSU, Russia

Abstract — Design and post-layout simulation results of the C-band active vector-sum digitally controlled phase shifter are presented.

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДАЛЬНОМЕР

Кислицов А. С. Широков И. Б.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: fromariosgames@gmail.com

Аннотация — рассмотрено устройство измеряющее расстояние, от наблюдателя до объекта, используя ультразвуковой диапазон частот.

1. Введение

Современная промышленность и любительское радио моделирование, все больше нуждается в бесконтактных измерителях расстояний. Ультразвуковые дальномеры, способны предоставить точные данные о расстоянии до объекта.

Длина волны находится в обратной зависимости от ее частоты, следовательно, ультразвуковые волны, по сравнению с обычным звуком имеют меньшую длину волны. Вследствие этого, ультразвуковые волны отражаются от различных препятствий эффективнее, чем обычные звуковые волны, что делает их весьма востребованными.

2. Основная часть

Для получения колебаний в ультразвуковом диапазоне используют кристаллы некоторых материалов, например, кварц, который способен совершать высокочастотные колебания, при прохождении через них электричества. Этот эффект называется, обратный пьезоэффект. Вибрируя, эти кристаллы толкают и тянут вещество вокруг себя, тем самым создавая высокочастотные колебания. Подобные устройства известны как пьезоэлектрические преобразователи. Пьезоэлектрические кристаллы способны работать и в обратном порядке, на рис. 1 приведем пример работы этого кристалла. Если подключить пьезоэлектрические кристалл к вольтметру, мы получим высокочастотный детектор.

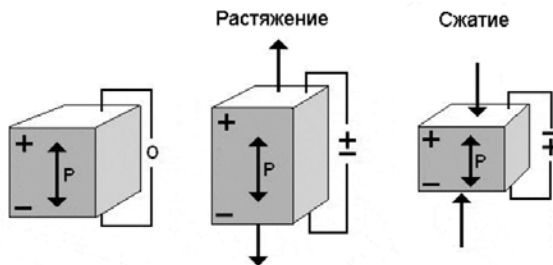


Рис. 1

Используя пьезоэлектрические кристаллы, мы можем описать работу ультразвукового дальномера. В момент измерения не обходимого расстояния, мы подаем на кристалл Электрические колебания, формируя ультразвуковую волну, которая излучается в окружающее пространство. Волна отражается от цели и возвращается в виде эха на второй кристалл, на рис. 2 представлена принципиальная схема работы ультразвукового дальномера. Измерив промежуток времени Δt , за которое сигнал вернулся на приемник, зная скорость звуковой волны в данной среде, мы можем рассчитать расстояние до цели d

$$d = \frac{u \Delta t}{2}.$$

Широкое применение данный способ измерения расстояния получил в потребительских дальномерах, машиностроении, кораблестроении и робототехнике.



Рис. 2

3. Заключение

На сегодняшний день данный способ измерения расстояния считается наиболее эффективным с учетом затрат на производство. В тоже время у него есть большое количество недостатков, которые вытекают из его конструкции и способа расчета расстояния.

Во-первых, для максимально точного измерения расстояния до цели, мы должны учитывать текущее состояние среды, в которой мы проводим замеры, такие как давление, температура, влажность и скорость ветра. Если мы будем использовать отдельные датчики, для каждого из параметров, сильно вырастет итоговая стоимость прибора.

Во-вторых, измеряемый объект не должен: содержать звукопоглощающих или изоляционных материалов, быть покрыт тканевыми материалами, так как это может привести к неправильным измерениям, полному или частичному поглощению сигнала

4. Список литературы

- [1] Джеймс, А. Рег. Промышленная электроника / Джеймс А.Рег, Гленн Дж.Сартори. — 2011. — 1136 с.
- [2] Клаассен, К. Б. Основы измерений. Электронные методы и приборы в измерительной технике/ К. Б. Клаассен. — М. : Постмаркет, 2002. — 352 с.

ULTRASONIC RANGEFINDER

Kislitsov A. S. Shirokov I. B.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The device for distance measuring between an observer and an object, used the ultrasonic frequency range, is considered.

ИНДУКЦИОННЫЙ НАГРЕВАТЕЛЬ С МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Завалейков А. А., Аввакумова В. Ю., Скорик И. В.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: apacer63@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена структурная схема индукционного нагревателя металла и его принципа действия с предложением на внедрение микроконтроллерного управления для расширения функциональных возможностей нагревателя металлов.

1. Введение

Индукционный нагреватель металла — это установка, принцип работы которой заключается на выработке электромагнитного поля высокой частоты, которое вступает в резонанс с молекулами нагреваемого материала и приводит к его бесконтактному нагреву. Главной частью нагревателя является индуктор. Индуктор — это катушка из одного и более витков провода большого сечения, создающая вокруг себя электромагнитное поле, которое нагревает токопроводящий предмет, располагающийся в непосредственной близости от нее.

Индукционный нагреватель имеет широкую область применения в современной промышленности. С помощью него можно выполнять такие работы как: обжиг, отжиг, закалка, плавка металла, обработка сварных швов, высокотемпературная обработка изделия и многое другое. Он является лучшим решением для нагрева небольших заготовок металла, а также местного и избирательного нагрева металла.

2. Основная часть

Итак, рассмотрим подробнее структурную схему самого индукционного нагревателя (рис. 1).

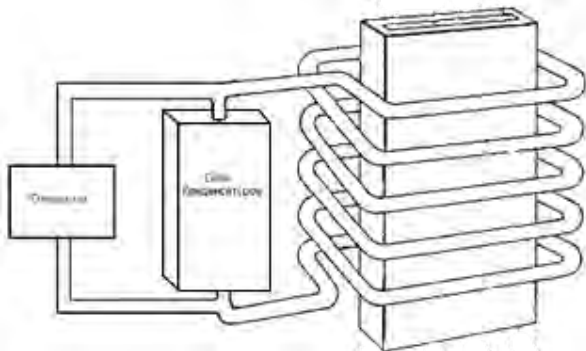


Рис. 1

Основной частью нагревателя является генератор, который генерирует управляющий сигнал с частотой, максимально близкой к резонансной частоте колебательного контура, образованного индуктором и конденсаторами. Значение резонансной частоты может лежать в пределах от десятка Гц до нескольких МГц это зависит от диаметра заготовки.

Реализация схемы задающего генератора может быть различной: мультивибратор, RC-генератор, генератор с независимым возбудителем и др.

В настоящее время индукционные нагреватели можно автоматизировать и дополнить программируемыми цифровыми устройствами для плавного нагрева, поддержки определенной температуры материала, а также предусмотреть регулировку резонансной частоты контура и добавить функцию отключения нагревателя при отсутствии заготовки с целью снижения энергопотребления.

Структурная схема предлагаемого индукционного нагревателя для разнотипных металлов с применением микроконтроллерного управления (рис. 2).

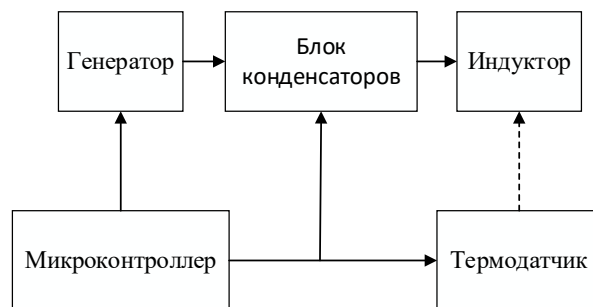


Рис. 2

В данном устройстве микроконтроллер считывает данные с бесконтактного термодатчика, а также задает частоту подключением и отключением конденсаторов, и управлением генератора.

Схема генератора может быть доработана добавлением датчика, который будет измерять потребляемый ток. В случае превышения тока устройство отключается, а если потребляемый ток ниже определенного порогового значения, то МК уменьшает напряжение, подаваемое на генератор для снижения энергопотребления.

3. Заключение

Изложенная в статье доработка позволяет получить автоматизированный нагреватель, который способен автоматически подстраивать резонансную частоту для заданного материала заготовки, а также обеспечивать заданную температуру и плавное охлаждение.

INDUCTION HEATER WITH MICROCONTROLLER CONTROL SYSTEM

Zavaleykov A. A., Avvakumova V. Y., Skorik I. V.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The block diagram of the induction heater for metals are considered. The operating principle of the heater is proposed. The proposal for the inclusion of microcontroller to expand the functionality of the metal heater is proposed in the paper.

РАЗРАБОТКА ОДНОКРИСТАЛЬНОГО СВЕРХШИРОКОПОЛОСНОГО ПРИЁМОПЕРЕДАТЧИКА

Вертегел В. В., Филиппов И. Ф.

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

Инжиниринговый центр изделий микро- и нанoeлектроники СевГУ, Россия

E-mail: IFFilippov@sevsu.ru

Аннотация — Представлены результаты проектирования однокристалльного приёмопередатчика диапазона 3 — 10 ГГц на основе 0,25 мкм кремний-германиевой БиКМОП технологии.

1. Введение

Устройства ближней радиолокации на основе сверхкороткоимпульсных сигналов обладают перспективами использования в медицине для дистанционного измерения показателей и контроля состояния организма человека, для обнаружения людей за преградами, под завалами строительных конструкций, снежными лавинами, в системах технического зрения, автоматизированных охранных комплексах. Их массовое применение до недавнего времени во многом сдерживалось недоступностью специализированных сверхширокополосных (СШП) интегральных схем (ИС) приёмопередающих модулей (ППМ). Разработка подобных систем на основе микросхем широкого применения и дискретных элементов представляет собой сложную инженерную задачу и часто приводит к неприемлемым техническим параметрам и высокой стоимости образцов.

В докладе рассматриваются результаты исследования возможных технологических, схемотехнических и топологических решений для реализации однокристалльного СШП ППМ диапазона 3 — 10 ГГц. Представлены результаты разработки функциональных блоков (ФБ) подобной ИС на основе 0,25 мкм SiGe БиКМОП технологии.

2. Основная часть

Последние достижения в области микро- и нанoeлектроники позволяют разрабатывать недорогие, компактные, высококачественные импульсные радиолокационные системы (РЛС) на базе кремниевых и кремний-германиевых технологий [1], [2]. По сравнению с РЛС непрерывного излучения, подобные системы не содержат схем преобразования частоты. Это приводит к снижению потребляемой мощности и, соответственно, увеличению автономности устройства. Выбор частотного диапазона 3 — 10 ГГц обусловлен действующими стандартами безлицензионного использования СШП сигналов.

СШП радиолокаторы, применяемые для неинвазивной диагностики организма человека, контроля параметров его дыхания и сердцебиения, должны обладать разрешающей способностью по дальности порядка единиц-десятков миллиметров. В соответствии с [2] её можно приблизительно определить, как

$$\Delta L \cong \frac{c \cdot t_n}{2} \cong \frac{c}{2\Delta f},$$

где t_n — длительность импульса по уровню половины от амплитуды; Δf — ширина спектра импульсного сигнала. Так, генератор импульсов длительностью около 100 пс ($\Delta f \cong 10$ ГГц) позволит получить разрешающую способность ΔL менее 1,5 см.

На рис. 1 приведена структурная схема проектируемого СШП приёмопередатчика.

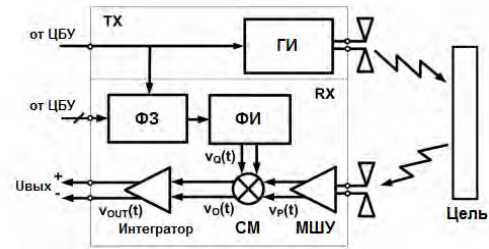


Рис. 1

Генератор импульсов (ГИ) передаёт сверхкороткие импульсы к цели. Отражённые от границ раздела различных сред импульсные сигналы будут приняты через различные промежутки времени и усилены малощумящим усилителем (МШУ). Формирователь задержки (ФЗ) осуществляет выбор подходящего времени задержки для формирования копии импульса (ФИ), поступающей на вход смесителя вместе с принятым сигналом. Малые перемещения границы раздела двух сред, от которой отражается импульсный сигнал, вызывают циклические изменения обратной задержки между копией импульса и эхосигналом, принятого антенной, что вызывает циклическое изменение сигнала на выходе интегратора.

Полностью дифференциальные топологии ФБ выбраны исходя из соображений увеличения устойчивости к электромагнитным помехам, температурному дрейфу параметров, лучшей линейности.

3. Заключение

Благодаря разработанному структурному, функциональному и схемотехническим решениям проектируемый СШП ППМ по своим характеристикам не уступает известным зарубежным аналогам в рамках рассматриваемого технологического процесса и частотного диапазона.

Следующий этап предполагает разработку топологий ФБ.

4. Список литературы

- [1] Zito, D. SoC UWB pulse radar sensor for contactless respiratory rate monitoring / D. Zito, D. Pepe, M. Mincica, F. Zito, A. Tognetti, A. Lanata, D. De Rossi // IEEE Transactions on biomedical circuits and systems, Dec. 2011. — Vol. 5. — No. 6. — P. 503 — 510.
- [2] Pisa, S. A survey of radar systems for medical applications / S. Pisa, E. Pittella, E. Piuze // IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine, Nov. 2016. — Vol. 31. — No. 11. — P. 64 — 81.

SINGLE-CHIP RADAR TRANSCEIVER DESIGN

Vertegel V. V., Filippov I. F.

Scientific adviser: Vertegel V. V.

Engineering center of micro- and nanoelectronics devices SevSU, Russia

Abstract — Design results of the single-chip 3–10 GHz frequency range transceiver based on 0.25 μm SiGe BiCMOS technology are presented.

РЕГУЛИРОВКА ФАЗОВОГО СДВИГА В ФОРМИРОВАТЕЛЕ КВАДРАТУРНЫХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ ДЕЛИТЕЛЯ ЧАСТОТЫ

Вертегел В. В., Харитонов С. А., Дученко Н. В.

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

Инжиниринговый центр изделий микро- и нанoeлектроники СевГУ, Россия

E-mail: saharitonov@sevsu.ru

Аннотация — Представлен вариант реализации регулятора фазового сдвига выходных сигналов формирователя квадратурных сигналов на основе делителя частоты.

1. Введение

Ранее была представлена реализация формирователя квадратурных сигналов (ФКС) на основе делителя частоты (ДЧ) [1]. При производстве интегральных схем неизбежно появляется технологический разброс параметров элементов схемы. Из этого следует то, что каналы ФКС не могут быть созданы с идентичными постоянными времени и коэффициентами передачи, что в свою очередь приводит к сдвигу фаз отличному от 90° .

Доклад посвящен обсуждению результатов проектирования и моделирования схемотехнического решения, примененного для компенсации возникающего паразитного фазового сдвига между выходами ФКС на основе делителя частоты.

2. Основная часть

Функциональная схема представленного ФКС с блоком регуляции фазового сдвига изображена на рис. 1

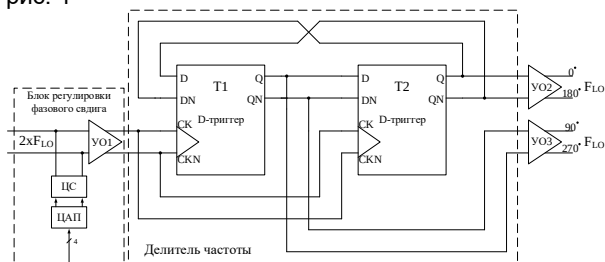


Рис. 1

Делитель частоты представляет собой цифровую схему, собранную на элементах эмиттерно-связанной логики — D-триггерах. Триггеры T1 и T2 изменяют свое состояние по фронтам входного сигнала $2xF_{L0}$ (рис. 2)

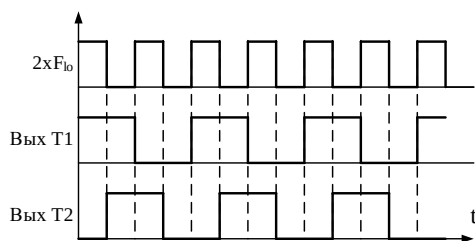


Рис. 2

Усилитель ограничитель (УО1) на входе ДЧ необходим для достижения минимальной длительности фронта сигнала, так как с понижением входной частоты гармонического сигнала длительность фронта возрастает, что приводит к нестабильной работе ДЧ.

На представленной временной диаграмме работы делителя частоты (рис. 2) видно, что взаимное расположение выходных сигналов триггеров T1 и T2 зависит от коэффициента заполнения входного сиг-

нала $2xF_{L0}$. Следовательно, изменяя коэффициент заполнения входного сигнала ДЧ можно изменять относительный фазовый сдвиг выходных сигналов ФКС F_{L0} .

Изменять коэффициент заполнения можно путем подачи дополнительного смещения на вход УО1. Для этого на входе УО1 установлена цепь смещения, с помощью которой можно, подавая дополнительный ток управления, изменять постоянную составляющую дифференциального сигнала. Это дает возможность как увеличивать, так и уменьшать коэффициент заполнения.

Для изменения тока управления спроектирован четырехразрядный ЦАП, токи которого были взвешены таким образом, чтобы относительный фазовый сдвиг выходных сигналов ФКС изменялся с шагом примерно равным $0,5^\circ$.

На рис. 3 представлены результаты моделирования регулятора фазового сдвига при различных частотах выходных сигналов ФКС.

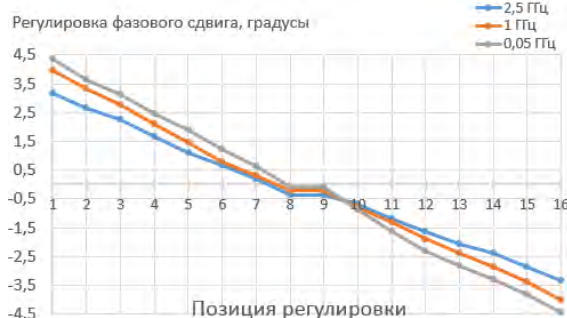


Рис. 3

3. Заключение

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что предложенное решение позволяет получить регулируемый фазовый сдвиг выходных сигналов ФКС в широком диапазоне частот.

4. Список литературы

- [1] Харитонов, С. А. Формирователь квадратурных сигналов диапазона 50 — 2500 МГц на основе делителя частоты / С. А. Харитонов, Н. В. Дученко, Д. С. Ковалевский, И. Л. Ветров // Матер. 28-й междунар. крымской конф. «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'2018). — Москва; Минск; Севастополь, 2018. — С. 135 — 141.

PHASE SHIFT ADJUSTMENT IN A QUADRATURE SIGNAL GENERATOR BASED ON A FREQUENCY DIVIDER

Vertegel V. V., Kharitonov S. A., Duchenko N. V.

Scientific adviser: Vertegel V. V.

Engineering center of micro- and nanoelectronics devices SevSU, Russia

Abstract — The phase shift adjustment for the output signals of the quadrature signal generator based on a frequency divider realization is presented.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА SiGe СВЧ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Вертегел В. В., Филиппов И. Ф., Будняев В. А.

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

Инжиниринговый центр изделий микро- и нанoeлектроники СевГУ, Севастополь, Россия

E-mail: IFFilippov@sevsu.ru

Аннотация — Представлены результаты исследования и разработки твердотельных СВЧ переключателей на основе кремний-германиевой БикМОП технологии.

1. Введение

Создание интегральных СВЧ приёмопередающих модулей, узлов коммутации функциональных блоков, управления мощностью, положением диаграммы направленности сопряжено с необходимостью разработки высококачественных переключателей (ПРК) различных конфигураций.

В докладе рассматриваются результаты исследования возможных технологических, схемотехнических и топологических решений для реализации твердотельных СВЧ переключателей.

Представлены результаты разработки однополюсного переключателя на два направления (SPDT) диапазона частот 4 — 6 ГГц для интегральной схемы (ИС) диаграммообразующих модулей активных фазированных антенных решёток на основе 0,18 мкм SiGe БикМОП технологии.

2. Основная часть

В работах [1], [2] показана актуальность интегральных схем на основе GaAs/GaN технологий, содержащих в своём составе СВЧ ПРК. Однако, для гражданских приложений перспективной остаётся разработка Si и SiGe ИС, стоимость которых ниже, а степень интеграции выше в сравнении с микросхемами на основе соединений группы АзВ₅.

Главной задачей для достижения требуемых параметров ПРК, которую в рамках выбранной технологии решает разработчик, является выбор типа переключающего элемента и схемотехнической реализации устройства на его основе.

Корректная оценка качества СВЧ переключателя должна включать моделирование (на этапе проектирования) и измерение следующих параметров:

- диапазон рабочих частот (ГГц);
- вносимые в открытом состоянии потери (дБ);
- возвратные потери (дБ);
- развязка (изоляция) разомкнутой цепи (дБ);
- время переключения (нс);
- точка компрессии 1 дБ (дБм).

Электрическая схема разработанного SPDT-переключателя представлена на рис. 1.

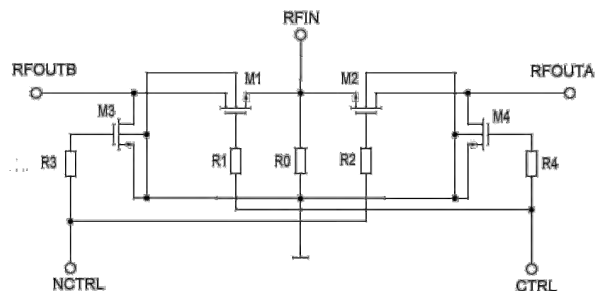


Рис. 1

В разработанной схеме используется параллельное включение шунтирующих полевых транзисторов. Транзисторы M1 и M4 управляются синфазно напря-

жением CTRL, а транзисторы M2 и M3 — напряжением NCTRL. Таким образом, когда M4 находится в открытом состоянии, та часть сигнала, проникающая через закрытый транзистор M2, шунтируется на землю. В другом канале переключателя транзистор M3 будет находиться в закрытом состоянии и практически не окажет влияния на прохождение сигнала.

На рис. 2 приведены результаты моделирования частотных зависимостей S-параметров разработанного SPDT-переключателя.

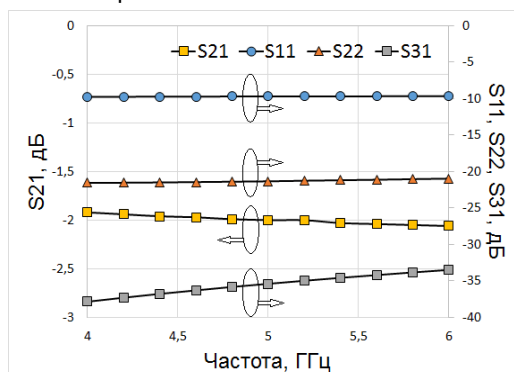


Рис. 2

3. Заключение

На основании результатов обзора возможных схемотехнических и топологических решений был разработан SPDT-переключатель. Вносимые потери в частотном диапазоне 4—6 ГГц не превышают 2,1 дБ. Развязка между каналами — не хуже 34 дБ. Возвратные потери по входу/выходу превышают 10 дБ. Точка компрессии 1 дБ по выходу на центральной частоте составляет 10,7 дБм. Площадь топологии — 0,005 мм².

Таким образом, разработанный ПРК по своим характеристикам не уступает известным аналогам в данной технологии и частотном диапазоне.

4. Список литературы

- [1] Березняк, А. Ф. Твердотельные СВЧ переключатели : схемотехника, технологии изготовления, тенденции развития. Обзор. Ч. 1 / А. Ф. Березняк, А. С. Коротков // Известия высш. учеб. заведений. Радиоэлектроника. — Киев : Изд-во КПИ, 2013. — Т. 56. — № 4. — С. 3 — 28.
- [2] Березняк, А. Ф. Твердотельные СВЧ переключатели : схемотехника, технологии изготовления, тенденции развития. Обзор. Ч. 2 / А. Ф. Березняк, А. С. Коротков // Известия высш. учеб. заведений. Радиоэлектроника. — Киев : Изд-во КПИ, 2013. — Т. 56. — № 5. — С. 3 — 20.

RESEARCH AND DESIGN OF SiGe MICROWAVE SWITCHES

Vertegel V. V., Filippov I. F., Budnyaev V. A.

Scientific adviser: Vertegel V. V.

Engineering center of micro- and nanoelectronics devices SevSU, Russia

Abstract — Research and design results of the solid-state microwave switches based on SiGe BiCMOS technology are presented.

ВТОРИЧНАЯ ЦЕПЬ ТРАНСФОРМАТОРА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ

Широков И. Б., Кузьмин А. С.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: math_formula1@mail.ru

Аннотация — В данной статье рассматривается схемотехническая проблема управления электронным ключом, возникшая при разработке импульсного источника питания. Также в работе представлен возможный вариант решения данной проблемы.

1. Введение

Коммутационный аппарат предназначен для отключения (подключения) потребителей электрической энергии. Например, при возникновении короткого замыкания, ток может достигать величины порядка 10 кА. Такой ток может разрушить устройства, подключенные к аварийному участку сети. Однако, если коммутационный аппарат достаточно быстро коммутирует цепь, то устройства останутся работоспособными.

Источник питания коммутационного аппарата должен обеспечивать питание через мостовую схему электромагнитное реле, являющегося функциональным элементом коммутационного аппарата, а также питание дополнительного оборудования.

Для питания электромагнитного реле требуется высокий уровень напряжения, а для дополнительного оборудования — низкий уровень напряжения.

2. Основная часть

Различный уровень напряжения и тока двух выходов обеспечивается трансформатором, являющимся элементом импульсного преобразователя. Для работы импульсного преобразователя необходимо контролировать уровень напряжения на выходе трансформатора через цепь обратной связи. Однако на выходе устройства имеется две независимые цепи. Первая цепь, предназначенная для питания электромагнитного реле, подключается к двум плечам мостовой схемы. Поэтому цепь состоит из двух частей. Одна часть питает первое плечо моста, а другая часть — второе плечо. Разделены эти части с помощью диода. В общем случае напряжения плеч мостовой схемы не равны. Таким образом источник питания имеет три выхода.

Целесообразно подключить цепь обратной связи к низковольтному выходу. Тогда возникает проблема, связанная с тем, что если напряжения на выходах высоковольтной цепи не достигли нужного уровня, либо не равны между собой, а напряжение низковольтного выхода имеет максимальный уровень, то преобразователь прекращает подачу энергии на выход трансформатора. Это приводит к тому, что электромагнитное реле не запустится и соответственно коммутационный аппарат будет неработоспособным. Для решения данной ситуации в выходную цепь источника питания устанавливается ключ и микроконтроллер. Ключ должен отключать низко-

вольтную цепь от трансформатора, чтобы инициировать подачу энергии на выход трансформатора, до тех пор, пока на всех выходах не установится нужное напряжение.

Здесь возникает схемотехническая проблема управления ключом, поскольку транзистор должен управляться относительно точного и известного уровня напряжения, что не реализовано при подключении транзистора последовательно с низковольтным выходом, а затвор к микроконтроллеру. Нужно обеспечить разность потенциалов между истоком и затвором напряжение примерно 5 В.

На рис. 1 представлена функциональная схема вторичной цепи трансформатора, где указан вариант возможного решения возникшей проблемы (транзисторы).

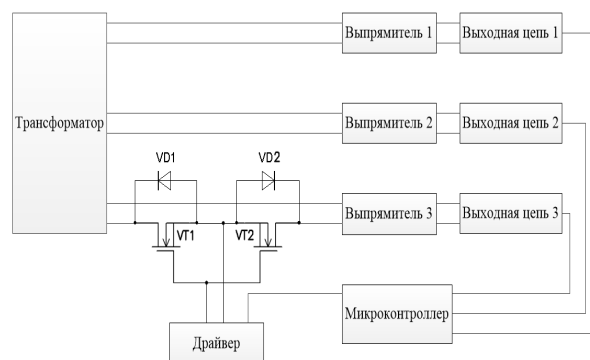


Рис. 1

3. Заключение

Для работы специализированного источника питания коммутационного аппарата требуется три выхода. При его разработке возникли две проблемы. Первая, связанная с обеспечением нужного уровня напряжения на всех выходах, была решена с помощью добавления в схему электронного ключа и микроконтроллера. Вторая, связанная с управлением ключа, была решена соответствующим включением ключа в схему.

THE SECONDARY CIRCUIT OF THE TRANSFORMER OF A SPECIALIZED POWER SUPPLY

Shirokov I. B., Kuzmin A. S.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The article deals with circuit problem of electronic key control, which arose in the development of a switching power supply. Also, the paper presents a possible solution of this problem.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ДВУХЧАСТОТНОГО СИГНАЛА НА НЕЛИНЕЙНЫЙ ЭЛЕМЕНТ

Преображенский А. П., Щетникова Д. А., Мельникова Т. В.
 Научный руководитель: д-р. техн. наук, проф. Преображенский А. П.
 Воронежский институт высоких технологий, Россия
 E-mail: komkovvvt@yandex.ru

Аннотация — В работе рассмотрено моделирование воздействия двухчастотного сигнала на нелинейный элемент. Получены выражения для коэффициентов Берга. Приведена графическая зависимость их от угла отсечки.

1. Введение

При построении современных систем радиосвязи разработчикам приходится сталкиваться с задачами, направленными на обеспечение электромагнитной совместимости технических средств. Должны обеспечиваться избирательные свойства трактов приемника и передатчиков. Целью данной работы является вывод новых выражений для коэффициентов Берга при двухчастотном воздействии на нелинейный элемент.

2. Основная часть

Когда на нелинейный элемент воздействует сигнал, имеющий большую амплитуду и рабочая точка выбирается на нижнем изгибе вольт-амперной характеристики (ВАХ), в ряде случаев применяют ее кусочно-линейную аппроксимацию (рис. 1). В таком случае для аналитического выражения ВАХ записывают:

$$i = \begin{cases} 0, u < U_1 \\ s(u - U_1), u > U_1 \end{cases} \quad (1)$$

Значение напряжения в рабочей точке равно U_0 , U_1 — является напряжением отсечки.

Входное воздействие на нелинейный элемент мы запишем в следующем виде:

$$u(t) = U_0 + qE \cos(k\omega_0 t) + pE \cos(g\omega_0 t). \quad (2)$$

Напряжение отсечки:

$$U_1 = U_0 + qE \cos(k\theta) + pE \cos(g\theta). \quad (3)$$

Тогда

$$U_1 - U_0 = qE \cos(k\theta) + pE \cos(g\theta). \quad (4)$$

Выходной ток рассчитывается следующим образом:

$$\begin{aligned} i(t) &= S((u - U_1)U_0 + qE \cos(k\omega_0 t) + pE \cos(g\omega_0 t)) = \\ &= SE(q \cos(k\omega_0 t) + p \cos(g\omega_0 t) - \frac{(U_1 - U_0)}{E}) = \\ &= SE(q \cos(k\omega_0 t) + p \cos(g\omega_0 t) - \cos(\theta)), \\ &\quad \text{где } \theta = \omega t \leq \theta \leq \omega t \leq \theta. \end{aligned} \quad (5)$$

Амплитуда выходного тока

$$I_m = SE(q + p - \cos(\theta)). \quad (6)$$

Подставив в (12) значение SE , получим

$$\begin{aligned} i(t) &= \frac{I_m}{p + q - \cos(\theta)} \times \\ &\times (q \cos(k\omega_0 t) + p \cos(g\omega_0 t) - \cos(\theta)) \end{aligned} \quad (7)$$

Теперь определим гармоники выходного тока. Для этого воспользуемся рядом Фурье.

В итоге для коэффициентов Берга для двухчастотного сигнала мы имеем:

$$\begin{aligned} \alpha_1(\theta) &= \frac{I_1}{I_m} = \frac{2}{\pi(q + p - \cos(\theta))} \times (q \cdot \frac{\sin(k-1)\theta}{2(k-1)} + \\ &+ \frac{\sin(k+1)\theta}{2(k+1)}) + p \cdot (\frac{\sin(g-1)\theta}{2(g-1)} + \frac{\sin(g+1)\theta}{2(g+1)}) - \\ &- \cos \theta (\cos \theta - 1), \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \alpha_n(\theta) &= \frac{I_n}{I_m} \frac{2}{\pi(q + p - \cos(\theta))} \times \\ &\times (q \cdot (\frac{\sin(k-n)\theta}{2(k-n)} + \frac{\sin(k+n)\theta}{2(k+n)}) + \\ &+ p \cdot (\frac{\sin(g-n)\theta}{2(g-n)} + \frac{\sin(g+n)\theta}{2(g+n)}) - \frac{\cos \theta}{n} \sin \theta). \end{aligned} \quad (9)$$

Формулы (8), (9), которые мы вывели, являются новыми.

На рис.1, приведены вычисленные нами коэффициенты Берга $\alpha_0(\theta)$ (линия), $\alpha_2(\theta)$ (точки).

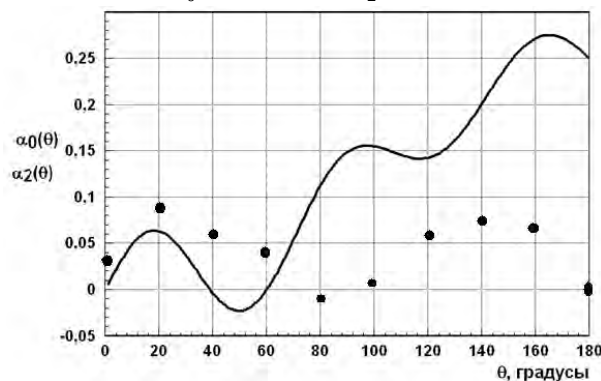


Рис. 1

3. Заключение

Представленный алгоритм проектирования предназначен для фиксированной скорости передачи данных пользователем.

4. Список литературы

- [1] Пудовкин, А. П. Электромагнитная совместимость и помехозащищенность РЭС : учеб. пособие / А. П. Пудовкин, Ю. Н. Панасюк, Т. И. Чернышова. — Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. — 92 с.
- [2] Стеценко, О. А. Радиотехнические цепи и сигналы : учеб. для студ. вузов / О. А. Стеценко. — М. : Высш. шк., 2007. — 432 с.

THE SIMULATION OF THE EFFECTS OF DUAL-FREQUENCY SIGNAL TO THE NONLINEAR ELEMENT

Preobrazhenskiy A. P., Schetnikova D. A., Melnikova T. V.

Scientific adviser: Preobrazhenskiy A. P.

Voronezh Institute of High Technologies, Russia

Abstract — In this paper, modeling of the influence of a two-frequency signal on a nonlinear element is considered. The expression for the coefficients of the Berg are obtained. The graphic dependence of their cut-off angle is given.

МАЛОГАБАРИТНЫЙ СВЕТОДИОДНЫЙ СВЕТИЛЬНИК

Кулаковская Е. В., Мальцев Р. В., Широков И. Б.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: kulakovskaya-kate@mail.ru

Аннотация — Предложен способ изготовления малогабаритного светодиодного светильника, упрощающий технологический процесс изготовления этого устройства.

1. Введение

Предложенная модель малогабаритного светодиодного светильника относится к светотехнике и может быть использована в производстве осветительных приборов, предназначенных для промышленного или бытового декоративного освещения.

Светильник представляет собой полный аналог миниатюрной галогенной пальчиковой лампы накаливания по способу монтажа и электрического подключения, а также способен упростить технологический процесс изготовления этого светодиодного светильника.

2. Основная часть

Полезная модель малогабаритного светодиодного светильника составляется из пяти тонких двухсторонних печатных плат освещения прямоугольного вида размером примерно 10×10 мм² каждая и одной тонкой двухсторонней печатной платы драйвера светодиодов. При этом на верхнем слое каждой из пяти плат освещения устанавливают по одному светодиоду форм-фактора 5050 или нескольких светодиодов другого, меньшего форм-фактора. Четыре из пяти плат освещения делают идентичными и соединяют в форме четырехгранного стакана путем спайки контактных площадок, находящихся у краев этих плат освещения.

Как минимум на две контактные площадки, на один из слоев верхнего или нижнего края дополнительно подают плюс и минус напряжения питания светодиодов. При этом, например, пару (плюс и минус) контактных площадок определенного размера располагают на верхнем слое платы освещения, условно у её правого края, а одноименные контактные площадки соответствующего размера располагают на нижнем слое платы освещения, условно у её левого края. Также одну плату освещения приставляют её правым торцом строго перпендикулярно к плоскости другой платы освещения в районе её левого края, оставляя небольшой зазор от этого края. и спаивают пару контактных площадок одной платы освещения.

На каждой из одинаковых четырех плат освещения, условно у верхнего их края, на одном из слоев, например, на верхнем, также размещают пару (плюс и минус) контактных площадок, а на пятой плате освещения у каждого из её четырех краев размещают по паре контактных площадок соответственно на нижнем слое. После чего спаянный уже четырехгранный стакан приставляют верхним торцом к плоскости пятой платы освещения со стороны её нижнего слоя соответствующим образом и спаивают одноименные контактные площадки всех пяти плат.

Шестую двухстороннюю плату драйвера светодиодов выполняют также в виде прямоугольника размером примерно 13×20 мм², при этом на печатной плате драйвера светодиодов симметрично относительно продольной оси платы размещают две контактные площадки с известным расстоянием между

ними, причем одну контактную площадку размещают на верхнем слое платы драйвера светодиодов, другую на нижнем слое. К этим площадкам подпаивают стержневые выводы светильника и формируют тем самым стандартный разъем G4 для подачи напряжения питания постоянного или переменного тока, низкой или высокой частоты. При этом на самой плате драйвера светодиодов, на обоих её слоях, размещают необходимые электронные компоненты, которые осуществляют выпрямление переменного тока, напряжения низкой или высокой частоты и компоненты задания определенного постоянного тока через светодиоды. Причем у более длинных краёв платы драйвера светодиодов, на её обоих слоях, примерно посередине, по 10 мм от её условно верхнего или нижнего края, размещают контактные площадки. Площадки размещают таким образом, что на одном слое, например, на верхнем, у одного края платы драйвера светодиодов размещают плюсовую контактную площадку, а на другом слое, соответственно нижнем, у этого же края размещают минусовую контактную площадку. Вместе с тем у противоположного края в таком же месте, примерно посередине платы драйвера светодиодов, на верхнем слое размещают минусовую контактную площадку, а на нижнем слое размещают плюсовую.

На четырех одинаковых печатных платах освещения дополнительно к уже имеющимся контактным площадкам на нижнем слое плат освещения, у их нижнего края, а также у правого и левого краёв, устанавливают недостающие контактные площадки соответствующей полярности, которые сопрягают с контактными площадками печатной платы драйвера светодиодов. В то же время печатную плату драйвера светодиодов вставляют по любой из двух диагоналей в спаянный четырехгранный стакан её верхним краем вовнутрь стакана. В таком положении спаивают одноименные контактные площадки на нижних слоях плат освещения и на обоих слоях платы драйвера светодиодов, чем придают жесткость конструкции светодиодного светильника.

3. Заключение

За счет своей конструкции предложенная модель малогабаритного светодиодного светильника не только может быть использована в производстве осветительных приборов, предназначенных для промышленного или бытового декоративного освещения, но также может служить аналогом миниатюрной галогенной пальчиковой лампы накаливания за счет исключения наличия соединительных проводов между платами освещения, равномерно сформированного освещения по всем пяти сторонам, дополнительной уплотненной конструкции и простоты реализации.

COMPACT LED LAMP

Kulakovskaya E. V., Maltsev R. V., Shirokov I. B.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — A method of designing a compact led lamp, which is simplified the manufacturing process of the device, is offered.

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ WEB-КАМЕР

Тыщук Ю. Н., Говенько А. Г., Кожемякин А. С.

Научный руководитель: Тыщук Ю. Н.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: govenkon@mail.ru

Аннотация — Разработан стенд для исследования параметров WEB-камеры. Проведено моделирование и программирование лабораторного макета в САПР.

1. Введение

В настоящее время крайне мало стендов для исследования параметров WEB-камеры, а учебные стенды вообще отсутствуют. Поэтому главной задачей является создание макета, а точнее цифровой схемы, в которой есть четыре управляемых источника: красный, синий, зеленый и интегральный белый, яркость которых может меняться от нуля до максимального значения. Данные источники должны освещать некую мишень, которую будет снимать WEB-камера.

2. Основная часть

Для исследования характеристик веб-камеры необходим макет, который состоит из: эталонной мишени, которую будут освещать управляемые источники света (светодиоды), схемы с управлением светодиодами, веб-камеры, которая снимает эталонную мишень в определенный момент времени.

Вся измерительная установка накрывается непрозрачным защитным колпаком для исключения попадания на объект передачи света от внешних источников. Все используемые в ходе экспериментов испытательные изображения и таблицы размещаются на фиксированном расстоянии от видеокамеры через щелевое отверстие в защитном колпаке.

Основными элементами проектируемой схемы являются: светодиоды, транзисторы, микроконтроллер, датчик тока, кнопки, ЖК дисплей, источник питания.

В процессе проведения измерений необходимо определить следующие параметры цифровой видеокамеры: минимальная освещенность (пороговая чувствительность); динамический диапазон; разрешающая способность камеры; отношение сигнал-шум.

При помощи кнопок осуществляется выбор светодиода, уровень его светимости и сброс. Управление светодиодами будет осуществляться при помощи широтно-импульсной модуляции (ШИМ). С микроконтроллера подается управляющий ШИМ сигнал через RC-фильтры, который превращает ШИМ сигнал в постоянную составляющую. Данная постоянная составляющая подается на транзистор. В зависимости от уровня сигнала (тока) транзистор приоткрывается, тем самым происходит регулировка светимости светодиода. Светимость изменяется от 0%, светодиод полностью погашен, до 100%, светодиод имеет максимальную светимость, с нелинейным шагом.

Датчик тока состоит из резистора в 1 Ом (измеритель) и операционного усилителя. Данные об уровне светимости и цвете выбранного светодиода будут выводиться на ЖК дисплей. Так как известна светимость светодиода и возможна регулировка, то данная схема обеспечивает так же защиту от перегрева и выхода из строя источников света.

В САПР было проведено проектирование принципиальной схемы (см. рис. 1), а также ее программирование, для проверки работоспособности.

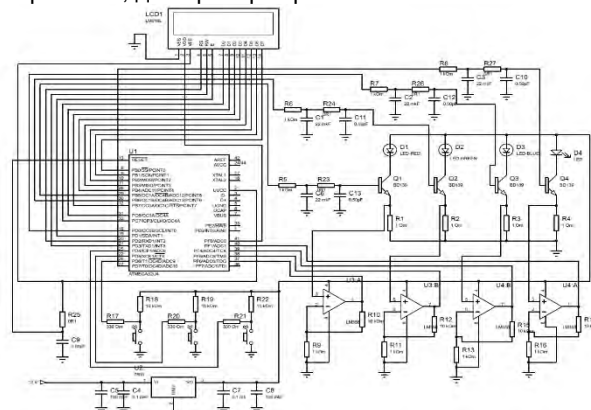


Рис. 1

3. Заключение

На основании требуемых к исследованию параметров была спроектирована принципиальная схема макета.

Для осуществления регулировки уровня светимости, с нелинейным шагом, светодиодов было принято решение использовать ШИМ регулировку.

Были оптимизированы методики снятия параметров с телекамер под WEB-камеру, которая будет использоваться в данном макете.

4. Список литературы

- [1] Дамьяновски, В. CCTV. Библия видеонаблюдения. Цифровые и сетевые технологии / В. Дамьяновский. — М.: Изд-во ООО «Ай-Эс-Эс Пресс», 2006. — 480 с.
- [2] Роузен, Рич Методы регулировки яркости для импульсных драйверов светодиодов / Рич Роузен // Светотехника и оптоэлектроника. Электронные компоненты. — 2011. — Вып. 3. — С. 27 — 29.
- [3] Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «CCTV. Охранное видеонаблюдение» для студентов очной и заочной форм обучения направления «Приборостроения и информационно-измерительных технологий» / Владимир. государ. ун-т; сост. А. А. Козлов, С. А. Козлов. — Владимир: Изд-во Владимир. государ. ун-т, 2008. — 18 с.

THE LABORATORY BENCH FOR WEB-CAMS STUDY

Tishuk U. N., Govenko A. G., Kozhemyakin A. S.

Scientific adviser: Tishuk U. N.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The bench is developed for a study of the Web-cams parameters. Modeling and programming of the laboratory model is carried out to a CAD.

СВЕТОДИОДНЫЙ СВЕТИЛЬНИК С АВТОМАТИЧЕСКИМ УПРАВЛЕНИЕМ УРОВНЕМ ОСВЕЩЕНИЯ

Мальцев Р. В., Широков И. Б.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: rodion.evpatoriya@gmail.com

Аннотация — Рассмотрен принцип работы схемы светодиодного светильника с автоматическим управлением уровнем освещения. Указаны достигнутые преимущества.

1. Введение

В настоящий момент в подавляющем большинстве технических областей можно выделить несколько основных проблем: автоматическое управление и автоматизация, а также увеличение экономической целесообразности устройства при уменьшении энергозатрат. Попытки решения указанных проблем стали предпосылками к разработке улучшенной схемы светодиодного светильника, которая и будет рассмотрена далее.

2. Основная часть

Примером устройства, в котором можно выделить вышеуказанные проблемы, это — DER-296 от Power Integrations. Устройство представляет собой обратноходовый AC-DC преобразователь. Недостатки этой схемы заключаются в наличии в схеме трансформатора напряжений и демпферной (RCVD) цепи, предназначенной для подавления всплесков напряжения, которые порождаются из межвитковой паразитной емкости первичной обмотки трансформатора и паразитной индуктивности. Снижение паразитной индуктивности возможно лишь за счет усложнения конструкции трансформатора, что неизбежно ведет к увеличению стоимости всей схемы. К тому же, демпферная цепь, подавляя выбросы напряжения, является источником потерь энергии и увеличивает стоимость схемы.

Поставленная задача решается следующим образом. Из схемы обратноходового преобразователя исключается демпфер, а вместо трансформатора включается дроссель. В силу того, что в схеме присутствует теперь только один дроссель, то он включает в себе и рабочую, и паразитную индуктивности. Также теперь выброс напряжения на дросселе является рабочим выбросом напряжения обратного хода, которое с помощью выпрямительного диода преобразуется и подается на линейку светодиодов. Демпферная цепочка отсутствует, поскольку в ней теперь нет необходимости, потери энергии устранены.

Принципиальная схема разработанного светодиодного светильника с автоматическим управлением уровнем освещения представлена на рис. 1.

Принцип работы схемы: первоначально полевой выходной транзистор управляющей микросхемы 1 открыт и через дроссель 2 протекает линейно нарастающий ток, накапливая энергию в дросселе. Напряжение на втором выводе дросселя 2 близко к нулю и выпрямительный диод 3 закрыт. Затем полевой транзистор микросхемы закрывается и на дросселе возникает выброс напряжения положительной полярности больше входного напряжения высоковольтного питания на величину так называемого напряжения обратного хода.

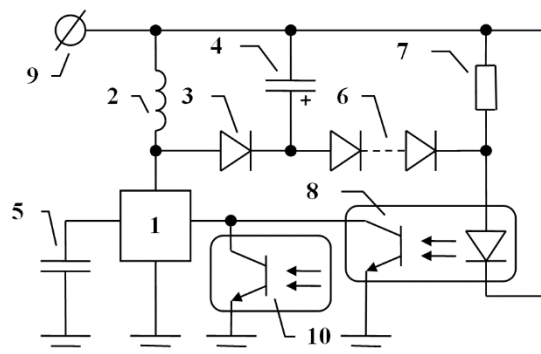


Рис. 1

Величина этого напряжения выбирается равной рабочему напряжению линейки светодиодов. Это напряжение открывает выпрямительный диод 3 и заряжает электролитический конденсатор 4. Через линейку светодиодов 6 начинает протекать ток, создавая на балластном сопротивлении 7 небольшого номинала падение напряжения. Как только величина этого напряжения превысит напряжение открывания светодиода оптопары 8, через последний начинает протекать ток, открывая фототранзистор оптопары 8, что снижает, в свою очередь, длительность открытого состояния выходного транзистора микросхемы 1 и, как следствие, величину накапливаемой в дросселе энергии, а, соответственно, и величину напряжения обратного хода. Таким образом осуществляется стабилизация рабочего тока линейки светодиодов. Величина этого тока определяется номиналом балластного сопротивления 7 и напряжением открывания светодиода оптрона, имеющего фиксированную величину. Дополнительный внешний фототранзистор 10, подключенный параллельно фототранзистору оптопары 8, уменьшает рабочий ток линейки светодиодов 6 при наличии внешнего естественного освещения. При превышении уровня внешнего естественного освещения некоторой пороговой величины, фототранзистор 10 оказывается открытым настолько, что ток линейки светодиодов 6 может быть уменьшен до нуля.

3. Заключение

Таким образом, разработана схема, имеющая ряд преимуществ, по сравнению с аналогами, в числе которых экономический эффект за счет уменьшения количества компонентов схемы, а также уменьшение потерь энергии за счет исключения демпфера.

LED LAMP WITH AUTOMATIC CONTROL OF LIGHTING LEVEL

Maltsev R. V., Shirokov I. B.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The principle of work of the led lamp with automatic control of lighting level is considered. The reached advantages are specified.

ЦИФРОВОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ЁМКОСТИ КОНДЕНСАТОРА НА ПЛАТФОРМЕ ARDUINO

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

Научный руководитель: Дурманов М. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: daniego@mail.ru, semyon21@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен принцип цифрового измерителя ёмкости конденсатора на платформе *Arduino* и приведены функциональная и электрическая принципиальная схемы измерительной части устройства. Разработан прототип устройства.

1. Введение

При разработке и обслуживании сложных радиоэлектронных устройств необходимо убедиться, совпадает ли фактическая ёмкость конденсатора с ёмкостью, указанной на его корпусе. Разница между номиналом и фактическим значением ёмкости конденсатора может быть обусловлена несколькими факторами: устареванием элемента, в связи с высыханием электролита; пробоем диэлектрика, в связи с использованием элемента вне рабочего диапазона напряжений; механическим повреждением в процессе эксплуатации; а также умышленно завышенным значением ёмкости, указанным на корпусе элемента. В связи с этим был разработан модуль для платформы *Arduino*, позволяющий определять фактическую ёмкость конденсаторов.

2. Основная часть

Так как среди AVR-микроконтроллеров большую популярность получила плата *Arduino UNO*, было принято решение разрабатывать модуль, совместимый с данным микроконтроллером.

Разработанный измеритель ёмкости состоит из трёх структурных блоков: микроконтроллер (МК); индикатор, в состав которого входит семисегментный трёхразрядный индикатор и сдвиговый регистр; разъём для конденсатора.

Алгоритм измерения ёмкости конденсатора и вывода его значения на индикатор показан на рис. 1.

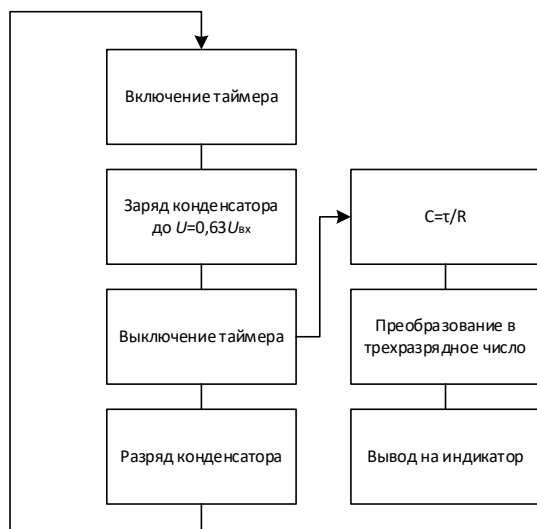


Рис. 1

Микроконтроллер измеряет напряжение на нулевом аналоговом входе МК (A0), к которому подключён конденсатор, и, если напряжение не равно нулю,

он разряжает конденсатор через резистор R_2 , подав на 4 цифровой выход логический ноль. Затем микроконтроллер включает таймер и на 3 цифровом выходе устанавливает логическую единицу, которая соответствует напряжению 5 В, заряжая конденсатор через резистор R_1 , при этом постоянно измеряя напряжение на конденсаторе с помощью аналогового входа A0. Когда напряжение на конденсаторе достигает 63% от напряжения на цифровом выходе 3, что соответствует времени заряда конденсатора равному τ для RC-цепи [1], микроконтроллер останавливает таймер, на 3 цифровой выход подает логический ноль, производит расчёт ёмкости конденсатора по формуле 1 и, преобразовав значение ёмкости, выводит его на индикатор в виде трёх цифр, соответствующих таблице кодировки номиналов конденсаторов

$$C = \frac{\tau}{R} \quad (1)$$

Электрическая принципиальная схема измерительной части модуля показана на рис. 2.

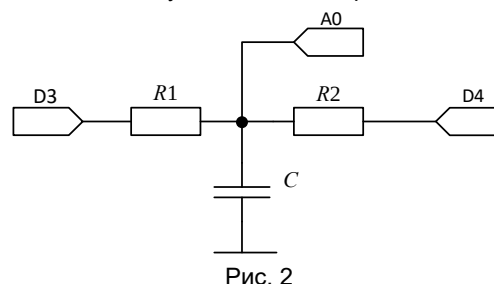


Рис. 2

Описанный алгоритм измерения ёмкости конденсатора был реализован в виде программного кода, написанного на языке Си для микроконтроллера на платформе *Arduino UNO*.

3. Заключение

Разработанное устройство позволяет измерять ёмкость конденсатора и выводить значение фактической ёмкости на индикатор. Реализовано устройство в виде съемного модуля для платформы *Arduino UNO*.

4. Список литературы

- [1] Амосов, В. В. Схемотехника и средства проектирования цифровых устройств / В. В. Амосов. — СПб.: Изд-во «БХВ-Петербург», 2007. — 538 с.

DIGITAL DEVICE FOR CAPACITY MEASUREMENT ON ARDUINO

Durmanov M. A., Sizih D. A., Yankovskiy S. I.

Scientific adviser: Durmanov M. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The principle of operation of a digital device for capacity measurement on arduino is considered. The functional and electrical schematic diagrams of the measuring part of the device are presented. A prototype of the device was developed.

ЦИФРОВОЙ БЛОК УПРАВЛЕНИЯ ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩЕГО МОДУЛЯ АКТИВНОЙ ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ

Вертегел В. В., Тумко В. В.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: argentum175@mail.ru, vertegel@bk.ru

Аннотация — Разработан цифровой блок управления (ЦБУ) приемно-передающего модуля активной фазированной антенной решетки (АФАР). Произведено моделирование работы ЦБУ.

1. Введение

ЦБУ используются для управления цифро-аналоговыми блоками, а именно: фазовращателями и аттенюаторами, а также для переключения режимов прием/передача [1]. В рамках разработки специализированного АФАР предусмотрена температурная коррекция, осуществляемая управляющим блоком.

2. Основная часть

В разработанном цифровом блоке (рис. 1) для передачи данных используется интерфейс SPI.

В начальный момент времени ЦБУ находится в сброшенном состоянии, т.е. все буферы пусты. Для управления каждым из цифро-аналоговых блоков необходимо сперва выбрать соответствующий блок (посредством передачи адреса), а далее загрузить необходимый управляющий сигнал (УС).

Далее рассмотрим принцип работы разработанного ЦБУ на основе проведенного моделирования (рис. 2).

Процесс загрузки данных в ЦБУ начинается с подачи логического нуля на вход *cs*. Данные загружаются последовательно на вход *din*. Все входные данные сохраняются в рабочем буфере. Для завершения загрузки необходимо подать на *cs* логическую единицу. Когда данные загружены, происходит их распознавание. Если старший разряд посылки равен «1», то это адрес, если «0» — управляющий сигнал. Адрес и УС загружаются в соответствующие внутренние буферы. Текущее состояние ЦБУ можно отслеживать по сигналу *led*.

УС всегда следуют за адресом. Если после инициализации (*led* = 2'b0) на вход подаются УС, то произойдет общий сброс и *led* = 2'b0 — требование ввести сперва адрес.

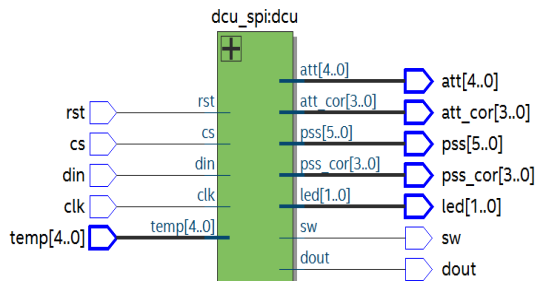


Рис. 1

После загрузки адреса подается сигнал ожидания загрузки УС (*led* = 2'b01). Далее происходит загрузка данных (*cs* = 0).

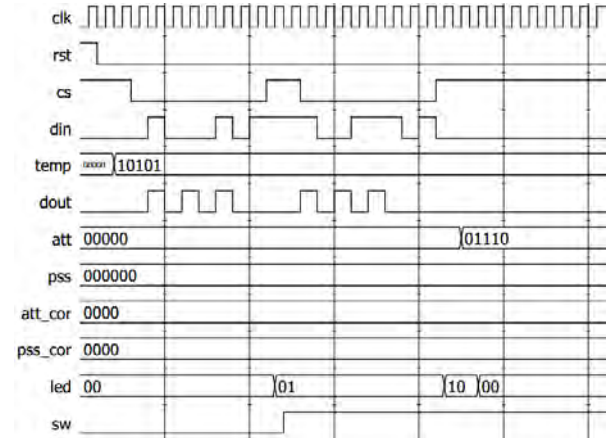


Рис. 2

Если данные распознаны как УС, то происходит их загрузка на одну из ранее выбранных линий цифро-аналоговых устройств: аттенюатор (*att*), фазовращатель (*pss*), корректирующий аттенюатор (*att_cor*) и корректирующий фазовращатель (*pss_cor*).

Если же второй пачкой данных снова оказался адрес, то происходит перезапись внутреннего адресного буфера, подается сигнал *led* = 2'b01.

Температурные данные, снимаемые с датчика температуры, выгружаются всегда (*dout*) при подаче сигнала *cs* = 0. Эти данные необходимы для дальнейшей температурной коррекции работы приемно-передающих модулей.

С помощью сигнала *sw* осуществляется переключение режимов прием/передача («1» — передача, «0» — прием).

3. Заключение

Приведены результаты разработки цифрового блока управления в составе активной фазированной антенной решетки. Представлены результаты моделирования и принцип работы ЦБУ.

4. Список литературы

- [1] AMT2941031: 9-10 GHz GaAs MMIC Core Chip [Электронный ресурс] / AMP. — Режим доступа: http://astramtl.com/uploads/corechips/datasheet/2941031_Datasheet_3.pdf.

DIGITAL CONTROL UNIT OF TRANSCIVER MODULE FOR ACTIVE ELECTRONICALLY SCANNED ARRAY

Vertegel V. V., Tumko V. V.

Scientific adviser: Vertegel V. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — Digital control unit of transceiver module for active electronically scanned array is designed. The modeling of operation of digital control unit is accomplished.



Секция 8

КОМПОНЕНТНАЯ БАЗА РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

АЛГОРИТМЫ РЕАЛИЗАЦИИ МОДЕЛИ ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ НА ОСНОВЕ ОДНОСЛОЙНОГО ГРАФЕНА

Абрамов И. И., Коломейцева Н. В., Романова И. А., Щербаклова И. Ю., Шендер Д. А., Щукин Е. А.

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 — Разработаны алгоритмы и программное обеспечение, предназначенные для реализации самосогласованной комбинированной модели полевых транзисторов (ПТ) на основе однослойного графена. Проведены исследования влияния длины канала на передаточные характеристики полевого графенового транзистора (ПГТ).

1. Введение

Моделирование ПГТ является важным этапом в проектировании интегральных схем. Модели, созданные для полевых транзисторов на основе полупроводниковых материалов, не могут использоваться для моделирования ПГТ в связи с наличием существенных отличий. Поэтому необходимы модели, адекватно описывающие физические процессы, протекающие в приборе, и обеспечивающие получение достоверных рабочих характеристик ПГТ.

В докладе рассмотрены алгоритмы реализации самосогласованной комбинированной модели ПТ на основе однослойного графена. Проведены расчеты электрических характеристик исследуемого прибора. Получено удовлетворительное согласование передаточных характеристик с экспериментальными данными для двухзатворного ПГТ, а также исследовано влияние длины канала на характеристики ПГТ.

2. Основная часть

Модель ПГТ разработана на основе квантовой диффузионно-дрейфовой модели и представляет собой комбинацию физико-топологической и электрической моделей. Предложенная комбинированная самосогласованная модель позволяет рассчитывать электрические характеристики двухзатворных ПГТ. Подробное описание модели изложено в [1].

Исследуемый прибор представляет собой двухзатворный ПГТ на подложке Si/SiO₂. Верхний затвор отделен от графенового канала диэлектриком Al₂O₃ толщиной 15 нм. Толщина диэлектрика нижнего затвора SiO₂ равна 300 нм, стоковое напряжение 0,6 В. Прочие исходные данные для расчетов приведены в [2].

На рис. 1 показаны передаточные (сток-затворные) характеристики ПГТ при различных значениях длины канала. Кривая 1 соответствует значению длины канала 5,0 мкм, кривая 2 — 10,0 мкм, кривая 3 — 15,0 мкм. Увеличение длины канала приводит к снижению плотности тока стока. Показано удовлетворительное согласование результатов моделирования (кривая 1) с экспериментальными данными (кривая 4) работы [2]. Как показывает рисунок для ПГТ с длиной канала равной 5 мкм, согласование с экспериментальными данными в области дырочной проводимости (слева от точки Дирака) лучше, нежели в области электронной проводимости (справа от точки Дирака). Согласующими параметрами при моделировании являлись параметры, используемые при вычислении эффективной подвижности носителей заряда ($\mu=0,1 \text{ м}^2/\text{В}\cdot\text{с}$, $m=0,075$), а также сопротивления стока и истока $R_d=R_s=36 \text{ Ом}$.

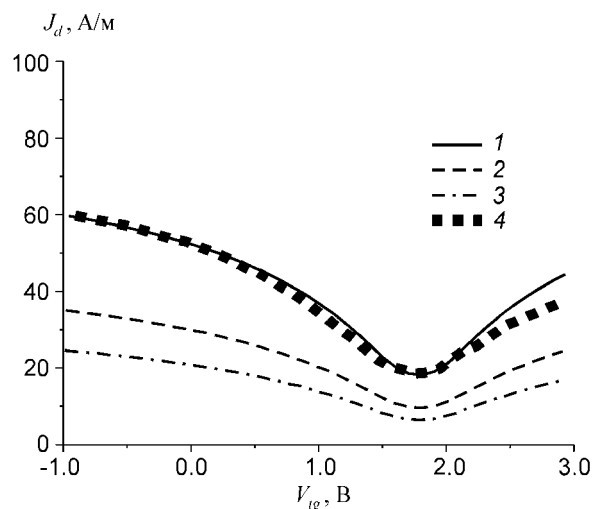


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, разработаны алгоритмы и программное обеспечение, реализующие самосогласованную комбинированную модель ПТ на основе однослойного графена. На примере моделирования двухзатворного ПГТ на подложке Si/SiO₂ показано влияние длины канала на передаточные характеристики прибора. Показано, что предложенная модель позволяет получить удовлетворительное согласование с экспериментальными данными.

4. Список литературы

- [1] Абрамов, И. И. Моделирование полевых графеновых транзисторов с одним и двумя затворами / И. И. Абрамов, Н. В. Коломейцева, В. А. Лабунов, И. А. Романова // Нано- и микросистемная техника. — 2017. — № 12. — С. 714 — 721.
- [2] Wang, H. Compact virtual-source current-voltage model for top- and back-gated graphene field-effect transistors / H. Wang, A. Hsu, D. A. Antoniadis, T. Palacios // IEEE Trans. Electron. Dev. — 2011. — Vol. 58. — No. 5. — P. 1523 — 1533.

ALGORITHMS OF MODEL OF FIELD-EFFECT TRANSISTORS BASED ON MONOLAYER GRAPHENE

Abramov I. I., Kolomejtseva N. V., Romanova I. A., Shcherbakova I. Y., Shender D. A., Shchukin E. A.

Scientific adviser: Abramov I. I.

Belarussian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus

Abstract — Algorithms and software intended for realization of the self-consistent combined model of the field-effect transistors on the basis of a monolayer graphene are developed. The studies of the channel length influence on transfer characteristics of the graphene field-effect transistor were made.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВУХБАРЬЕРНЫХ РТД НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА НА ПОДЛОЖКЕ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ

Абрамов И. И., Романова И. А., Коломейцева Н. В., Шабар А. А., Щербаклова И. Ю.

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 — С использованием разработанной численной самосогласованной модели проведено моделирование двухбарьерных резонансно-туннельных диодов (РТД) на основе графена на подложке диоксида кремния. Исследовано влияние ширин потенциальных барьеров на вольт-амперные характеристики (ВАХ) таких структур.

1. Введение

Резонансно-туннельный диод известен как один из самых быстродействующих приборов твердотельной электроники. РТД обладают широким спектром электрических, оптических и магнитных свойств. Использование при их изготовлении перспективных наноматериалов, таких как графен, углеродные нанотрубки, дихалькогениды и др., позволяет улучшить их рабочие характеристики, а также создать новые приборные структуры, обладающие уникальными характеристиками [1]. В связи с этим актуальной задачей является моделирование и исследование характеристик РТД на основе графена, в том числе на различных подложках, для создания в дальнейшем новых приборных структур микро- и нанoeлектроники.

2. Основная часть

Проведено моделирование двухбарьерных РТД на основе графена на подложке диоксида кремния (SiO_2). Для расчета их ВАХ применялась численная комбинированная модель, основанная на самосогласованном решении уравнений Шредингера и Пуассона [2], которая входит в систему моделирования приборов и устройств нанoeлектроники NANODEV [3].

Структура исследуемого двухбарьерного РТД и энергетическая диаграмма зоны проводимости представлены в работе [2]. Моделирование проводилось для структуры, в которой ширина квантовой ямы задавалась равной 3,5 нм, ширины приконтактных областей — 20 нм, а ширины потенциальных барьеров варьировались. При расчетах использовались следующие параметры: эффективная масса для двухслойного графена $0,041m_0$ (где m_0 — масса покоя электрона), высота потенциальных барьеров 3,58 эВ, концентрация примеси в приконтактных областях $N_D = 7,5 \cdot 10^{16} \text{ м}^{-2}$, температура окружающей среды 300 К.

Результаты расчета ВАХ (точнее зависимости плотности тока от напряжения) РТД на основе двухбарьерной гетероструктуры графен/ SiO_2 представлены на рис. 1. Моделирование проводилось с использованием разработанной численной самосогласованной модели [2] для различных значений ширин потенциальных барьеров. При этом ширины барьеров задавались равными: $w_{b1}=w_{b2}=1,2 \text{ нм}$ (кривая 1), $w_{b1}=1,2 \text{ нм}$, $w_{b2}=1,4 \text{ нм}$ (кривая 2), $w_{b1}=1,4 \text{ нм}$, $w_{b2}=1,2 \text{ нм}$ (кривая 3). Из рис.1 следует, что увеличение ширины любого из барьеров приводит к уменьшению плотностей пиковых токов. Увеличение ширины второго барьера w_{b2} (кривая 2) приводит к существенному увеличению тока долины.

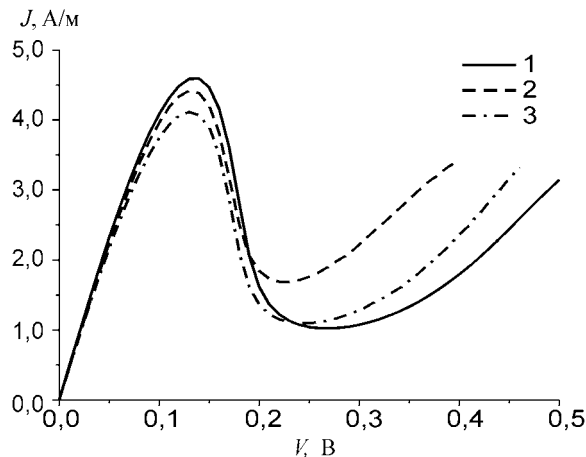


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, с применением разработанной численной самосогласованной модели проведены исследования двухбарьерных РТД на основе графена на подложке SiO_2 . Представленные в докладе результаты моделирования показали, что ВАХ таких структур чувствительны к изменению ширин потенциальных барьеров по-разному в зависимости от их расположения.

4. Список литературы

- [1] Ferrari, A. C. Science and technology roadmap for graphene, related two-dimensional crystals, and hybrid systems/ A. C. Ferrari, F. Bonaccorso, V. Fal'ko, K. S. Novoselov [et. al.] // *Nanoscale*. — 2015. — Vol. 7. — P. 4598 — 4810.
- [2] Абрамов, И. И. Моделирование резонансно-туннельных приборных структур на основе углеродных наноматериалов / И. И. Абрамов, Н. В. Коломейцева, В. А. Лабунов, И. А. Романова // *Нанотехнологии: разработка, применение — XXI век*. — 2017. — Т. 3. — С. 3 — 11.
- [3] Abramov, I. I. A nanoelectronic device simulation software system NANODEV : New opportunities / I. I. Abramov, A. L. Baranoff, I. A. Goncharenko, N. V. Kolomeitseva [et. al.] // *Proc. of SPIE*. — 2010. — Vol. 7521. — P. 75211E1-1 — 11.

SIMULATION OF DOUBLE-BARRIER GRAPHENE-BASED RESONANT-TUNNELING DIODES ON A SILICON DIOXIDE SUBSTRATE

Romanova I. A., Kolomeitseva N. V., Shabor A. A., Shcherbakova I. Y., Abramov I. I.

Scientific adviser: Abramov I. I.

Belarussian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus

Abstract — Double-barrier graphene-based resonant tunneling diodes on a silicon dioxide substrate are simulated using the developed numerical self-consistent model. The influence of barriers widths on its IV-characteristics was investigated. The calculated characteristics are presented.

ТЕХНОЛОГИЯ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО ТРАВЛЕНИЯ НИТРИДА КРЕМНИЯ ПРИ СОЗДАНИИ ИЗОЛЯЦИИ LOCOS ДЛЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ СУБМИКРОННЫХ ПРОЕКТНЫХ НОРМ

Бордусов С. В., Емельянов В. В.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Бордусов С. В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: emeljnov@bk.ru

Аннотация — Оптимизированы параметры плазмохимического травления нитрида кремния: мощность ВЧ генератора, давление смеси рабочих газов, расход и состав смеси.

1. Введение

Механизмы плазмохимического травления (ПХТ) материалов интересовали многих ученых и технологов, но до недавнего времени исследование механизмов состояло в изучении зависимостей скоростей травления материалов от состава и внешних параметров плазмы. Развитие методов диагностики параметров плазмы (зонды, спектроскопия, в том числе и лазерная), а также применение современных методов анализа поверхности — рентгеноэлектронная спектроскопия, электронная микроскопия, спектроскопия вторичных ионов — позволило подойти как к исследованию механизмов химических реакций в плазме галогенсодержащих газов с целью определения потоков нейтральных частиц на поверхность травимого материала, так и к разработке количественных методов исследования механизмов травления материалов [1].

2. Основная часть

Изоляция LOCOS представляет из себя локальное окисление оксидом кремния и является межкомпонентной изоляцией в МОП-структурах. Следовательно, исходя из того, что она является межкомпонентной изоляцией, то ее размер напрямую влияет на размер одного элемента и, как следствие, на размер всего кристалла. В данном докладе будут рассматриваться варианты уменьшения «птичьего клюва» (рис. 1), что позволило бы уменьшить размер одного элемента.

Одним из способов уменьшения «птичьего клюва» является уменьшение толщины оксида кремния, из которого и вырастает LOCOS, но главная проблема этого решения — это селективность травления пленки нитрида к оксиду кремния. Проблема заключается в том, что и нитрид, и оксид травятся в одних смесях газов и их энергии связи в молекулах близки, что сильно сказывается на процессе травления пленки нитрида кремния.

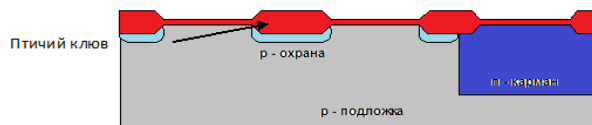


Рис. 1

При травлении пленки нитрида кремния возникают пристеночные подтравы (рис. 2) в связи с большей концентрацией ионов в пристеночной зоне из-за микронеровностей, возникающих при травлении [2].



Рис. 2

Как видно из рисунков уменьшение толщины оксида кремния с 42.5 нм до 25 нм вызывает сложности при травлении нитрида кремния, лежащего на данном слое оксида кремния. Чтобы обеспечить выход годных изделий при слое оксида кремния 25 нм для серийного производства интегральных микросхем необходимо оптимизировать параметры травления нитрида кремния.

Оптимизируемыми параметрами будут являться: мощность ВЧ генератора, давление смеси рабочих газов, расход и состав смеси [2].

3. Заключение

Исследование показало, что оптимизация параметров установки плазмохимического травления повышает селективность и качество травления тонкой пленки нитрида кремния, лежащего на тонкой пленке диоксида кремния.

4. Список литературы

- [1] Передовые плазменные технологии [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.plasmasystem.ru/technology/pe>.
- [2] Плазменные процессы в производстве изделий электронной техники. В 3-х т. / А. П. Достанко, С. П. Кундас, С. В. Бордусов [и др.] ; под общ. ред. А. П. Достанко, П. А. Витязь. — Минск : ФУ Аинформ, 2001. — 292 с.

TECHNOLOGY OF PLASMA-CHEMICAL ETCHING OF SILICON NITRIDE IN CREATION OF LOCOS INSULATION FOR SEMICONDUCTOR DEVICES SUBMICRON DESIGN STANDARTS

Bordusov S. V., Emelyanov V. V.

Scientific adviser: Bordusov S. V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus

Abstract — The parameters of plasma-chemical etching of silicon nitride: RF power, working gas mixture pressure, consumption and composition of the mixture, are optimized.

ИССЛЕДОВАНИЕ БОРТОВОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА КОСМИЧЕСКИХ И ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Оводенко А. В., Кононенко А. Г.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Оводенко А. В.
Донецкий национальный технический университет, Донецк

E-mail: akononenko666@gmail.com

Аннотация — Рассмотрена модель бортового вычислительного управляющего комплекса космических и летательных аппаратов. Приведена структурная схема управляющего комплекса.

1. Введение

Важнейшей составляющей космического аппарата (КА) является бортовой комплекс управления (БКУ). На него возлагаются функции управления ориентацией и стабилизацией КА, управления целевым оборудованием, энергопитанием, связью с наземными комплексами. Помимо этого должен осуществлять оперативный анализ структурно-параметрических отклонений состояния бортовых систем КА от нормы, вырабатывать решение о компенсации этих отклонений с целью сохранения работоспособного состояния или управления постепенной деградацией технического состояния КА.

2. Основная часть

Встроенная система контроля МКА (рис. 1). Система контроля и диагностики (СКД) представляет собой совокупность аппаратных средств и программного обеспечения, функционирующих в составе БКУ.

В состав БКУ МКА, как правило, входят:

- информационно-управляющая система (ИУС), состоящая из бортовых вычислительных средств (БВС), средств бортовых измерений (СБИ), средств управления бортовой аппаратурой (СУБА);
- бортовая аппаратура командно-телеметрической радиолнии (КТРЛ);
- программное обеспечение БКУ (ПО БКУ).

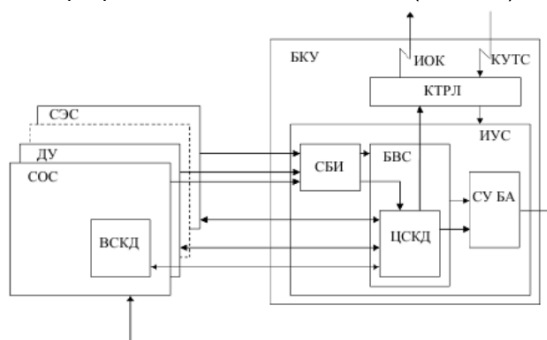


Рис. 1

Автономное решение задач контроля, диагностики и управления возлагается на встроенную СКД. Для обеспечения заданной полноты контроля и организации взаимодействия с НКУ предлагается следующая архитектура уровней построения средств контроля и диагностики БКУ:

- программные и аппаратные средства НКУ;
- программные и аппаратные средства БВС — центральные средства контроля и диагностики (ЦСКД);
- встроенные средства контроля и диагностики (ВСКД) [1].

Встроенные средства контроля и диагностики должны оценивать ТС отдельных функциональных

модулей перед включением их в работу, контролировать правильность их функционирования по целевому назначению и выдавать контрольную информацию в ЦСКД.

Можно выделить четыре режима функционирования СКД МКА:

- тестирование МКА при наземных испытаниях;
- тестирование МКА (или отдельных подсистем) перед включением в штатную работу или перед выполнением особо важных операций;
- прогноз последствий отклонений
- парирование отклонений, т.е. формирование управляющих воздействий на устранение или компенсацию отклонений, в частности, задействование всех типов резерва систем МКА [1].

В ходе функционирования МКА можно применять только такие методы идентификации, которые обеспечивают приемлемые характеристики качества оценивания и отклонение истинного значения вектора состояния системы от программного на допустимые значения. Предъявленным требованиям удовлетворяют методы идентификации, основанные на принципе автогенераторных измерений, заключающемся в возбуждении информационных колебаний путем введения нелинейной обратной связи [2].

3. Заключение

Применение интеллектуальной системы контроля и диагностирования в составе БКУ позволяет решить задачу переноса процесса принятия решения о ТС, в том числе при возникновении нештатных ситуаций, на борт МКА. Предлагаемая трёхуровневая модель построения интеллектуальной системы наиболее плотно отражает три этапа задачи принятия решений — постановку задачи, планирование и реализацию плана. Использование метода активной идентификации на нижнем уровне позволяет осуществлять тестовый контроль приборов и систем, не прибегая к помощи дополнительного испытательного оборудования.

4. Список литературы

- [1] Микрин, Е. А. Бортовые комплексы управления космическими аппаратами и проектирование их программного обеспечения / Е. А. Микрин. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. — 336 с.
- [2] Барановский, А. М. Активная идентификация систем стабилизации / А. М. Барановский // Изв. вузов. Приборостроение. — 1997. — Т. 40. — № 8. — С. 31 — 34.

STUDY OF THE ONBOARD COMPUTER COMPLEX OF SPACE AND FLIGHTING EQUIPMENT

Ovodenko A. V., Kononenko A. G.
Scientific adviser: Ovodenko A. V.
Donetsk State University, Donetsk

Abstract — The model of an on-board computer control complex of space and aircraft is considered. The block diagram of the control complex is given.



XI Международная молодежная НТК РТ-2015
"Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций"
Севастополь, 16 - 20 ноября 2015 г.

Секция 9

WEB-ТЕХНОЛОГИИ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

АЛГОРИТМ РАБОТЫ ПОСТА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА

Зиборов С. Р., Должилов Н. А., Марченко Е. А.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Зиборов С. Р.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: nazarkerch@gmail.com

Аннотация — Предложен алгоритм работы поста системы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха. Проанализированы возможности защиты информации от несанкционированного доступа, а также её сохранения в случае отказа сервера системы.

1. Введение

Негативные экологические последствия воздействия антропогенных факторов на биосферу обуславливают необходимость мониторинга и анализа состава атмосферного воздуха. С этой целью на территории Российской Федерации ведутся работы по созданию государственной системы мониторинга атмосферы. В работе предложена структура радиоэлектронной системы мониторинга состава атмосферного воздуха и разработан алгоритм работы поста системы.

2. Основная часть

Структурная схема системы мониторинга загрязнения воздуха показана на рис. 1. Система состоит из стационарных автоматических постов и сервера, связь между которыми осуществляется с помощью сети мобильной связи.

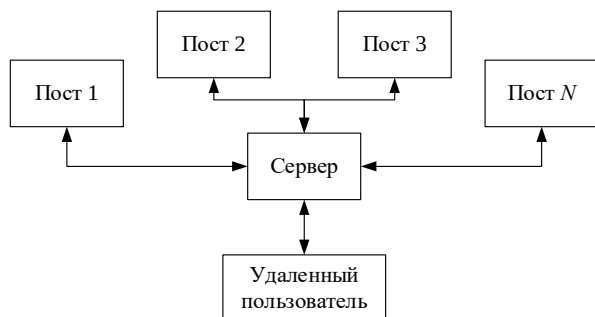


Рис. 1

Число постов системы мониторинга (рис. 1) не ограничено.

Связь между системами мониторинга различных государств, а также доступ к открытой части информации может осуществляться через глобальную сеть Интернет.

Разработан алгоритм работы поста, в соответствии с которым осуществляется управление узлами поста, преобразование и обработки информации.

Работа поста начинается с его включения путём подачи напряжения питания либо на все узлы, либо на контроллер интерфейса, который работает в непрерывном режиме и включает питание остальных узлов поста программным путём по команде сервера. Поскольку для каждого узла требуется время для выхода на эксплуатационный режим, целесообразно управлять включением узлов поста программным путём. После установления рабочего режима выполняется N измерений концентрации одной из компонент воздуха и запись результатов в ОЗУ процессора. Затем осуществляется статистическая обработка

полученного массива данных: определение и исключение систематической погрешности; осреднение с целью уменьшения случайной погрешности; компенсация внутренних шумов; определение скорости и знака изменения параметров и сравнение измеренной концентрации газовой компоненты с предельно допустимым значением. Результаты обработки выводятся в цифровом виде на дисплей. Если концентрация превышает предельно-допустимое значение или скорость её увеличения превышает допустимую, то производится оповещение сервера. Далее пост переходит к измерению концентрации следующей компоненты воздуха по аналогичному алгоритму. После накопления данных о состоянии воздушной среды производится их передача в центр обработки информации по каналу GSM. В выключенном состоянии данные мониторинга сохраняются в узле памяти поста [1].

Защита системы мониторинга от несанкционированного проникновения в систему мониторинга и изменения передаваемых в ней сообщений может быть обеспечена с помощью технологии *Detection of Suppression*. Технология позволяет определять кратковременное прерывание работы. При этом информация о проникновении поступает на сервер.

Для автоматического перевода каналов связи системы мониторинга на резервный сервер при отказе основного сервера может быть использована технология *Hot Servers*. При этом все данные мониторинга сохраняются, поскольку серверы связаны между собой локальной сетью.

3. Заключение

Предложена структурная схема достаточно простой и не дорогой системы мониторинга загрязнения воздуха и разработан алгоритм работы её постов.

Установлено, что с помощью современных технологий можно обеспечить надежную защиту информации в случае несанкционированного проникновения в систему мониторинга, изменения передаваемых в ней сообщений или отказа основного сервера.

4. Список литературы

- [1] Современные технологии [Электронный ресурс] / НПП «Стелс». — Режим доступа: <http://www.techstages.ru>.

OPERATION ALGORITHM OF AIR POLLUTION MONITORING SYSTEM

Ziborov S. R., Dolzhikov N. A., Marchenko E. A.
 Scientific adviser: Ziborov S. R.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The work algorithm of post of the system of monitoring of atmospheric air contamination is offered. Possibilities of defense of information from an unauthorized access, and maintenance of information in case of refuse of system server are analyzed.

МЕТОД АНАЛИЗА ТРЕНДОВ В TWITTER ПО КЛЮЧЕВОМУ СЛОВУ

Савельев А. О., Саклаков В. М., Гончаров А. С.

Научный руководитель: канд. техн. наук Савельев А. О.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия

E-mail: romanov_ky@mail.ru

Аннотация — В работе описана апробация методики выявления взаимного воздействия различных систем с помощью социальной сети Twitter, на основе ключевого слова.

1. Введение

В современных условиях социально-экономические системы разного уровня подвержены новым «цифровым» рискам от воздействия внешней среды на обеспечиваемые ими процессы. Каждая серия воздействий на определенную часть системы может приводить к увеличению, снижению или полной утрате ее целостности (устойчивости). В свою очередь каждая система стремится занять нишу, позволяющую ей в большей степени сохранить устойчивость.

Для множества сфер общественной жизни актуальным является выявление и прогнозирование процессов генерации и диффузии воздействующего контента и реакции на него агентов, а также систем, в рамках которых они ведут свою деятельность.

2. Основная часть

Цель настоящей работы — апробация метода выявления взаимно воздействующих с помощью социальных сетей систем. Из трех видов контента, влияющего на устойчивость определенной системы — деструктивного, нейтрального и позитивного — выбрать один. По мнению автора, наиболее выраженным является влияние деструктивного контента. Анализ будет проводиться на основе кластеров сообщений пользователей, оставляемых ими в социальной сети Twitter.

На данном этапе для анализа была выбрано ключевое слово экстремизм. Для него был создан программный код, благодаря которому было получено 360 сообщений «tweet» для дальнейшего анализа. На втором этапе они были экспортированы в Excel и вручную декомпозированы на 581 «единичное» сообщение (каждый «tweet» содержал от 1 до 4 «единичных сообщений»). Затем они были обобщены до 12 смысловых значений (см. рис. 1 — 2). На рис. 1 — распределение «единичных» сообщений. На рис. 2 — распределение суммы лайков и ретвитов.

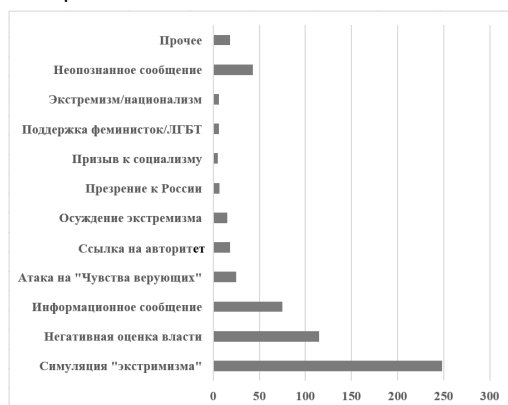


Рис. 1

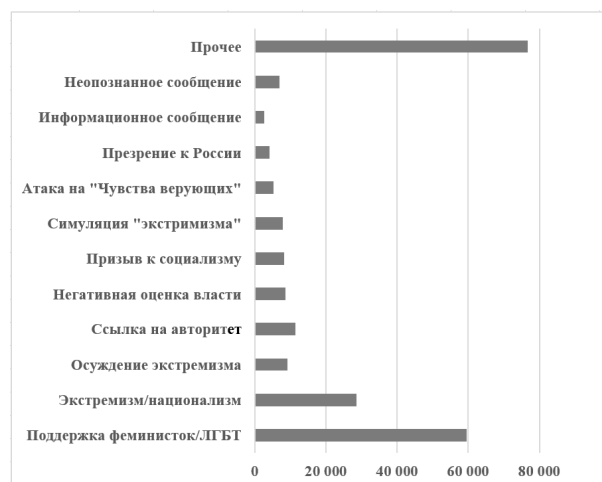


Рис. 2

На рисунках четко виден основной тренд данной тематики: связанность (1) симуляции пользователями «экстремизма» со стороны государства по отношению к ним и (2) негативной оценки национальных властей России. Также пользователи достаточно агрессивно относятся к понятию «чувства верующих», постоянно манипулируя им. Кроме того, при сопоставлении рис. 1 и 2 мы можем видеть различную поддержку «единичных» сообщений другими пользователями.

3. Заключение

По ключевым объектам сообщений можно выделить две конкурирующие между собой системы:

1. Национальные власти России. Объекты системы — Президент, Председатель Правительства, силовые структуры (Росгвардия, полиция), православная церковь.

2. Оппозиция. Объекты системы — феминистки, представители ЛГБТ, экстремисты, националисты, «социалисты», иностранные спецслужбы.

Безусловно, количество собранных и обработанных данных является небольшим, однако оно позволяет определить основные тенденции по определенной тематике.

4. Список литературы

- [1] Социальные сети и деструктивный контент / А. Г. Остапенко [и др.] ; под ред. Д. А. Новикова. — М. : Горячая линия — Телеком, 2018. — 276 с.

METHOD OF TWITTER TRENDS ANALYSIS BY KEY WORDS

Savelyev A. O., Saklakov V. M., Goncharov A. S.

Scientific adviser: Savelyev A. O.

National Research Tomsk Polytechnic University

Abstract — The testing of the method for detecting the mutual impact of various systems using the Twitter social network, based on the keyword, is described.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО АЛГОРИТМА ОБХОДА ЛАБИРИНТА МОБИЛЬНЫМИ ОБЪЕКТАМИ С «КОЛЛЕКТИВНЫМ ПОВЕДЕНИЕМ»

Кудрявченко И. В., Сукачев А. А.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: inform_kaf@mail.ru

Аннотация — Обсуждаются результаты исследования модифицированного муравьиного алгоритма для построения надежной инфокоммуникационной сети связи внутри лабиринта на основе мобильных объектов с «коллективным поведением».

1. Введение

Доклад посвящен исследованию самоорганизации роевых элементов (РЭЛ) в дискретном пространстве для построения надежной инфокоммуникационной сети внутри лабиринта, а также созданию веб-приложения для демонстрации работы предлагаемого модифицированного муравьиного алгоритма [1, 2].

2. Основная часть

За основу разработанного алгоритма был взят классический муравьиный алгоритм и идеи метода поиска в ширину. Принцип работы алгоритма заключается в следующем. Инициализируется дискретное пространство с входным шлюзом, препятствиями и кладом, изображенные на рис. 1. В шлюзе располагается заданное количество РЭЛ.

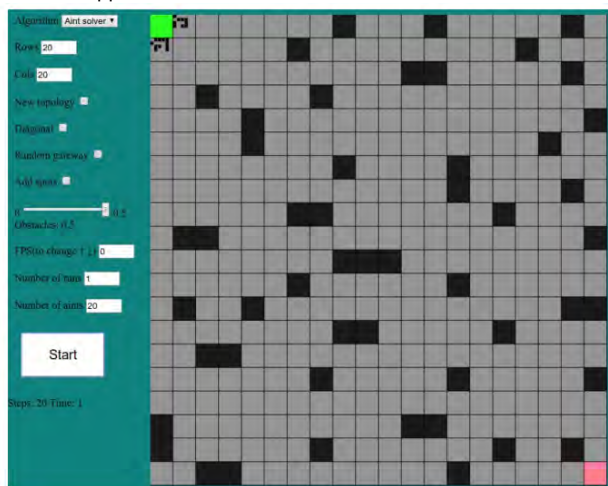


Рис. 1

После запуска алгоритма каждый РЭЛ независимо от других определяет направление движения по следующим правилам: если он может пойти в узел, в котором никого не было — он идет в один из таких узлов, выбранных случайным образом. Если соседние узлы уже были посещены, то выбирается узел, который не был посещен самим РЭЛ. Если РЭЛ посетил все доступные узлы, делается шаг назад.

РЭЛ отмечает текущий узел феромоном, причем феромоны от различных РЭЛ суммируются. Феромоны позволяют определить посещался ли данный узел другими РЭЛ или нет. Каждый РЭЛ формирует массив посещенных им узлов, а также массив, в котором хранится текущий путь. Для оптимизации алгоритма были использованы две основных идеи: 1) при движении РЭЛ в обратном направлении добав-

ляется узел в массив тупиковых узлов и не рассматриваются узлы, посещенные другими РЭЛ; 2) применяется модифицированный метод «элитных муравьев». После нахождения клада роевым элементом он отправляется к начальному шлюзу, причем количество выделяемого феромона в пройденных им узлах увеличивается.

Для задачи организации взаимодействия РЭЛ на найденном пути были учтены следующие ограничения: 1) РЭЛ могут взаимодействовать только в том случае, если они располагаются в пределах прямой видимости; 2) для минимизации количества РЭЛ их необходимо располагать в узлах графа.

Для наглядной демонстрации работоспособности алгоритма и проведения дальнейших исследований было разработано веб-приложение на языке программирования JavaScript, с использованием библиотеки p5.js для отображения и работы с анимацией. Веб-приложение позволяет создавать лабиринт размером $n \times m$ ($n = 3 \text{ — } 50$, $m = 3 \text{ — } 50$), добавлять диагональное перемещение РЭЛ, изменять расположение шлюза и клада на случайное, изменять количество препятствий от 0 до 20%, изменять количество РЭЛ и прогонов алгоритма в диапазонах 1 — 30 и 1 — 1000 соответственно. Выполнение алгоритма продолжается до тех пор, пока все узлы не будут решены. Тем самым выполняется полный обход лабиринта.

3. Заключение

Разработанное веб-приложение позволяет в реальном времени отслеживать перемещение, установление взаимодействия и восстановления после выхода из строя роевых элементов в лабиринте и наблюдать его топологию.

4. Список литературы

- [1] Кудрявченко, И. В. Построение телекоммуникационной сети на основе мобильных интеллектуальных устройств / И. В. Кудрявченко, А. А. Сукачев // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций «РТ-2016»: матер. 12-й междунар. молодежной науч.-техн. конф. — Севастополь: Изд-во СевГУ, 2016. — С. 66
- [2] Кудрявченко, И. В. Моделирование роя частиц в задаче поиска на дискретной плоскости с заданными ограничениями / И. В. Кудрявченко, В. Ю. Карлуков // Инновационная наука. — 2017. — № 4. — Ч. 3. — С. 74 — 80.

VISUALIZATION OF A MODIFIED ALGORITHM OF LABYRINTH BYPASS BY MOBILE OBJECTS WITH "COLLECTIVE BEHAVIOR"

Kudryavchenko I. V., Sukachev A. A.

Scientific adviser: Kudryavchenko I. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The investigation results of the modified ACO algorithm for constructing a reliable communication network inside the labyrinth on the basis of mobile objects with "collective behavior" are discussed.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ АНАЛИЗА РУССКОЯЗЫЧНОГО И АНГЛОЯЗЫЧНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПОТОКА В СЕТИ ИНТЕРНЕТ

Снегур Д. А., Редькина Е. А., Тыщук Ю. Н., Ярмач О. В., Кравченко И. В.
Севастопольский государственный университет, Россия
Инжиниринговый центр изделий микро- и нанoeлектроники СевГУ, Россия
E-mail: elenaredkina@gmail.com

Аннотация — Рассмотрена необходимость разработки программы для анализа русскоязычного и англоязычного информационного потока в социальных сетях, микроблогах и новостных сайтах.

1. Введение

В настоящее время в документах о стратегическом развитии Российской Федерации описан ряд «больших вызовов», стоящих перед российским обществом и государством. И это не только угрозы национальной безопасности, но и усиление глобальной конкуренции не только в области товаров, капитала, технологий и квалифицированных специалистов, но и в системах управления, поддержки инноваций и развития человеческого потенциала. Появление новых геополитических лидеров, развитие конкуренции в инновационной сфере не только со стороны стран лидеров, но и с развивающимися странами, формирующие новые торгово-экономические и политические союзы. Таким образом, актуальные знания о происходящих событиях позволяют Российской Федерации успешно позиционировать себя в складывающейся новой системе отношений.

Таким образом, решению поставленной задачи посвящено исследование, проводимое сотрудниками Севастопольского государственного университета, рассмотренное в докладе.

2. Основная часть

Одним из регионов особого внимания можно назвать регион «Большого Средиземноморья», который представляет собой проект Европейского Союза в рамках европейской политики добрососедства, направленный на более эффективное экономическое сотрудничество средиземноморских стран. Согласно этому проекту создана международная организация средиземноморского сотрудничества Европейского Союза с арабскими странами Северной Африки (от Марокко до Египта), причем это сотрудничество не предусматривает членство этих стран в Европейском Союзе [1].

Таким образом, можно сказать, что возможность получения актуальной информации о существующих мнениях, тенденциях, настроениях в обществе и инновационных проектах в странах Большого Средиземноморья важно для успешного развития различных сфер деятельности в России.

На рисунке 1 представлено общий вид географического расположения региона «Большого Средиземноморья».

Анализ информационного потока выбранного региона планируется проводить с помощью специализированного программного обеспечения, разработка которого будет осуществлена несколькими этапами.



Рис. 1

На первом этапе будет разработан алгоритм поиска по запросу, по ключевым словам, только на сайтах, записанных в базу данных (БД) вручную (социальные сети, новостные сайты, блоги). На этом этапе должен быть также разработан принцип формирования окна с результатами поиска.

На втором этапе должна быть решена задача автоматического поиска по специальным ключевым словам с целью создания БД сайтов, тематика и авторы статей которых относятся к региону Большого Средиземноморья.

На третьем этапе должна быть решена задача разработки оптимального алгоритма поиска по ключевому слову, а также алгоритма категоризации (расстановки приоритетов) адресов, записанных в БД. На этом этапе должны быть решены вопросы работы с большими объемами данных.

3. Заключение

Таким образом, рассмотрена необходимость разработки программы для анализа русскоязычного и англоязычного информационного потока в социальных сетях, микроблогах и новостных сайтах в странах Большого Средиземноморья.

Представлен вариант построения программы, обсуждены основные проблемы.

4. Список литературы

- [1] Дергачев, В. А. Геополитика. Русская геополитическая энциклопедия [Электронный ресурс] / В. А. Дергачев. — 2010. — Режим доступа: <http://dergachev.ru/Russian-encyclopedia/index.html>.

DEVELOPMENT OF RUSSIAN AND ENGLISH-LANGUAGE INFORMATION FLOW AT INTERNET

Snegur D. A., Redkina E. A., Tyschuk Y. N.,
Yarmak O. V., Kravchenko I. V.
Sevastopol State University, Russia
Engineering center of micro- and nanoelectronics
devices SevSU, Russia

Abstract — The importance of development of the program for analysis of the information flow on Russian and English language in social media, microblogs and news sites is considered.



12-я Международная молодежная научно-техническая конференция
"Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, РТ-2016"
14-18 ноября 2016 года



г. Севастополь

Секция 10

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ И ИНФОРМАЦИИ

ВЛИЯНИЕ ЩЕЛИ В ПЛОСКОСТИ ЗЕМЛИ НА ВОЛНОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ МНОГОСЛОЙНОЙ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ С МОДАЛЬНЫМ РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ

Медведев А. В., Орлов П. Е.

Томский университет систем управления и радиоэлектроники, Россия

E-mail: medart20@rambler.ru

Аннотация — Рассмотрено влияние щели в плоскости земли на волновое сопротивление и формы помехового сигнала на дальнем конце фрагмента МПП с модальным резервированием.

1. Введение

Одним из способов обеспечения высокой надежности необслуживаемых радиоэлектронных систем (НРС) является холодное резервирование. Наличие аппаратной избыточности позволяет искать пути её рационального использования. В частности, предложен способ трассировки печатных трасс для цепей с резервированием – способ модального резервирования, позволяющий увеличить помехоустойчивость НРС [1]. При проектировании современных многослойных печатных плат (МПП) не всегда возможно обеспечить целостность плоскости земли. В докладе рассматривается влияние щели в плоскости земли МПП с модальным резервированием на волновое сопротивление.

2. Основная часть

Моделирование проводилось в системе TALGAT [2]. Программное обеспечение TALGAT основано на методе моментов и позволяет сделать 2D квазистатический анализ структур произвольной сложности. На рис. 1 изображено поперечное сечение исследуемой структуры. Вычислены матрицы импедансов (Z), погонных коэффициентов электростатической (C) и электромагнитной (L) индукции при $w = 1$ мм, $t = 35$ мкм, $h = 130$ мкм, $h_1 = 600$, $\epsilon_{r1} = 10,2$, $\epsilon_r = 4,25$, для каждого значения s — (0—7*w).

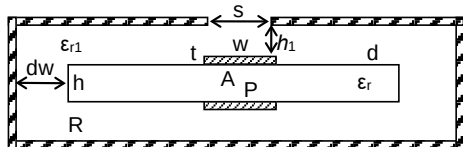


Рис. 1

На рис. 2 показана зависимость значения R от изменяемого s , где R рассчитывается по формуле

$$R = ((Z_{11} - Z_{21})(Z_{11} + Z_{21}))^{0.5}$$

где Z_{11} , Z_{21} — значения матрицы Z .

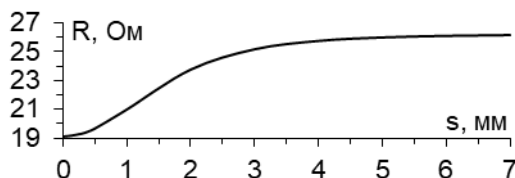


Рис. 2

На рис. 3 показана принципиальная схема исследуемой структуры (длина линии 40 см, нагрузки на концах линий равны R) и временной отклик в точке $V3$ при $s = 0$ и $s = 7*w$ на воздействие помехового сигнала с амплитудой 0,3 В. В точке $V1$. Амплитуда помехового сигнала уменьшилась для $s = 0$ на 8,56 дБ, а для $s = 7*w$ на 9,37 дБ.

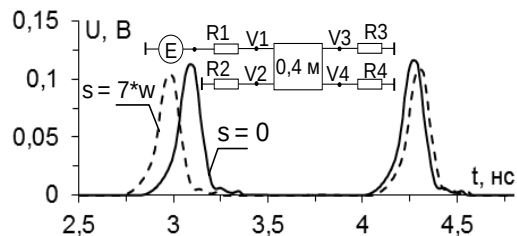


Рис. 3

На рис. 4 показано что, изменяя геометрического положения щели от центра, R стремится к значению сопротивления без щели для данной структуры. При этом $s = 3*w$, а ds — (0...3*w).

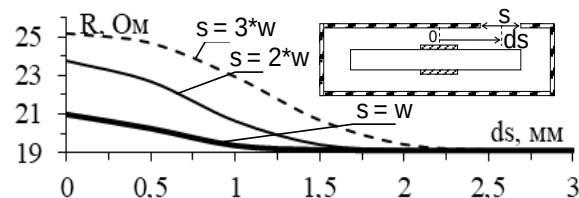


Рис. 4

3. Заключение

Таким образом, показано увеличение волнового сопротивления структуры при увлечении щели. Показано уменьшение амплитуды двух импульсов помехи и увеличение разности задержек мод на дальнем конце принципиальной схемы исследуемой структуры. При изменяя геометрического положения щели, отдаляя ее от активного проводника волновое сопротивление стремится к своему к значению без щели.

4. Список литературы

- [1] Газизов, Т. Р. Новый способ трассировки печатных проводников цепей с резервированием / Т. Р. Газизов, П. Е. Орлов, А. М. Заболотский, Е. Н. Буичкин // Докл. ТУСУР, 2015. — С. 129 — 131.
- [2] Kuksenko, S. P. New developments for improved simulation of interconnects based on method of moments / S. P. Kuksenko, T. R. Gazizov, A. M. Zabolotsky, R. R. Ahunov [et. al.] // Advances in Intelligent Systems Research, proc. of the 2015 Int. Conf. on Modelling, Simulation and Applied Mathematics (MSAM2015). — 2015. — P. 293 — 301.

INFLUENCE OF THE GAP IN GROUND PLANE ON IMPEDANCE OF PCB WITH MODAL RESERVATION

Medvedev A. V., Orlov P. E.

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia

Abstract — The influence of the gap in the ground plane on the impedance and the waveforms of the interference signal at the far end of the PCB section with modal reservation is considered.

АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ СТАТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ СОЦИАЛЬНЫХ ГРАФОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ МАССИВОВ УСЛОВНО-РЕАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Синадский Н. И., Сушков П. В., Синадский А. Н.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Синадский Н. И.

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия

E-mail: pavelu@e1.ru

Аннотация — Представленный алгоритм формирования статической структуры социальных графов (далее — СГ) применяется для создания тестовых массивов условно-реальных данных (далее — УРД), применяемых для тестирования информационно-аналитических систем безопасности (далее — ИАСБ).

1. Введение

В рамках расследования инцидентов безопасности на каналах сотовой связи применяются ИАСБ, особенностью которых является неполная предсказуемость получаемых аналитиком результатов, при этом различные ИАСБ для одинаковых исходных данных могут давать различные результаты. Сложность применяемых алгоритмов и их программной реализации требует тестирования ИАСБ на тестовых массивах, учитывающих различные ситуации, складывающиеся в процессе взаимодействия пользователей в телекоммуникационной сфере.

2. Основная часть

Для синтеза массива УРД о взаимодействии пользователей в информационно-телекоммуникационных (далее — ИТ) сервисах необходимо сформировать базу учетных записей пользователей и структуру взаимосвязей между ними. ИТ-сервис — комплекс программных и аппаратных компонентов, объединенных в единую сеть, реализующую потребность участников данного сервиса в общении и обмене информацией. ИТ-сервисы могут быть представлены в виде СГ, структура которого представляется в виде $G = (U, E)$, где U — множество вершин графа; E — множество ребер графа [1].

Особенностью синтезируемого массива данных является сочетание ситуационной задачи и так называемого фоновой массива данных. Ситуационная задача описывается шаблоном взаимодействия пользователей $G_p = (U_p, E_p)$.

Процесс синтеза массива УРД состоит из 2 этапов:

- создание статической структуры СГ и атрибутивных компонентов учетных записей;
- формирование динамических связей пользователей, вызванных различными видами коммуникационного события.

Для создания статической структуры графов ИТ-сервисов предлагается использовать алгоритм на основе существующих моделей построения сложных сетей с учетом использования G_p :

1. Формирование структуры СГ сервиса мобильной связи $G_{mobile} = (U_{mobile}, E_{mobile})$ с учетом G_p на основе модели Воттса-Строгатца, т.к. она наилучшим образом подходит для описания взаимодействия абонентов мобильной связи [2]:

1.1. Генерация регулярной решетки со степенью вершин K .

1.2. Выбор случайным образом соседних вершин в количестве $|U_p|$, с распределением значений вер-

шин и ребер в соответствии с U_p и E_p . При необходимости — добавление дополнительных ребер.

1.3. Перераспределение каждого ребра с вероятностью p на случайную вершину. Назначенные в соответствии с E_p ребра остаются неизменными.

2. Генерация текстовых атрибутивных компонентов учетных записей $Atr(u_x^G)$.

3. Формирование структуры СГ сервиса социальных сетей $G_{social} = (U_{social}, E_{social})$ на основе модели Барабаши-Альберт, т.к. активность между пользователями социальных сетей имеет отличительные особенности, наиболее полно отраженные в данной модели [2].

4. Определение наибольшей общей части G_{max} графов G_{mobile} и G_{social} на основе метода выделения частичного изоморфизма графов [1].

5. Определение соответствия вершин U_{social} вершинам U_{mobile} . При необходимости добавление ребер для сохранения ситуационной задачи G_p .

В результате использования указанного алгоритма создаются СГ G_{mobile} и G_{social} с гармонично встроенным в их структуру шаблоном G_p , не выделяющимся на фоне остальных кластеров графа G .

3. Заключение

Предложенный алгоритм формирования статической структуры СГ использован при разработке программного комплекса для генерации массивов УРД, состоящих из фоновой наполнения и ситуационных задач (тестов) [3].

4. Список литературы

- [1] Синадский, Н. И. Модификация методов анализа социальных графов на основе применения атрибутивных компонентов учетных записей для идентификации сообществ пользователей социальных сетей / Н.И. Синадский, П. В. Сушков // Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере. — 2017. — № 2(24). — С. 32 — 40.
- [2] Albert, R. Statistical mechanics of complex networks / R. Albert, A.-L. Barabasi // Reviews of Modern Physics. — 2002. — Vol. 74. — 97 p.
- [3] Синтез массивов биллинговой информации на основе статистико-событийной модели взаимодействия абонентов сетей сотовой связи / И. А. Семенищев, А. Н. Синадский, Н. И. Синадский, П. В. Сушков // Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере. — 2018. — № 1(27). — С. 47 — 56.

ALGORITHM OF FORMATION OF STATIC STRUCTURE OF SOCIAL GRAPHS FOR CREATING ARRAYS OF CONDITIONALLY REAL DATA

Sinadskij N. I., Sushkov P. V., Sinadskiy A. N.

Scientific adviser: Sinadskij N. I.

Ural Federal University, Russia

Abstract — The presented algorithm for static structure of social graphs formation is used to create test arrays of conditionally real data used for testing information and analytical security systems.

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА СЕТЕЙ ПЕТРИ В ЗАДАЧЕ СИНТЕЗА МАССИВОВ ДАННЫХ О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В СЕТЯХ СОТОВОЙ СВЯЗИ

Синадский Н. И., Семенищев И. А., Синадский А. Н., Сушков П. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Синадский Н. И.

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия

E-mail: alexsin@e1.ru

Аннотация — Рассмотрен программный комплекс для синтеза биллинговой информации на основе разработанной пространственно-временной статистико-событийной модели взаимодействия пользователей в сетях операторов связи, использующий алгоритм сетей Петри, в целях получения массивов, пригодных для тестирования корректности реализации поисково-аналитических алгоритмов информационно-аналитических систем безопасности.

1. Введение

В рамках обеспечения информационной безопасности на каналах сотовой связи применяются и активно разрабатываются поисково-аналитические системы, такие как IBM I2, МФИ СОФТ «Январь» и др., использующие сложные алгоритмы поиска взаимосвязей элементов современных телекоммуникационных систем. С целью формирования практических навыков по поиску и анализу взаимосвязей элементов современных телекоммуникационных систем разработано программное обеспечение для генерации массивов биллинговой информации, состоящих из фоновой биллинга и ситуационных задач.

2. Основная часть

Массив биллинговой информации — это отсортированный по временной метке набор строк, описывающих соединения в сетях операторов сотовой связи. Пространственно-временная статистико-событийная модель M [1] синтеза биллинговой информации основывается на поведении абонентов с точки зрения сети операторов связи, является совокупностью модели перемещений абонентов в течение заданного промежутка времени MSH , модели соединений MS и подключений MTG

$$M = \langle MS + MSH + MTG \rangle.$$

Модель перемещений MSH предназначена для генерации полей, описывающих географические координаты совершения события, имитирует перемещения абонентов в заданном временном интервале в рамках населенного пункта, который представляется квадратом, для каждой клетки которого задаются модифицируемые списками параметры LAC и CellID базовых станций. Перемещения абонентов могут моделироваться в двух совмещаемых режимах: частотных распределений по популярности конкретных зон и шаблонов перемещений. На основе разработанной модели M создан программный комплекс, решающий задачу синтеза массивов биллинговой информации.

Для формирования массивов биллинговой информации на базе заданного шаблона использован алгоритм сетей Петри. Модель соединений (направленных событий) на основе заданного шаблона можно описать с помощью сетей Петри, приняв в качестве участвующих в ситуации абонентов множество узлов P , а в качестве определения наличия соединения между абонентами — наличие между ними взвешенных связывающих переходов.

Каждый переход обладает весом, имеющим смысл количества совершенных соединений между абонентами, которым соответствуют начальный p_k и конечный p_k узлы перехода. Всем разрешенным переходам задается время в соответствии со статистическим распределением соединений по времени. При этом количество значений времени, присваиваемых одновременно одному переходу, равно весу перехода. Запись массива соединений, информация о которых хранится в сети Петри, осуществляется следующим образом: последовательно для всех узлов из множества P строками в биллинге описываются их вес (количество строк), направленность (исходный узел — иницилирующий абонент, конечный узел — принимающий абонент) и время (временная отметка в биллинге соответствует временному значению времени перехода).

3. Заключение

Применение сетей Петри для моделирования на основе статистических распределений массивов фоновой биллинга позволяет использовать полученный результат как в образовательном процессе, так и при тестировании поисково-аналитических программных комплексов, систем обнаружения вторжений и систем расследования инцидентов.

В сравнении с использованием реальных массивов биллинга предложенный вариант решения задачи имеет явные преимущества: возможность использования неограниченным кругом лиц, отсутствие ограничений, связанных с объемами информации, изменяемые и задаваемые частотные распределения, возможность встраивания ситуационных задач в фоновый массив.

4. Литература

- [1] Синтез массивов биллинговой информации на основе статистико-событийной модели взаимодействия абонентов сетей сотовой связи / И. А. Семенищев, А. Н. Синадский, Н. И. Синадский, П. В. Сушков // Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере. — 2018. — № 1(27). — С. 47 — 56.

THE PETRI NETS ALGORITHM APPLICATION IN DATA ARRAYS SYNTHESIS ON THE USERS' INTERACTION IN CELLULAR NETWORKS

Sinadskiy N. I., Semenishchev I. A., Sinadskiy A. N.,
Sushkov P. V.

Scientific adviser: Sinadskiy N. I.
Ural Federal University, Russia

Abstract — A software package for the synthesis of billing information is considered. The software package is based on the developed spatial-temporal statistical-event model of user interaction in the networks of Telecom operators, using the algorithm of Petri nets, in order to obtain arrays suitable for testing the correctness of the implementation of search-analytical algorithms of information-analytical security systems.

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Корниенко Е. Ю., Подорожко А. С.
Научный руководитель: Корниенко Е. Ю.

Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище им. П. С. Нахимова, Россия
E-mail: *ane4ka95.1995@mail.ru*

Аннотация — Описаны стадии и этапы построения системы защиты персональных данных, содержащихся в информационной системе персональных данных.

1. Введение

К сожалению, не редки случаи кражи персональных данных в государственных и коммерческих структурах для продажи либо использования в целях получения собственной выгоды.

Согласно Постановлению Правительства РФ от 1 ноября 2012 года, утвердившему «Требования к защите ПДн при их обработке в информационной системе ПДн», важнейшим принципом обеспечения безопасности ПДн является предписание, что безопасность ПДн обеспечивается с помощью системы защиты ПДн.

2. Основная часть

Согласно №152-ФЗ, ПДн — это любая информация, относящаяся к прямо или косвенно определенному или определяемому физическому лицу. Согласно ч.1 ст.18-1 ФЗ, оператор самостоятельно определяет состав мер, к которым, в том числе, относятся:

- назначение оператором ответственного за организацию обработки;
- издание оператором документов, определяющих политику в отношении обработки ПДн;
- применение правовых, организационных, технических мер по обеспечению безопасности ПДн.

Какие действия необходимо предпринять оператору, чтобы защитить персональные данные?

1. Формирование требований к ЗИ, содержащей ПДн

Стадия включает в себя этапы:

- назначение структурного подразделения (должностного лица), ответственного за ЗИ, содержащую ПДн (далее - ЗИ);
- принятие решения о необходимости ЗИ;
- классификация информационной системы;
- разработка модели угроз;
- определение требований к СЗПДн.

2. Разработка Технического задания на создание СЗПДн

ТЗ является основным документом, определяющим требования и порядок создания ИСПДн, в соответствии с которым проводится разработка ИС и её приемка при вводе в действие. ТЗ разрабатывают на основании исходных данных, в том числе содержащихся в итоговой документации стадии «Формирование требований к ЗИ».

3. Разработка и внедрение СЗПДн

Стадия включает в себя:

- проектирование СЗПДн;
- разработка эксплуатационной документации на СЗПДн;
- установка и настройка средств ЗИ;
- разработка эксплуатационной документации по ЗИ;

- внедрение организационных мер ЗИ;
 - предварительные испытания системы ЗИ;
 - опытная эксплуатация системы ЗИ;
 - анализ уязвимостей ИС и принятие мер по их устранению;
 - приемочные испытания СЗПДн;
 - аттестация ИС и ввод её в действие.
4. Обеспечение ЗИ в ходе эксплуатации ИС
- Стадия включает в себя этапы:
- управление системой ЗИ;
 - выявление инцидентов и реагирование на них;
 - управление конфигурацией ИС и её системы ЗИ;
 - контроль за обеспечением уровня защищенности информации, содержащейся в ИСПДн.

3. Заключение

Защита ПДн является одной из важнейших задач системы обеспечения ИБ в организации любого масштаба и любой организационно-правовой формы. Нарушение режима конфиденциальности имеющихся в организации данных клиентов и сотрудников является серьезным инцидентом ИБ, создающим многочисленные риски.

4. Список литературы

- [1] Федеральный закон от 27.07.2006 г. №152-ФЗ «О персональных данных».
- [2] Постановление Правительства РФ от 01.11.12 №1119 «Об утверждении требований к защите персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных».
- [3] Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации».
- [4] Доктрина информационной безопасности Российской Федерации. Утверждена Президентом Российской Федерации 05.12.2016 № Пр-646.
- [5] Приказ ФСТЭК России от 18.02.2013 №21 «Об утверждении Состав и содержания организационных и технических мер по обеспечению безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных».
- [6] Приказ ФСТЭК России от 11.02.2013 №17 «Об утверждении требований о защите информации, не составляющей государственную тайну, содержащейся в государственных информационных системах».

ESTABLISH A SYSTEM OF PERSONAL DATA PROTECTION

Kornienko E. Yu., Podorozhko A. S.
Scientific adviser: Kornienko E. Yu.
*Black Sea Higher Naval School
Named After P. S. Nakhimov, Russia*

Abstract — The initial steps to develop a system of personal data protection in informational system are described in the report.

ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКТ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ УТЕЧКЕ РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ

Лашченко И. В., Якушев Д. И.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: new.sevastopl@mail.ru, irina-lashchenko@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрены вопросы защиты информации от утечек по акустическим каналам. Проанализирована программа оценки акустических каналов утечки речевой информации и предложен комплект лабораторного оборудования для проведения экспериментальных исследований. Выявлена зависимость качества анализа от характеристик элементов.

1. Введение

Целью настоящей работы была разработка и создание лабораторного комплекта, который предназначен для организации противодействия утечке речевой информации. Источником образования акустического канала утечки информации являются вибрирующие, колеблющиеся тела и механизмы, такие как голосовые связки человека, движущиеся элементы машин, телефонные аппараты, звукоусилительные системы и т.д. Для пресечения утечки информации, необходимо обеспечить разборчивость речи ниже требуемых значений. В основу методики расчета акустических характеристик положено структурно-пространственная модель акустического канала утечки речевой информации (АКУРИ).

2. Основная часть

Поставленную задачу выполняют комплексы оценки эффективности защиты речевой информации, например, «Колибри» и «Смарт». Данные комплексы имеют отличные характеристики, но главным недостатком, ограничивающим их применение в лабораторном практикуме, является цена. Требуется разработать аппаратно-программный комплекс с аналогичными функциональными возможностями, достаточными для нужд кафедры «Радиоэлектроника и телекоммуникации»:

- запись и анализ фрагментов речи различных дикторов, полученных в заданных точках помещений и за его пределами;

- оценка качества противодействия утечке информации, обеспеченного применением звукоизолирующих материалов, шумов различных видов;

- выявление акустических каналов утечки речевой информации неисключённых (АКУРИ) и определение показателей технической защищённости речевой информации в выделенном помещении.

Для проведения лабораторных исследований используется комплект различных микрофонов, позволяющий анализировать звуки внутри и за пределами помещения в различных условиях на компьютере. Источником речевых сигналов является человек либо динамик компьютера. Полученный с помощью микрофона звуковой фрагмент оцифровывается, записывается и обрабатывается с помощью программного обеспечения «Анализ АКУРИ» разработанного в среде MATLAB.

В процессе пробной эксплуатации комплекта была произведена запись звука на микрофоны мобильного устройства (рис.1.а), ноутбука (рис.1.б), было

выявлено, что характеристики используемых встроенных микрофонов мобильных устройств (диктофонов) не обеспечивают достаточное качество анализа АКУРИ.

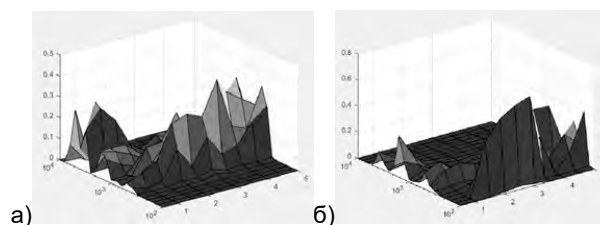


Рис. 1

3. Заключение

В ходе выполнения работы рассмотрены комплексы оценки эффективности защиты речевой информации, присутствующие на рынке и разработана собственная модель комплекса. Проанализированы характеристики микрофонов, которые могут быть использованы в нашем устройстве.

4. Список литературы

- [1] Цулеев, А. А. Анализ эффективности мер технической защиты акустической информации в лабораторном практикуме/ А. А. Цулеев, И. В. Лашченко // Матер. 13-й междунар. молодежной науч.-техн. конф. «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, РТ – 2017», 20 — 24 ноября 2017 г., СевГУ. — Севастополь, 2017. — С. 281.
- [2] Теоретические основы защиты информации от утечки по акустическим каналам : учеб. пособие / Ю. А. Гатчин, А. П. Карпик, К. О. Ткачев, К. Н. Чиков [и др.]. — Новосибирск : СГГА, 2008. — 194 с.

LABORATORY SET OF COUNTERACTION LEAKAGE OF VOICE INFORMATION

Lashchenko I. V., Yakushev D. I.

Scientific adviser: Lashchenko I. V.

Sevastopol State University

Abstract — The issues of information protection from leakage through acoustic channels are considered. The program for the estimation of acoustic channels of leakage of speech information is analyzed and a set of laboratory equipment for carrying out experimental studies is proposed. The dependence of the analysis quality on the characteristics of the elements is revealed.

МОНИТОРИНГ УТЕЧКИ ГАЗА В АППАРАТНО-ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ «БЕЗОПАСНЫЙ ГОРОД»

Лашенко И. В., Марченко Е. А., Должиков Н. А.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: elizaveta.marchenko95@gmail.com

Аннотация — Организация мониторинга утечки газа на базе сети полупроводниковых сенсоров в жилых помещениях способствует снижению рисков возникновения чрезвычайных ситуаций.

1. Введение

На сегодняшний день остро стоит задача обнаружения утечки газа в жилых домах. Во многих случаях взрывы, спровоцированные неадекватным поведением людей, можно было бы предотвратить, используя датчики дистанционного контроля. Предлагается схема датчика для удаленного контроля состава воздуха для аппаратно-программных комплексов «Безопасный город».

2. Основная часть

Основными составляющими автоматизированных систем мониторинга являются: чувствительные элементы (здесь — датчики газа), устройства обработки информации, передачи сигналов на расстояние и отображения результатов анализа.

Для создания системы мониторинга необходимо организовать «сеть» из датчиков. Выберем полупроводниковые датчики газа как наиболее долговечные и недорогие.

Принцип действия основывается на изменении электрофизических свойств чувствительного слоя полупроводникового материала при изменении химического состава газовой среды. Электропроводный чувствительный слой, сопротивление которого непосредственно зависит от концентрации примесей изготавливается чаще всего из поликристаллической пленки полупроводникового оксида металла.

В нормальных условиях при воздействии кислорода воздуха на поверхности полупроводника локализуется отрицательный заряд, образованный захваченными электронами, что приводит к обеднению приповерхностной области полупроводника, в случае изменения состава воздуха проводимость приповерхностной области полупроводника изменяется [1]. Анализируется величина сопротивления слоя. В зависимости от типа примесей и типа проводимости полупроводника сопротивление чувствительного слоя может увеличиваться или уменьшаться. Чувствительность к метану достигается путем легирования специальных примесей в чувствительный слой датчика.

Предлагаем построить датчик утечки газа с анализом по двум каналам, при изменении концентрации, сопротивление датчика возрастает в несколько раз и формируется сигнал тревоги.

Усиленный сигнал поступает на компаратор, при превышении заранее заданного источником порогового напряжения уровня устройство оповещения формирует сигнал тревоги по месту установки датчика, а также передается через канал GSM в центр обработки сообщений АПК «Безопасный город» [2]. Кроме того, контроллер непосредственно получает и регулярно передает в центр обработки аналоговую информацию об уровне напряжения с датчика, это позволяет более гибко реагировать на изменения

концентрации заданных веществ в воздухе. При обнаружении роста концентрации (еще не достигающей до критических значений) можно изменить параметры опроса датчиков (например, сделать короче интервал между передачей сведений), сравнить результаты опроса датчиков, находящихся недалеко друг от друга и т.п. Для корректировки точности работы устройства возможна установка дополнительных датчиков температуры и влажности.

Результаты измерения концентрации вредных примесей может передаваться не по GSM каналу, а другими способами, например, используя Ethernet, что сократит расходы на эксплуатацию.

Такая система позволит решить следующие задачи:

- раннее оповещение о возникновении проблемных ситуаций;
- гарантированная индикация превышения пороговых значений концентрации;
- автоматическая отстройка от фоновой концентрации примесей, фильтрация шумов и импульсных помех; автоматическая коррекция нуля;
- статистическая обработка результатов измерения концентраций за заданный период.

3. Заключение

Внедрение систем автоматического мониторинга позволит повысить безопасность проживания людей, оперативно реагировать на изменения в воздушной среде, что позволит избежать взрывоопасных ситуаций и дополнит АПК «Безопасный город».

4. Список литературы

- [1] Должиков, Н. А. Разработка цифрового газоанализатора / Н. А. Должиков // 13-я междунар. молодежная науч.-техн. конф. «Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций «РТ-2017». — Севастополь, 2017. — С. 161.
- [2] Марченко, Е. А. Технологии обеспечения безопасности в многоканальной системе передачи сообщений. // Е. А. Марченко // 13-я междунар. молодежная науч.-техн. конф. «Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций «РТ-2017». — Севастополь, 2017. — С. 272.

MONITORING OF GAS LEAK IN THE HARDWARE-SOFTWARE COMPLEX "SAFE CITY"

Lashenko I. V., Marchenko Y. A., Dolzhikov N. A.

Scientific adviser: Lashenko I. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The creation of a network for monitoring gas leakage on the basis of semiconductor sensors in residential premises helps to reduce the risks of emergencies.

РАСЧЁТ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

Боровиков С. М., Горбаль М. М., Берашевич П. А., Шнейдеров Е. Н., Терешкова А. С.

Научный руководитель: канд. техн. наук Боровиков С. М.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь
E-mail: maxim.gorbal1998@yandex.ru, pavel.berashevich@gmail.com, shneiderovevgeni@gmail.com

Аннотация — Предложен метод расчёта эффективности функционирования системы видеонаблюдения путём выделения в ней типовых зон в зависимости от количества видеокамер, перекрываемых зону.

1. Введение

Для контроля ситуации на объекте и охраны его помещений необходима идентификация возможных проникновений нарушителей.

В качестве показателя эффективности функционирования системы видеонаблюдения целесообразно рассматривать вероятность идентификации предполагаемого нарушителя при его попытке проникновения в помещение объекта.

2. Основная часть

Для оценки показателя эффективности функционирования системы видеонаблюдения необходимо располагать данными о вероятностях работоспособного состояния (коэффициентах готовности) r устройств системы и вероятностях правильной идентификации нарушителя видеокамерами или правильного восприятия сигналов видеорегистратором (эта вероятность обозначена через p). В общем случае указанные данные задаются таблице 1 [1].

Таблица 1

Устройство системы	Вероятность правильной идентификации p	Коэффициент готовности r
Видеокамера	0,95	0,98
Видеорегистратор	1	0,995

При анализе эффективности функционирования системы следует выделить типовые зоны в зависимости от количества видеокамер, в поле зрения которых попадают нарушители:

- слепая зона;
- зона в поле зрения одной камеры;
- зона в поле зрения двух камер и т.д.

Вероятность правильной идентификации нарушителя в слепой зоне $E_0 = 0$, в зоне, перекрываемой j -м числом камер ($j = 1, 2, \dots, m$),

$$E_j = \sum_{i=1}^{n_j} h_{i,j} \cdot \Phi_{i,j},$$

где $h_{i,j}$ — вероятность i -го состояния подсистемы, включающей j -е число видеокамер и видеорегистратор ($j = 1, 2, \dots, m$);

$\Phi_{i,j}$ — коэффициент эффективности i -го состояния подсистемы, включающей j -е число видеокамер ($j = 1, 2, \dots, m$);

n_j — количество состояний подсистемы, включающей j -е число видеокамер ($j = 1, 2, \dots, m$);

m — число видеокамер, используемых в составе системы видеонаблюдения.

Для коэффициента эффективности $\Phi_{i,j}$ справедлива формула [2]

$$\Phi_{i,j} = 1 - (1 - p)^j, \quad (1)$$

причём в случае неработоспособного состояния какой-либо видеокамеры соответствующее значение величины p принимается равным нулю.

Формула (1) записана применительно к случаю, когда вероятности правильной идентификации нарушителя для всех видеокамер одинаковы.

Показатель эффективности функционирования системы видеонаблюдения в целом можно определить по формуле

$$E_{\text{свн}} = \sum_{j=1}^m \frac{S_j}{S_{\Sigma}} E_j$$

где S_j — площадь типовой зоны, перекрываемой j -м числом видеокамер ($j = 1, 2, \dots, m$);

S_{Σ} — общая площадь помещения, контролируемого системой видеонаблюдения;

E_j — вероятность правильной идентификации нарушителя в зоне, перекрываемой j -м числом видеокамер ($j = 1, 2, \dots, m$).

Показатель $E_{\text{свн}}$ представляет собой вероятность идентификации предполагаемого нарушителя при его попытке проникновения в помещение объекта.

3. Заключение

Предлагаемый метод оценки показателя эффективности функционирования может быть использован для различных систем видеонаблюдения при наличии любого количества видеокамер.

На основе метода разработано программное средство, предназначенное для проектирования систем видеонаблюдения [3], позволяющее снизить затраты на проектирования системы видеонаблюдения за счёт уменьшения времени оценки показателя эффективности функционирования системы.

4. Список литературы

- [1] Мосолов, А. Оценка эффективности системы безопасности на основе метода Монте-Карло / А. Мосолов // Системы безопасности. — 2014. — № 1. — С. 74 — 77.
- [2] Боровиков, С. М. Теоретические основы проектирования электронных систем безопасности. Лабораторный практикум / С. М. Боровиков [и др.]. — Минск : БГУИР, 2014. — 70 с.
- [3] Берашевич, П. А. Разработка программного средства проектирования и анализа систем видеонаблюдения / П. А. Берашевич [и др.] // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций РТ-2016 : матер. науч.-техн. конф. Севастопольский госуниверситет. — Севастополь, 2016. — С. 226.

VIDEO MONITORING SYSTEM EFFICIENCY CALCULATION

Borovikov S. M., Gorbal M. M., Berashevich P. A., Shneiderov E. N., Tereshkova A. S.

Scientific adviser: Borovikov S. M.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus

Abstract — A method is proposed for calculating the efficiency of the video surveillance system by allocating typical zones therein, depending on the number of video cameras and the overlapping zone.

ТЕХНОЛОГИЯ БЛОКЧЕЙН ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО ГОЛОСОВАНИЯ

Склярук В. Л., Бушев А. С.

Научный руководитель: Склярук В. Л.

Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище им. П. С. Нахимова, Россия

E-mail: a-s-bushev@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрено применение технологии блокчейн для создания информационной системы электронного голосования.

1. Введение

В любом обществе мнение большинства играет важную роль, а в случае с различными голосованиями, референдумами и выборами — решающую. Это справедливо как на местном, так и на государственном уровне. Поэтому задача по усовершенствованию проведения таких мероприятий, как с точки зрения организации, так и с точки зрения безопасности, будет всегда актуальной. Основная уязвимость таких мероприятий — это «человеческий фактор». Таким образом, можно попробовать убрать или уменьшить влияние этого фактора путём создания системы электронного голосования напрямую через Интернет для различного вида опросов и через специализированные электронные урны на основе технологии блокчейн для юридически значимых голосований. основе технологии блокчейн.

2. Основная часть

Блокчейн — это распределенное хранение данных с использованием одноранговых сетей, баз данных и шифрования.

Технология блокчейн позволяет безопасно распространять и/или обрабатывать данные через общедоступные сети, не требуя наличия третьей доверенной стороны.

Существует два вида цепочки:

— публичная — открытая, дополняемая база данных. Каждый участник может записывать и читать данные.

— приватная (частная) — имеющая ограничения по записи/чтению данных. Можно устанавливать приоритетные узлы.

Структура блока (рис 1): адрес, дата и время создания, хэш и данные.

Адресом является публичный ключ, генерируемый ассиметричным алгоритмом шифрования на основе придуманного пользователем приватного ключа.

Дата и время создания — момент создания блока.

Хэш — вычисляется с помощью SHA512 от адреса предыдущего блока и суммы хэшей всех транзакций текущего блока.

Данные — сообщение, сумма денег, документы, история болезней, программный код и т. п.

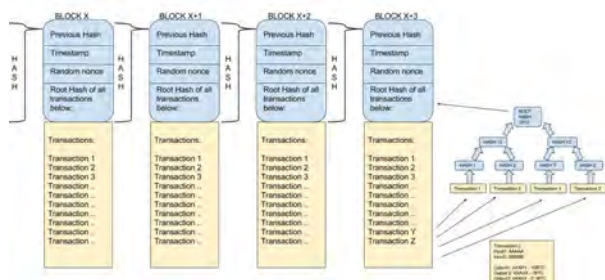


Рис. 1

Неотъемлемое условие для узла — обмен данными с другими узлами.

Для поддержания синхронизации в сети используются следующие правила:

— когда узел генерирует новый блок, он сообщает об этом всей сети (запись в реестр);

— когда узел подсоединяется к новому клиенту, он запрашивает информацию о последнем сгенерированном блоке (проверка подлинности);

— когда узел сталкивается с блоком, у которого индекс больше, чем у него, он либо добавляет блок к своей цепи, либо запрашивает информацию о полной цепи (обновление реестра).

Пользователь должен иметь возможность контролировать узел. Для этого при взаимодействии с реестром должны быть доступны следующие функции:

— вызов списка всех блоков (чтение);

— добавление блока в реестр (создание).

Преимущества данной технологии:

— низкая себестоимость — это сокращение затрат на трудоемкий процесс организации голосования, включающий в себя подготовку и оснащение избирательных участков, оплата работы комиссий, печать бюллетеней и т. д.;

— оперативность — результат каждого отдельного волеизъявления сразу закрепляется в блочной цепи всего голосования, поэтому итоговый результат голосования будет известен сразу после завершения процесса голосования;

— безошибочность — голос записанный в цепочку, невозможно изменить или «выбросить» из подсчетов.

3. Заключение

Любая технология имеет преимущества и недостатки. Перед внедрением технологии блокчейн для голосования нужно подготовить нормативно-правовую базу и аппаратно-техническое оснащение — создать отдельную сеть, узлами которой будут электронные урны.

4. Список литературы

- [1] Увеличение размера блока: подробный анализ Bitfury [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://bitnovosti.com/2015/09/05/bitfury-group-block-size-increase>.

TECHNOLOGY BLOKCHIEIN FOR ELECTRONIC VOTING

Sklyaruk V. L., Bushev A. S.,

Scientific adviser: Sklyaruk V. L.

Black Sea Higher Naval School

Named After P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — The application of blocking technology to create an electronic voting information system is considered.

КВАНТОВЫЕ СЕТИ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КВАНТОВЫХ БЕСПРОВОДНЫХ СЕГМЕНТОВ СЕТЕЙ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

Зайцев С. А., Васильева М. В.

Научный руководитель: Зайцев С. А.

Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище им. П. С. Нахимова, Россия

E-mail: marina.marina1995.vasileva@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена перспективность использования квантовой криптографии, приведён анализ современного уровня развития беспроводных сегментов квантовых систем, а также принципы работы.

1. Введение

Квантовая криптография еще не вышла на уровень широкого практического использования, но приблизилась к нему. Диапазон участников охватывает как крупнейшие мировые институты, так и небольшие начинающие компании, что позволяет вывести методы защиты информации на качественно новый уровень.

2. Основная часть

Первый беспроводной сегмент был добавлен в сети DARPA QuantumNetwork, квантовой волоконно-оптической сети, проложенной под землей в штате Массачусетс (США). Первоначально сеть была создана компанией BBN Technologies при финансовой поддержке Федерального агентства США DARPA (DefenseAdvancedResearchProjectsAgency). Сейчас сеть объединяет 10 узлов, включая офисы BBN Technologies, Гарвардский и Бостонские Университеты.

Беспроводной сегмент был установлен британской компанией QinetiQ, работающей на Министерство обороны Великобритании.

Брайн Лоуанс, руководитель QinetiQ, полагает, что установка беспроводного сегмента в первой в мире сети квантовой криптографии — это "первый шаг на пути к глобальным сетям, защищенным квантовой криптографией".

QinetiQ уже продемонстрировала беспроводное квантовое соединение на расстоянии 25 километров. Однако в конечном итоге разработчики надеются существенно расширить диапазон работы до того, как при помощи технологии квантовой криптографии станет возможна спутниковая связь, а это расстояние измеряется сотнями и даже тысячами километров.

Суть квантовой криптографии сводится к защите информации при помощи поляризованных фотонов света, которые могут быть переданы по оптоволоконному кабелю или же по воздуху. Просмотр зашифрованной информации влечет за собой нарушение целостности потока фотонов, таким образом можно говорить со 100-процентной вероятностью, что доступ к информации, помимо авторизованного приемника, имеет еще кто-то.

Квантовые вычислительные системы (рис. 1) — устройства, использующие явления квантовой суперпозиции и квантовой запутанности для передачи и обработки данных. Такие устройства оперируют кубитами (квантовыми битами), которые могут одновременно принимать значение и логического нуля, и логической единицы. Поэтому с ростом количества используемых кубитов число обрабатываемых

одновременно значений увеличивается в геометрической прогрессии.

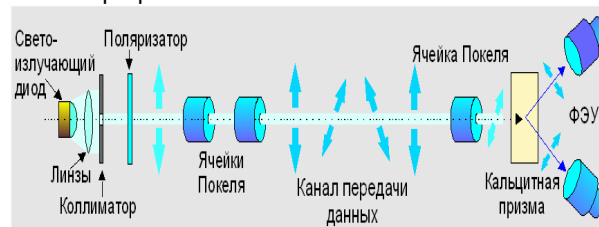


Рис. 1

Квантовый компьютер, состоящий из 30 таких кубитов превзойдет любые существующие в настоящий момент традиционные вычислительные машины. Если же представить экземпляр из 300 кубитов, то он и вовсе окажется мощнее всех существующих в мире компьютеров вместе взятых.

На данный момент ученые планируют разработать действующую модель из 10 связанных кубитов. На выполнение этой задачи он собираются потратить пять лет.

3. Заключение

На сегодняшний день уже существует опыт по созданию и апробированию компьютерной сети, защищенной квантово-криптографическими методами — единственной в мире сети, которую невозможно взломать.

4. Список литературы

- [1] Бауместер, Д. Физика Квантовой Информации / Д. Бауместер, А. Экерт, А. Цайлингер. — М. : Постмаркет, 2002. — 376 с.
- [2] Варфоломеев, А. А. Основы информационной безопасности / А. А. Варфоломеев. — М. : РУДН, 2008. — 412 с.
- [3] Quantum Science Satellite (QSS) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://spaceflight101.com/spacecraft/quantum-science-satellite/>.

QUANTUM NETWORKS. THE QUANTUM WIRELESS NETWORK SEGMENTS USAGE FOR IMPLEMENTATION OF INFORMATION SECURITY SYSTEMS

Zaitsev S. A., Vasilyeva M. V.

Scientific adviser: Zaitsev S. A.

Black Sea Higher Naval School

Named After P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — The prospects of the use of quantum cryptography are considered, the analysis of the current level of development of wireless segments of quantum systems, as well as the principles of operation are presented.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ БЕСПРОВОДНЫХ СЕГМЕНТОВ КВАНТОВЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Зайцев С. А., Лисёнкин А. В.

Научный руководитель: Зайцев С. А.

Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище им. П. С. Нахимова Россия
E-mail: alekseilisenkin@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена целесообразность использования квантовой криптографии, проведён анализ современного уровня развития квантовых систем, в том числе беспроводных сегментов, изучены принципы работы данных систем.

1. Введение

На сегодняшний день используются два метода шифрования информации: симметричное и асимметричное шифрование.

С момента массового внедрения в пользование (после создания) квантового компьютера достаточной мощности, перечисленные алгоритмы шифрования перестанут быть действенными благодаря разработанному Питером Шором квантовому алгоритму, решающему задачи факторизации и поиска дискретного логарифма.

2. Основная часть

Квантовая сеть — коммуникационная сеть, защищающая передаваемые данные с использованием фундаментальных законов квантовой механики. Она является практической реализацией квантовой криптографии.

Квантовая криптография устойчива к квантовым алгоритмам поиска ключей, так как основана на совершенно ином аспекте квантовой механики.

В настоящее время стоят задачи интегрирования систем квантовой криптографии в волоконно-оптические линии связи и создания систем передачи квантового ключа в свободном пространстве.

Недостаток первых квантовых сетей заключался в том, что они позволяли передавать данные исключительно по одному маршруту. Это является следствием самой квантовой механики — определение маршрута требует чтения фотонов, а это изменяет их, то есть информация теряется.

Для решения этой проблемы стали использовать архитектуру квантовой сети с центральным узлом. Любой сигнал в сети всегда проходит через этот узел. Сигнал до коммутатора доходит в виде фотонов и после того, как попадает в него, преобразуется в стандартный электрический сигнал. Далее коммутатор направляет этот сигнал по нужному маршруту и на выходе из коммутатора сигнал вновь преобразуется в фотоны.

В ряде стран уже существуют многоузловые квантовые сети. В России такая сеть запущена в тестовом режиме в Татарстане.

Первую наземную линию квантовой связи построили в Китае. Её протяженность составляет 260 км, и она соединяет Шанхай и Ханчжоу.

Через расположенную в Пекине станцию линия имеет выход на первый в мире квантовый спутник Мо-цзы (Quantum Science Satellite).

На спутнике были проведены эксперименты на основе технологии квантовой запутанности. Основным экспериментом являлась передача по наземному каналу сообщения, зашифрованного шифром Вернама. Параллельно через спутник осуществлял-

ся приём и передача запутанных частиц, квантовые состояния которых являлись ключами для шифра.

Квантовая запутанность заключается в том, что когда два кванта, в данном случае — фотона, формируются в одно и то же время и месте, они обладают одинаковыми волновыми функциями. И при разделении их на большое расстояние, связь между ними сохранится, а изменения одного окажут влияние на состояние другого.

Принцип создания запутанных фотонов заключается в следующем: источником потоков запутанных фотонов служит определённый нелинейный материал (например, специальный кристалл, находящийся на борту космического аппарата), на который направляется лазерный поток определённой частоты и интенсивности (рис. 1). В результате спонтанного параметрического рассеяния на выходе получаются два конуса поляризации, несущие пары фотонов в запутанном квантовом состоянии.

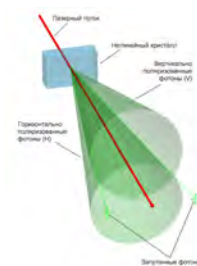


Рис. 1

3. Заключение

Несмотря на то, что технологии квантового шифрования, в том числе и квантовые сети, пока не дают выигрыша по пропускной способности, они находят применение в правительственных, военных, финансовых, энергетических и других областях, где безопасность имеет первостепенное значение.

4. Список литературы

- [1] Бауместер, Д. Физика Квантовой Информации / Д. Бауместер, А. Экерт, А. Цайлингер. — М. : Постмаркет, 2002. — 376 с.
- [2] Варфоломеев, А. А. Основы информационной безопасности / А. А. Варфоломеев. — М. : РУДН, 2008. — 412 с.
- [3] Quantum Science Satellite (QSS) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://spaceflight101.com/spacecraft/quantum-science-satellite/>.

ANALYSIS OF MODERN WIRELESS SEGMENTS OF QUANTUM-DATA TRANSFER SYSTEMS

Zaitsev S. A., Lisyonkin A. V.

Scientific adviser: Zaitsev S. A.

Black Sea Higher Naval School

Named After P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — The reasons for the using quantum cryptography have been studied; the analysis of the current level of development of quantum systems, including wireless segments, has been made; the principles of operation of these systems are studied.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОГРАММНЫХ, АППАРАТНЫХ И ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Сапожникова А. В., Долматов М. П.

Научный руководитель: канд. тех. наук, доц. Сапожникова А. В.

Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище им. П. С. Нахимова, Россия

E-mail: dolmatovmp24@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены программные, аппаратные и программно-аппаратные средства для информационной безопасности.

1. Введение

В настоящее время нередко к информационной безопасности относят противодействие широкому классу приёмов и способов информационного воздействия на абонента — от дезинформации и пропаганды до средств радиоэлектронной борьбы.

Информационное воздействие — это совокупность способов и средств таких как:

- подавление элементов инфраструктуры абонента;
- электромагнитное влияние на элементы информационных и телекоммуникационных систем;
- несанкционированный доступ к информационным ресурсам с последующей их деформацией, уничтожением или хищением;
- информационно-психологического воздействия на абонента.

2. Основная часть

В качестве основных объектов воздействия выступают:

- сети связи и информационно-вычислительные сети, используемые государственными организациями при выполнении своих управленческих функций;
- информационные и управляющие структуры банков, транспортных и промышленных предприятий;
- средства массовой информации (в первую очередь электронные).

По своему целевому назначению информационное воздействие делится на средства защиты и извлечения информации.

Средство защиты информации представляет собой системы многоуровневой компьютерной безопасности и различные системы активного противодействия информационному воздействию.

Средство извлечения информации предназначено для воздействия на систему принятия решения абонента путем поражения наиболее критичных компонентов, входящих в нее.

В соответствии со сферой своего применения информационное воздействие подразделяется на:

- информационно-техническое;
- информационно-психологическое.

В соответствии со своим целевым назначением информационное воздействие подразделяется на два типа.

Средства защиты информации решают задачи защиты при попытке извлечения информации и включают системы многоуровневой информационной безопасности и различные системы противодействия информационно-психологическому воздействию.

Таким образом, в состав средств защиты информации входят средства противодействия и нейтрализации информационному воздействию. Средства извлечения информации решают задачи воздействия на систему принятия решения абонента путем поражения наиболее критичных ее компонентов (как в технической, так и психологической сферах).

3. Заключение

Стремительные темпы развития компьютеризации и информатизации общества неизбежно ведут к созданию единого мирового информационного пространства, в котором будут аккумулированы все средства сбора, накопления, обработки, обмена и хранения информацией.

4. Список литературы

- [1] Информационное оружие, его классификация и возможности. Объекты информационной войны в военное и мирное время [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/4431320/page:10>.
- [2] Информационное оружие в технической сфере: терминология, классификация, примеры [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnoe-oruzhie-v-tehnicheskoy-sfere-terminologiya-klassifikatsiya-primery>.

CLASSIFICATION OF SOFTWARE, HARDWARE AND COMPLEXED MEANS FOR INFORMATION SECURITY

Sapozhnikova A. V., Dolmatov M. P.
Scientific adviser: Sapozhnikova A. V.
*Black Sea Higher Naval School
Named After P. S. Nakhimov, Russia*

Abstract — Software, hardware, and complexed means are considered for information security.

ВИРУСЫ ШИФРОВАЛЬЩИКИ

Склярук В. Л., Долматов М. П., Ярмош К. А.

Научный руководитель: Склярук В. Л.

Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище им. П. С. Нахимова, Россия

E-mail: yarmoshk@mail.ru, dolmatovmp24@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены вирусы шифровальщики и способы борьбы с ними.

1. Введение

Защищённость персональных данных — это задача, которая с развитием информационных технологий становится всё актуальнее. Например, разработчик операционных систем уверяют в защищённости своего продукта, а в них регулярно находят уязвимости. Многие уязвимости используются при создании вирусов. Остановимся на вирусах шифровальщиках уже прошумевших на весь мир.

2. Основная часть

WannaCry (WannaCrypt WCry) — вредоносная программа, сетевой червь и программа-вымогатель денежных средств, поражающая только компьютеры под управлением операционной системы Microsoft Windows. Программа шифрует почти все хранящиеся на компьютере файлы и требует денежный выкуп за их расшифровку. Её массовое распространение началось 12 мая 2017 года — одними из первых были атакованы компьютеры в Испании, а затем и в других странах. Среди них по количеству заражений лидируют Россия, Украина и Индия. В общей сложности, от червя пострадало более 500 тысяч компьютеров, принадлежащих частным лицам, коммерческим организациям и правительственным учреждениям, в более чем 150 странах мира.

Не успела утихнуть шумиха с вирусом WannaCry, как появилась новая волна шифровальщика — вирус Petya.

Данный вирус сейчас в основном распространяется по Украине и России, и в основном поражает компьютеры фирм, но и личные ПК могут быть под угрозой. Данный вирус шифрует файлы на ПК и требует за расшифровку биткойны, равные сумме 300\$.

Схему распространения Petya похожа на WanaCrypt0r 2.0 (WannaCry) — вирусом, поразившим сотни тысяч компьютеров по всему миру в мае. Троян блокировал доступ к файлам до тех пор, пока жертва не заплатит выкуп. По оценкам экспертов, вирус поразил свыше 300 тысяч Windows-компьютеров через «дыру» в сервере SMB. Менее чем за 72 часа от него пострадали системы в 150 странах.

Шифровальщик теперь распространяется посредством SMB и эксплойта, очень похожего на ETERNALBLUE. Эту информацию подтверждают специалисты Payload Security, Avira, Emsisoft, Bitdefender, Symantec и другие.

Кроме того, вымогатель также распространяется и посредством почтового спама, скрываясь внутри вредоносных документов Office и эксплуатируя уязвимость CVE-2017-0199 в Office RTF. В отличие от WannaCry, Petya не имеет встроенного «рубильника».

Программы-вымогатели останутся ключевой составляющей ландшафта киберугроз в 2018 году, уже доказав свою успешность. Их семейство будет расти, а фокус хакеров сместится на мобильные устрой-

ства.

Все больше будет направленных атак программ-вымогателей, в рамках которых будут подвержены опасности отдельные предприятия, чье руководство будет вынуждено выплачивать огромный выкуп.

3. Заключение

Данные уязвимости могут исправить только разработчики операционной системы, или разработчики антивирусных программ.

Можно предложить несколько вариантов решения этой проблемы.

1) Пользоваться антивирусом!

2) Не скачивать посторонние программы и файлы. Проверять файлы антивирусным программным обеспечением.

3) Рациональное мышление — маловероятно, что кто-то присылает вам «Жалобу из налоговой» в формате zip-архива или exe-файла.

4) Не переходить по сторонним подозрительным ссылкам, в том числе, из соцсетей, в особенности если они поступили от неизвестных вам пользователей. А лучше — вообще игнорировать сообщения неизвестных вам аккаунтов.

5) Обновлять операционные системы, браузеры и антивирусное программное обеспечение до последних версий.

6) Заблокировать порты в Бренмауэре Windows.

4. Список литературы

- [1] Шифровальщик «Петя» спровоцировал новую вымогательскую эпидемию [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://xakep.ru/2017/06/27/petya-outbreak/>.
- [2] Вирус Петя Petya. Новый вирус-шифровальщик 2017. Что делать? [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://sysadmin-note.ru/virus-petya-petya-kak-byt/>.
- [3] WannaCry [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/WannaCry>.

CRYPTOGRAPHIC VIRUSES

Sklyaruk V. L., Dolmatov M. P., Yarmosh K. A.

Scientific adviser: Sklyaruk V. L.

Black Sea Higher Naval School

Named After P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — Cryptographic viruses and ways to combat them are considered.

ОБНАРУЖЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ АТАК НА КРИТИЧЕСКИ ВАЖНУЮ ИНФОРМАЦИОННУЮ СИСТЕМУ И ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ КОМПЬЮТЕРНОМУ НАПАДЕНИЮ

Сапожникова А. В., Соболева Е. С.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Сапожникова А. В.

Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище им. П. С. Нахимова, Россия
E-mail: ekaterina161196@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрены методы обнаружения и противодействия компьютерным атакам на критически важную информационную систему (КВИС). Выбран комбинированный метод обнаружения компьютерных на КВИС.

1. Введение

Обнаружение компьютерных атак на КВИС является одной из задач, решение которой позволяет повысить защищенность КВИС в процессе их функционирования и развития.

Компьютерная атака — целенаправленное воздействие программных и (или) программно-аппаратных средств на объекты критической информационной инфраструктуры, сети электросвязи, используемые для организации взаимодействия таких объектов, в целях нарушения и (или) прекращения их функционирования и (или) создания угрозы безопасности обрабатываемой такими объектами информации.

2. Основная часть

Методы обнаружения и анализа компьютерных атак подразделяются на:

- методы анализа сигнатур,
- методы обнаружения аномальных отклонений.

Классификация методов и моделей обнаружения и анализа компьютерных атак приведена на рис 1.



Рис. 1

Методы анализа сигнатур предназначены для обнаружения известных атак и основаны на контроле программ и данных в информационной системе.

Исходными данными для применения методов служат сведения из системных журналов общего и специального программного обеспечения, баз данных.

Методы обнаружения аномальных отклонений предназначены для обнаружения неизвестных атак. Принцип их действия состоит в том, что выявляется аномальное поведение КВИС, отличное от типичного и на основании этого факта принимается решение о возможном наличии атаки.

Для эффективного решения задач противодействия компьютерным атакам на КВИС разработана структура методов и моделей противодействия компьютерным атакам.

Наиболее подробно рассмотрим комбинированный метод обнаружения компьютерных атак на критически важную информационную систему. Он основан на определении совокупности функций обнаружения компьютерных атак — сигнатурного анализа, выявления аномалий и функционального анализа, проверяемых по комплексу условий расхождения с типовым технологическим центром управления сбора, обработки и передачи.

Последовательность реализации комбинированного метода обнаружения компьютерных атак на КВИС приведена на рис 2.



Рис. 2

3. Заключение

Таким образом, комбинированный метод обнаружения компьютерных атак на КВИС на основе оценки пороговых значений, времени выполнения ТЦУ и объемов поступающей информации КВИС, функционального контроля, технологического шаблона и сигнатурного анализа позволяет сформировать условия для обнаружения известных и неизвестных атак.

4. Список литературы

- [1] Климов, С. М. Противодействие компьютерным атакам. Методические основы / С. М. Климов, М. П. Сычёв, А. В. Астрахов. — М., 2009. — 109 с.
- [2] Шикин, Е. В. Математические методы и модели в управлении : учеб. пособ. / Е. В. Шикин, А. Г. Чхартишвили ; 3-е изд. — М. : Дело, 2004. — 440 с.

DETECTION OF COMPUTER ATTACKS ON A CRITICAL INFORMATION SYSTEM AND COUNTERACTION TO A COMPUTER ATTACK

Sapozhnikova A. V., Soboleva E. S.
Scientific adviser: Sapozhnikova A. V.
Black Sea Higher Naval School
Named After P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — The methods of detection and counteraction to computer attacks on a critical information system (KVIS) are considered. A combined method for detecting computers on KVIS was chosen.

БИОМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ И АУТЕНТИФИКАЦИЯ

Склярук В. Л., Брастовский Д. Д.

Научный руководитель: Склярук В. Л.

Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище им. П. С. Нахимова, Россия

E-mail: danja2806@gmail.com

Аннотация — Рассмотрены основные методы идентификации, аутентификации пользователя на основе предоставленных им биометрических данных. Представлены современные и перспективные методы защиты информации с помощью биометрических параметров.

1. Введение

В современном мире информационная безопасность с каждым днем сталкивается с новыми проблемами. Это не только различные компьютерные вирусы и различное шпионское программное обеспечение (ПО), но и небрежное отношение сотрудников к пропускам, логинам и паролям, и другим средствам идентификации/аутентификации. Одна из задач информационной безопасности состоит в том, чтобы данные учетных записей не были получены злоумышленником. Средства защиты, использующие биометрические данные, являются одним из перспективных направлений в данной области.

2. Основная часть

На данный момент существует огромное количество биометрических параметров, по которым могут быть опознаны пользователи, начиная от отпечатка пальца заканчивая манерой печати на клавиатуре и мозговой активностью пользователя. На данный момент существует два основных критерия измеряющих надежность биометрической системы. False Acceptance Rate (FAR) и False Rejection Rate (FRR). FAR-коэффициент ложного пропуска, FRR-коэффициент ложного отказа. Обе характеристики получают расчетным путем на основе методов математической статистики, чем ниже эти показатели, тем точнее распознавание объекта.

Самые популярные методы биометрической идентификации средних значений FAR и FRR показаны в таблице 1.

Таблица 1

Биометрическая СКУД использует	FAR	FRR
Отпечаток пальца	0,001%	0,6%
Распознавание лица в 2D	0,1%	2,5%
Распознавание лица в 3D	0,0005%	0,1%
Радужная оболочка глаза	0,00001%	0,016%
Сетчатка глаза	0,0001%	0,4%
Рисунок вен	0,0008%	0,01%

Также при разработке следует учитывать кроме обычных факторов (стоимость, надежность, скорость обработки) еще один важный фактор неизменность биометрического параметра.

Доступность СКУД использующих тот или иной метод биометрической аутентификации, зависит от их распространенности в целом. И, конечно специфика российского рынка накладывает свои ограничения. Сравнение доступности методов биометрической аутентификации в России показаны в таблице 2.

Таблица 2

Биометрическая СКУД использует:	Доступность на российском рынке
Отпечаток пальца	Высокая
Распознавание лица 2D	Средняя
Распознавание лица 2D	Средняя
Радужная оболочка глаза	Низкая
Сетчатка глаза	Низкая
Рисунок вен	Высокая

Количество видов биометрической аутентификации открывает огромные просторы для применения данной технологии, например, на данный момент, ведутся разработки метода по биометрическому распознаванию на основе когнитивных событий.

3. Заключение

Таким образом, системы биометрической аутентификации являются наиболее перспективными в сфере защиты данных от НСД. Это обусловлено сложностью и даже невозможностью в некоторых случаях подделки предоставляемых данных.

Однако у данной технологии на данной момент существуют и недостатки начиная от цены и заканчивая низким количеством отечественных производителей оборудования.

4. Список литературы

- [1] Биометрическая идентификация [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.techportal.ru/glossary/biometricheskaya_identifikaciya.html.
- [2] Петрова, Т. Б. Биометрия. Болезни роста / Т. Б. Петрова // Журнал «Information Security». — 2016. — № 4. — С. 52 — 53.

BIOMETRICAL IDENTIFICATION AND AUTHENTICATION

Sklyaruk V. L., Brastovskiy D. D.

Scientific adviser: Sklyaruk V. L.

Black Sea Higher Naval School

Named After P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — The basic methods of identification and user authentication, based on biometric data provided by him, have been observed. Modern and perspective methods of information protection with the help of biometric parameters have been presented.

ОСНОВНОЙ АЛГОРИТМ ЭЛЕКТРОННОЙ ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ

Склярук В. Л., Свириденко Л. В.
Научный руководитель: Склярук В. Л.

Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище им. П. С. Нахимова, Россия
E-mail: sviridenkolilya99@mail.ru

Аннотация — Рассматривается протокол электронной цифровой подписи (ЭЦП), протокол Диффи-Хеллмана и основная схема получения электронной подписи.

1. Введение

Существует такой тип протокола аутентификации, как протокол электронной подписи. Он обеспечивает аутентификацию сообщений, т. е. гарантирует, что сообщения поступают от достоверного отправителя и в неискаженном виде. Более того, целостность здесь понимается в расширенном смысле: получатель сообщения не только убеждается в его достоверности, но и получает электронную подпись, которую в дальнейшем может использовать как доказательство достоверности сообщения третьим лицам (техническому эксперту) в том случае, если отправитель впоследствии попытается отказаться от своей подписи. Какова должна быть информация о подписывающем? Наиболее широко используется серия и номер паспорта, так как эта информация уникальна и по ней легко распознать человека.

2. Основная часть

Для цифровых подписей используется отдельный алгоритм, который не подходит для шифрования — протокол Диффи-Хеллмана — криптографический протокол, позволяющий двум и более сторонам получить общий секретный ключ, используя незащищенный от прослушивания канал связи.

Основной протокол прост:

- 1) Алиса, имея закрытый ключ, шифрует документ, таким образом, подписывая его;
- 2) Алиса посылает данный документ Бобу;
- 3) Боб расшифровывает документ своим открытым ключом Алисы, таким образом, проверяя подпись.

Если Боб не смог осуществить 3-ий этап, значит подпись неправильная.

В общем виде, электронно-цифровая подпись представляет собой зашифрованный результат хэш-функции.

Хэширование (англ. hashing) — преобразование массива входных данных произвольной длины в (выходную) битовую строку фиксированной длины, выполняемое определённым алгоритмом.

Механизм получения ЭЦП:

предположим, что мы имеем сообщение M , открытый ключ K , закрытый ключ k и функцию $f()$ с обратной ей $F()$. Функция хэширования — $H()$.

Подписание происходит следующим образом: для данных вычисляется значение хэш-функции

$$h = H(M),$$

затем это значение шифруется с помощью закрытого ключа

$$s = f(h, k).$$

Значение s и является ЭЦП для сообщения M .

Проверка ЭЦП: вычисляется значение хэша для сообщения

$$h = H(M),$$

после чего с помощью открытого ключа расшифровывается значение s

$$h' = F(s, K).$$

Если выполняется условие $h' = h$, то подпись верна. В противном случае, возможно 2 варианта:

- 1) использовался неверный открытый ключ (авторство не определено);
- 2) сообщение было искажено.

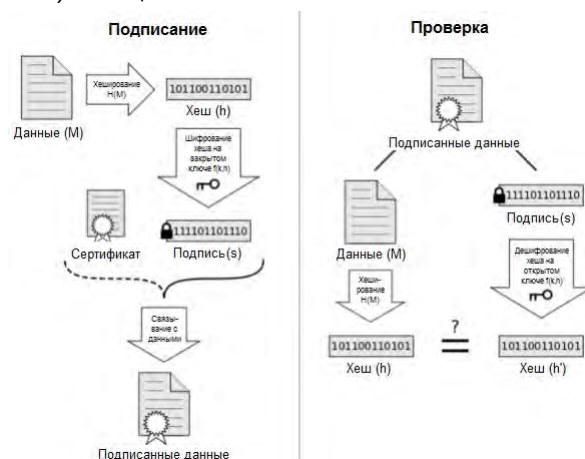


Рис. 1

3. Заключение

В настоящее время ЭЦП активно используют при работе через Интернет в банковской сфере, при получении госуслуг, договоренности партнеров, исполнении обязательств и т. д.

Подделать электронно-цифровую подпись практически невозможно, даже если знать открытый ключ. Отсюда, подписанные сообщения можно безопасно пересылать по открытым каналам связи. То есть, это безопасный, простой и удобный в использовании протокол аутентификации.

4. Список литературы

- [1] Яценко, В. В. Введение в криптографию / В. В. Яценко ; 4-е изд. — М. : МЦНМО, 2012. — 348 с.
- [2] Овчинников, В. Электронная подпись сообщений [Электронный ресурс] / В. Овчинников. — Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/97283>.
- [3] Шнайер, Б. Прикладная криптография : Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке Си / Б. Шнайер; 2-е изд. — М. : Диалектика, 2003. — 610 с.

THE BASIC ALGORITHM OF ELECTRONIC DIGITAL SIGNATURE

Sklyaruk V. L., Sviridenko L. V.
Scientific adviser: Sklyaruk V. L.
Black Sea Higher Naval School
Named After P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — The protocol of electronic digital signature (EDS), the Diffie-Hellman protocol and the main scheme for obtaining an electronic signature are considered.

АНАЛИЗ ПРИНЦИПОВ РАЗГРАНИЧЕНИЯ ПРАВ ДОСТУПА В POSTGRESQL

Калита А. О., Куртаметов Э. С.

Научный руководитель: Калита А. О.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: emilkurtametov@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены методы разграничения доступа пользователя базы данных и её защита в PostgreSQL.

1. Введение

В управлении базами данных используются методы защиты информации. Одним из способов реализации защиты является разграничение прав доступа и политика безопасности на уровне строк. Преимуществом разграничения прав доступа является определение прав доступа пользователя к информации. В докладе приводятся методы разграничения прав доступа и для дополнительной защиты используется Row-Level Security.

2. Основная часть

Команда GRANT имеет две основные разновидности: первая назначает права для доступа к объектам баз данных (таблицам, столбцам, представлениям, сторонним таблицам, последовательностям, базам данных, обёрткам сторонних данных, сторонним серверам, функциям, процедурным языкам, схемам или табличным пространствам), а вторая назначает роли членами других. Если назначить право доступа к объекту (с помощью GRANT) попытается пользователь, не имеющий никаких прав к этому объекту, команда завершится ошибкой. Если же пользователь имеет какие-то права, команда будет выполняться, но пользователь сможет давать другим только те права, которые даны ему с правом передачи.

GRANT для объектов баз данных даёт одной или нескольким ролям определённые права для доступа к объекту базы данных. Эти права добавляются к списку имеющихся, если роль уже наделена какими-то правами.

1. GRANT для ролей включает роль в члены одной или нескольких других ролей. Членство в ролях играет важную роль, так как права, данные роли, распространяются и на всех её членов.

2. Если назначить право доступа к объекту (с помощью GRANT) попытается пользователь, не имеющий никаких прав к этому объекту, команда завершится ошибкой. Если же пользователь имеет какие-то права, команда будет выполняться, но пользователь сможет давать другим только те права, которые даны ему с правом передачи.

На уровне таблиц можно определить политики защиты строк, ограничивающие для пользователей наборы строк, которые могут быть возвращены обычными запросами или добавлены, изменены и удалены командами, изменяющими данные. Когда для таблицы включается защита строк, все обычные запросы к таблице на выборку или модификацию строк должны разрешаться политикой защиты строк. Если политика для таблицы не определена, применяется политика запрета по умолчанию, так что никакие строки в этой таблице нельзя увидеть или мо-

дифицировать. Политики защиты строк могут применяться к определённым командам и/или ролям. Чтобы определить, какие строки будут видимыми или могут изменяться в таблице, для политики задаётся выражение, возвращающее логический результат. Это выражение будет вычисляться для каждой строки перед другими условиями или функциями, поступающими из запроса пользователя. Данное правило не распространяется на герметичные функции, которые гарантированно не допускают утечки информации; оптимизатор может решить выполнить эти функции до проверок защиты строк. Неотъемлемое право включать или отключать защиту строк, а также определять политики для таблицы, имеет только её владелец.

3. Заключение

Таким образом защита базы данных обеспечивается при помощи встроенных функций СУБД, которые разграничивают права пользователя в информационной системе, для защиты от обхода разграничения доступа используется политика защиты строк. Политика защиты строк обеспечивает защиту информации от нарушения её конфиденциальности путем блокировки запросов на общий вид таблицы или от вывода определенной строки таблицы.

4. Список литературы

- [1] Документация к PostgreSQL / The PostgreSQL Global Development Group, 2018. — С. 1590 — 1595.
- [2] Документация к PostgreSQL / The PostgreSQL Global Development Group, 2018. — С. 60 — 65.

ANALYSIS OF PRINCIPLES ACCESS RIGHTS IN POSTGRESQL

Kalita A. O., Kurtametov E. S.

Scientific adviser: Kalita A. O.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — Methods for differentiation of user database access and its protection in PostgreSQL are considered.

ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ СБОРА ДАННЫХ

Гимпилевич Ю. Б., Вертегел В. В., Лукьянчиков А. В., Никифоров С. М., Мальцев Р. В.,
Байрамуков А. А., Скорик И. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: alim.bayr@gmail.com

Аннотация — Рассмотрен принцип работы, особенности и практическое приложение упрощенного алгоритма обеспечения безопасности для распределенной системы сбора данных.

1. Введение

В настоящее время распределенные системы сбора данных строятся с использованием технологии «интернета вещей». В этой технологии используется клиент-серверная структура. Состоит такая система из сервера и множества клиентов. Чтобы проверить актуальность данных и что данные пришли именно от авторизованного клиента используются специальные алгоритмы авторизации. Однако эти алгоритмы достаточно сложные для реализации в устройствах с малым количеством ресурсов памяти и процессорного времени (например, *Arduino*). Поэтому актуальной становится задача разработки упрощенного алгоритма авторизации для реализации в распределенной системе сбора данных.

2. Основная часть

В общем виде распределенная система сбора данных представляет собой клиентскую и серверную части, соединение между которыми осуществляется посредством мобильной сети Интернет. На стороне клиента идет сбор, обработка, подготовка и отправка данных. Сервер принимает данные, систематизирует их и представляет пользователю в удобном виде. Укрупненная структурная схема системы изображена на рис. 1.

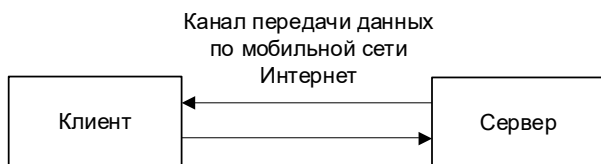


Рис. 1

Основной интерес представляет алгоритм защищенной авторизации, реализуемый в рассматриваемой системе. Блок-схема алгоритма изображена на рис. 2.

В самом начале клиент и сервер должны получить IP-адрес в сети Интернет мобильного оператора связи. После успешного подключения к сети Интернет клиент отправляет на сервер логин, одновременно клиент запрашивает секретное число «N». Сервер формирует ответ, содержащий секретное число «N», но не в явном виде, а скомпонованный, согласно внутреннему алгоритму, с «маркерами», что не позволяет получить число «N» в явном виде несанкционированно. Также сервер устанавливает «время жизни» секретного числа, которое определяет продолжительность действия канала связи.

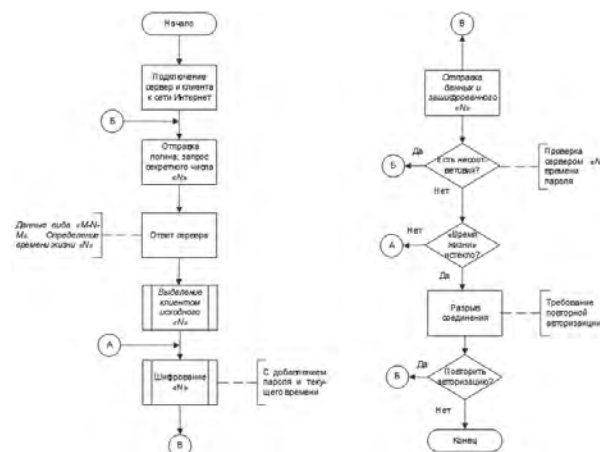


Рис. 2

На стороне клиента по алгоритму происходит «выделение» секретного числа из всего пакета полученных данных. Затем происходит шифрование числа «N», в ходе которой к исходному числу добавляется пароль и текущее время. Вместе с зашифрованным числом отправляются данные, содержащие технические параметры объекта, а также время. При получении пакета данных, сервер дешифрует и сверяет «N», время, а также пароль. Если в ходе проверки будет обнаружено хотя бы одно несоответствие, сервер возвращает клиенту статус «не авторизован» и процесс авторизации повторяется заново.

До тех пор, пока не истечет «времени жизни» секретного числа канал передачи данных активен и сервер принимает данные от клиента. По истечении «времени жизни» сервер отправляет клиенту требование о повторной авторизации.

3. Заключение

Таким образом, разработан упрощенный алгоритм проверки подлинности клиентов при передаче данных в распределенной системе сбора данных.

FEATURES OF THE SECURITY FOR DISTRIBUTED DATA COLLECTION SYSTEM

Gimpilevich Yu. B., Vertegel V. V., Lukianchikov A. V.,
Nikiforov S. M., Maltsev R. V., Bairamukov A. A.,
Skorik I. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The operation principle, features and the practical application of the simplified security algorithm for the distributed data collection system are considered.

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ В ВОЕННО-МОРСКИХ СИЛАХ РФ

Афонин И. Л., Максимовская Н. Л., Коваленко Д. В.

Научные руководители: д-р тех. наук, проф. Афонин И. Л., Максимовская Н. Л.

Севастопольский государственный университет, Россия

Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище им. П. С. Нахимова, Россия

E-mail: natalya.maximovskaya@yandex.ru

Аннотация — Развитие новых информационных средств привело к тому, что информационная безопасность не только становится обязательной, она еще и одна из характеристик ИС. В последние годы глобальный характер приобрела информатизация в военно-морских силах РФ. Научно-технический процесс, в основе которого лежат создание, развитие и массовое применение информационных средств и технологий во всех сферах деятельности военных сил вооружения значительно повышает эффективность военных действий.

1. Введение

Путь к информационному обществу ведёт через начавшуюся в 70-х гг. прошлого столетия информатизацию, которая в последние годы приобрела глобальный характер, охватив не только все развитые государства, но и многие развивающиеся страны. В ходе информатизации должны быть сформированы информационные ресурсы, призванные создать оптимальные условия для удовлетворения информационных потребностей и реализации прав военных сил, органов государственной власти и общественных объединений.

2. Основная часть

Научным фундаментом информатизации является информатика — комплексное научное направление, имеющее междисциплинарный характер и изучающее общие свойства информации и информационных процессов, а также методы и способы рациональной организации этих процессов с использованием средств вычислительной техники и связи в различных военных силах РФ.

В качестве объекта информатизации можно рассматривать военно-морские силы РФ.

Информатизация была отмечена в первую очередь в странах Запада и США, а также в Японии (60-80-е годы XX века). Производству требовалось информационное обслуживание, направленное на обработку большого количества информации. В основу условий политической информатизации заложено обеспечение информационной безопасности общества и государства, создание эффективной системы обеспечения прав военных сил РФ. Требуется обеспечить противодействие. Защита локальных сетей от внедрения шпионских программ противника. Невозможность утечки секретной информации — бесконтрольный выход за пределы организации или круга лиц, которым она была доверена.

Технически каналы утечки информации — физический путь от источника информации к злоумышленнику, посредством которого может быть осуществлен несанкционированный доступ к охраняемым сведениям.

Именно поэтому Вооружённые Силы стали защищать эти каналы. В силу сложившихся политических и социально-экономических условий Российская Федерация продолжает придерживаться военной доктрины оборонительного характера и ориентируется в строительстве Вооружённых Сил на качественные параметры в отношении техники, так и личного состава. Это требует поиска новых путей поддержания обороноспособности страны, одним из которых является информатизация. Информатизация Вооружённых Сил — это организованный процесс создания, внедрения и применения в различных об-

ластях их деятельности в мирное и военное время методов и средств сбора, передачи, переработки, хранения и использования информации в целях повышения эффективности деятельности Вооружённых Сил и удовлетворения информационных потребностей должностных лиц органов военного управления на основе формирования и использования информационных ресурсов.

3. Заключение

Актуальность информатизации ВС РФ в немалой степени обусловлена, с одной стороны, повышением требований к качественным параметрам и боевой готовности войск в условиях их сокращения, а с другой — отставанием в развитии и использовании средств информатизации от уровня вооружённых сил ведущих зарубежных государств. Доля средств вычислительной техники в валовом общественном продукте составляет 0,3%, объем производства средств информатики не превышает 10% от уровня США, а программных продуктов — 5%. Значительное отставание имеется и в создании локальных и региональных вычислительных сетей.

Война в Персидском заливе и вооруженный конфликт в Югославии показали, что технологическое превосходство, основанное на широком применении в системах управления войсками и оружием новых информационных технологий, способно свести на нет количественный перевес другой стороны в группировке войск и обычных вооружениях. Высокая степень автоматизации управления войсками за счет широкого применения автоматизированных систем управления (АСУ) и автоматизированных информационных систем различного целевого назначения, которые в большинстве своем сопрягались как между собой, так и с глобальной системой оперативного управления ВС США, использование всех видов связи (преимущественно спутниковой) обеспечивали оперативный сбор, обработку и доведение информации до потребителей.

4. Список литературы

- [1] Цирлов, В. Л. Основы информационной безопасности автоматизированных систем / В. Л. Цирлов. — М.: Изд-во Феникс 2008. — 173 с.
- [2] Данчула, А. Н. Информатика: учебник / А. Н. Данчула. — М.: Изд-во РАГС, 2004. — 528 с.

INFORMATIZATION IN THE NAVAL FORCES OF THE RUSSIAN FEDERATION

Afonin I. L., Maksimovskaya N. I., Kovalenko D. B.

Scientific adviser: Afonin I. L., Maksimovskaya N. I.

Sevastopol State University, Russia

Black Sea Higher Naval School

Named After P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — The progress of new informational means leads to importance of information security, which are not only obliging, but one of the characteristics of information systems. In recent years, the information security in Naval Forces of Russian Federation has an all-consuming character. Scientific and technical process, which is based on the creation, development and mass use of information tools and technologies in all areas of the military forces of weapons, significantly increases the effectiveness of military operations.

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА «ФИГУРЫ» ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ

Кудрявченко И. В., Карлусов В. Ю., Павленко Р. Г.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Кудрявченко И. В.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: inform_kaf@mail.ru

Аннотация — Обсуждаются возможности применения алгоритма перемешивания «Фигуры» для генерации псевдослучайных чисел.

1. Введение

Доклад посвящен оценке параметров генератора псевдослучайных чисел (ГПСЧ) на основе алгоритма перемешивания «Фигуры» [1].

В докладе рассматриваются:

- примеры построения алгоритма при различных размерах исходной матрицы;
- применение в качестве элементов матрицы ссылок на фрагменты/паттерны бинарных последовательностей, получаемых на основе заданного открытого текста или формируемых с помощью заданного ГСЧП;
- оценки мощности множества реализуемых вариантов псевдослучайных последовательностей при заданных формате ключа и организации ссылок и длины периода ГСЧП в зависимости от размера исходной матрицы и ограничений на длину паттернов.

2. Основная часть

Суть алгоритма «Фигуры» сводится к представлению пронумерованных ячеек словаря в виде квадратной матрицы с общим числом ячеек $M = (2k)^2$ где $k = 2, 3, \dots, N$ с последующим разделением элементов матрицы на слои (подмножества), которые в случае квадратной матрицы могут быть топологически представлены как окружности, объединяющие соответствующие элементы исходной матрицы. При этом первый слой содержит $N_1 = 2^2$, второй — $N_2 = 4^2 - N_1$, а i -й — $N_i = (2i)^2 - N_{i-1}$ элементов матрицы. Далее осуществляется разбиение каждого слоя на тетрады с последующей их конкатенацией в вектор-строку R , элементы которого затем переставляются в зависимости от их принадлежности к тому или иному слою. Ясно, что общее число различных перестановок в данной задаче может составлять $M!$.

Ранее рассматривались возможности применения алгоритма «Фигуры» для кодирования текстов и основное внимание обращалось на равномерное перемешивание элементов матрицы с целью последующего выравнивания статистических параметров закодированного текста [2]. Качественно это оценивалось на основании модели «соль-перец», в соответствии с которой до перемешивания были выделены цветом элементы верхней и нижней половин матрицы. Считалось, что хорошей перестановкой элементов вектора-строки R является такая перестановка P_i ($i = 1, 2, \dots, L$) при которой матрица, составленная по R , становилась визуально равномерно окрашенной. Это имело значение для случая, когда в каждой ячейке матрицы хранилось слово минимальной длины (один символ словаря), используемое при кодировании. Очевидно, что мощность L множества «хороших» в указанном смысле перестановок P_i , существенно меньше $M!$. Однако, в общем случае, такое ограничение не является обязательным, так как номера ячеек матрицы могут рассматриваться как ссылки на некоторые бинарные последовательности. Данные последовательности могут являться как фрагментами открытого текста, закодированными без избыточного кода, так и фрагментами псевдослучайных последовательностей, генерируемых с помощью известных ГСЧП. Таким образом, криптографическая стойкость ГСЧП и его период определяются не только качеством перемешивания элементов исходной матрицы, но, в не меньшей степени, удачным выбором исходного открытого текста и стратегией его фрагментации. Рассмотрим, например простейший случай, когда длины фрагментов одинаковы и составляют b байт, а после каждого обхода элементов вектора-строки R осуществляется очередное его перемешивание и циклический сдвиг. При учете того обстоятельства, что увеличение длины ключа на один бит приводит к удвоению числа вариантов, длина периода рассматриваемого ГСЧП может быть оценена величиной порядка $b \cdot K^2 \cdot M \cdot M!$ байт, где K — число бит ключа.

3. Заключение

Рассмотренные в докладе возможности применения алгоритма «Фигуры» для построения ГСЧП позволяют получить программную реализацию генератора, которая, благодаря гибким настройкам, может вырабатывать псевдослучайные числовые последовательности с практически неограниченным периодом и быть использована в качестве источника псевдослучайных чисел в различных методах поточного шифрования [3].

4. Список литературы

- [1] Кудрявченко, И. В. Исследование алгоритма перемешивания для генерации случайных числовых последовательностей / И. В. Кудрявченко, В. В. Кудрявченко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2005. — Ч. 2. — № 5. — С. 108 — 110.
- [2] Кудрявченко, И. В. Метод кодирования текстовых сообщений на основе алгоритмов перемешивания / И. В. Кудрявченко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2005. — Ч. 2. — № 6. — С. 122 — 124.
- [3] Кудрявченко, И. В. Дополнительные возможности применения случайных числовых последовательностей для шифрования данных / И. В. Кудрявченко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2006. — Ч. 2. — № 1. — С. 148 — 150.

"FIGURES" ALGORITHM APPLICATION FOR PSEUDO-RANDOM NUMBERS GENERATION

Kudryavchenko I. V., Karlusov V. Yu., Pavlenko R. G.
 Scientific adviser: Kudryavchenko I. V.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The possibilities of using the "Figures" mixing algorithm for pseudo-random numbers generating are discussed.

МЕТОД ШИФРОВАНИЯ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ЧИСЛОВЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

Кудрявченко И. В., Карлусов В. Ю., Герасимчук К. В.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Кудрявченко И. В.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: inform_kaf@mail.ru

Аннотация — Рассматривается метод комбинированного шифрования данных, основанный на применении различных методов шифрования к фрагментам открытого текста. Фрагментация текста и выбор текущего метода шифрования осуществляется на основании бинарной последовательности, задаваемой генератором псевдослучайных чисел.

1. Введение

Современные методы блочного шифрования основаны на многократном применении сравнительно простых математических операций над фрагментами открытого текста и секретного ключа по заранее установленным известным правилам. Криптографическая стойкость применяемых алгоритмов обеспечивается вычислительной сложностью задачи подбора ключа, которая связана с мощностью ключевого пространства. В потоковых методах шифрования обычно используются псевдослучайные числовые последовательности, называемые гаммой шифра, вырабатываемые генераторами псевдослучайных чисел (ГПСЧ). В этом случае криптографическую стойкость алгоритмов шифрования обеспечивает ГПСЧ [1].

2. Основная часть

В работе рассматривается метод шифрования данных, объединяющий основные идеи блочных и потоковых методов, а также полиалфавитного шифрования. Суть предлагаемого метода сводится к псевдослучайному выбору текущего алгоритма шифрования из заданного множества и его применению к фрагменту открытого текста. Фрагментация открытого текста осуществляется на основании принятых настроек, которые определяются форматом управляющего слова. Другим параметром управляющего слова является номер метода шифрования M_i , который соответствует элементу из множества доступных методов шифрования M ($M_i \in M$). Секретный ключ K задает настройки ГСЧП, а также кодировку параметров применяемых методов шифрования (смещения, коэффициента кратности, номера метода M_i и др.)

Для проверки правильности работы предлагаемого метода был рассмотрен вариант построения двумерного шифра, в котором использовались: метод шифрования данных со вставкой элементов открытого текста в маскирующую последовательность ($M1$) и метод шифрования данных с генерацией кодов кратности временных интервалов ($M2$) [2].

Корректность метода подтверждается тестовыми примерами, составленными на основе сообщений, записанных на кириллице и закодированных восьмибитным ASCII-кодом. Для генерации псевдослучайных последовательностей был применен алгоритм «Фигуры» в сочетании с генератором СЛЧИС Excel [3]. Формат управляющего слова, генерируемого ГСЧП, позволяет:

— осуществлять фрагментацию текста на блоки длиной от одного до восьми символов;

— выполнять смещение элементов двоичной исходной последовательности на расстояние до трех элементов в методе $M1$;

— задавать коэффициент кратности временных интервалов от одного до четырех в методе $M2$.

3. Заключение

Полученные авторами результаты исследований рассматриваемого метода позволяют сделать следующие выводы.

1. Метод является корректным. Для легального пользователя задачи зашифрования и расшифрования сообщений с вычислительной точки зрения обременяют одинаковой трудоемкостью.

2. Имеются возможности существенного повышения криптостойкости за счет увеличения мощности множества M доступных методов шифрования и комбинирования программных и аппаратно-программных модулей для его реализации, а также применения стандартных ГПСЧ в сочетании с алгоритмом «Фигуры».

3. Достоинством метода является нелинейный характер кодирования символов открытого текста, что существенно затрудняет частотный криптоанализ: одинаковым символам открытого текста соответствуют различные символы шифротекста и, наоборот.

4. Другой особенностью метода является увеличение объема шифротекста по сравнению с объемом открытого текста (в 2—3 раза, в зависимости от заданного формата управляющего слова), что делает неэффективными методы криптоанализа, применяемые для полиалфавитных шифров [1].

4. Список литературы

- [1] Шнайер, Б. Секреты и ложь: безопасность в цифровом мире. Прикладная криптография / Б. Шнайер. — СПб. : Изд-во «Питер», 2003. — 368 с.
- [2] Кудрявченко, И. В. Дополнительные возможности применения случайных числовых последовательностей для шифрования данных/ И. В. Кудрявченко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2006. — Ч. 2. — № 1. — С. 148 — 150.
- [3] Кудрявченко, И. В. Исследование алгоритма перемешивания для генерации случайных числовых последовательностей/ И. В. Кудрявченко, В. В. Кудрявченко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2005. — Ч. 2. — № 5. — С. 108 — 110.

THE ENCRYPTING DATA METHOD BASED ON PSEUDO-RANDOM NUMERICAL SEQUENCES

Kudryavchenko I. V., Karlusov V. Yu., Gerasimchuk K. V.
 Scientific adviser: Kudryavchenko I. V.
 Sevastopol State University, Russia

Abstract — The method of combined data encryption, based on the usage of various encryption methods to fragments of plain text, is considered. Fragmentation of the text and selection of the current encryption method is performed on the binary sequence specified by the pseudo-random number generator.

АЛГОРИТМ АУТЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ, РЕАЛИЗОВАННЫЙ НА ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ КРИВЫХ

Афонин И. Л., Сидоренко А. В.

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

E-mail: filay40@gmail.com

Аннотация — В данной работе рассмотрен алгоритм аутентификации пользователя, реализованный с помощью эллиптических кривых. Приведен алгоритм аутентификации пользователя в открытых каналах связи.

1. Введение

Передача данных по открытым каналам связи создает потенциальную угрозу проникновения нарушителя и перехвата данных. Если пассивный нарушитель имеет возможность только просматривать доступные ему сообщения, то активный может перехватывать, искажать и уничтожать их. Поэтому одной из важных задач обеспечения информационной безопасности при сетевом взаимодействии, является использование методов и средств, позволяющих одной стороне убедиться в подлинности другой стороны. Новизна данной работы заключается в использовании эллиптических кривых для аутентификации пользователя.

2. Основная часть

Аутентификация — это процедура проверки подлинности, позволяющая достоверно убедиться, что пользователь является именно тем, кем он себя объявляет [2]. При проведении аутентификации, проверяющая сторона убеждается в подлинности проверяемой стороны, при этом проверяемая сторона тоже активно участвует в процессе обмена информацией.

В данной работе рассматривается процесс строгой аутентификации, с использованием криптографического метода, основанного на эллиптических кривых.

В последнее время, эллиптические кривые являются одним из основных объектов изучения в современной теории чисел и криптографии. Эллиптическая криптография образует самостоятельный раздел криптографии, посвященный изучению криптосистем на базе эллиптических кривых.

Эллиптическая кривая (ЭК) — математический объект, который может быть определен над любым полем и описывается кубическим уравнением следующего вида [1] (1):

$$y^2 + cxy + dy = x^3 + ex^2 + fx + g, \quad (1)$$

где c, d, e, f и g являются действительными числами, удовлетворяющими некоторым условиям.

Точки ЭК можно умножать, складывать и вычитать, данные операции используются для реализации алгоритма аутентификации пользователя.

Для реализации аутентификации пользователя используется следующий алгоритм:

— абоненты A и B для осуществления строгой аутентификации выбирают уравнение ЭК, модуль по которому будут осуществляться вычисления и базовый блок, который будет использоваться для генерации ключей. Данная информация является конфиденциальной.

— на основе алгоритма Диффи — Хеллмана абоненты A и B передают информацию о точки ЭК, с которой будут производить вычисления.

— абоненты A и B независимо друг от друга хэшируют N -раз базовый блок, например с помощью функции SHA-512/256 бит.

Алгоритм проверки подлинности абонента A :

— абонент A умножает точку ЭК на ключ $K1$ и на ключ $K2$ и находит разность между ними, которую абонент A отправляет абоненту B .

— абонент B использует точку ЭК умножает ее на аналогичный ключ $K2$ и складывает полученную от абонента A точку ЭК с вычисленным результатом умножения, затем умножает точку ЭК на ключ $K1$ и сравнивает полученные результаты.

Если результат сравнения положительный, значит абонент A подлинный.

Алгоритм проверки подлинности абонента B :

— абонент B из N -ого блока хэширования использует другую пару ключей $K3$ и $K4$ и умножает на точку ЭК, после находит разность между ними и отправляет результат абоненту A .

— абонент A берет точку ЭК и умножает на аналогичный ключ $K4$ и складывает полученную от абонента B точку ЭК с вычисленным результатом умножения, затем умножает точку ЭК на ключ $K3$ и сравнивает полученные результаты.

Если результат сравнения положительный, значит абонент B подлинный.

Так как хэш-функция является функцией не обратимой, то для следующего сеанса связи абоненты A и B берут ключи $K1, K2, K3, K4$ из $(N-1)$ блока результата хэширования базового блока.

3. Заключение

В данной статье был представлен один из вариантов обеспечения безопасной аутентификации пользователей, по открытым каналам связи, основанного на эллиптических кривых. Данный алгоритм реализован в среде программирования C#(Sharp).

4. Список литературы

- [1] ГОСТ Р 34.10-2001 Информационная технология. Криптографическая защита информации. Процессы формирования и проверки электронной цифровой подписью.
- [2] Соколов, А. В. Защита информации в распределенных корпоративных сетях и системах / А. В. Соколов, В. Ф. Шаньгин. — М.: ДМК Пресс, 2002. — 656 с.

ALGORITHM OF USER AUTHENTICATION, IMPLEMENTED ON ELLIPTIC CURVES

Afonin I. L., Sidorenko A. V.

Scientific adviser: Afonin I. L.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the user authentication algorithm, realized using elliptic curves, is considered. The algorithm of user authentication for open links are presented.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ РИСКОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Склярук В. Л., Сергеева О. О.

Научный руководитель: Склярук В. Л.

Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище им. П. С. Нахимова, Россия

E-mail: sergeevaolja@inbox.ru

Аннотация — Рассмотрено два метода оценки рисков информационной безопасности количественный и качественный.

— потенциальный ущерб от каждой угрозы;
— мероприятия по защите информации.

1. Введение

Любое предприятие, учреждение или организация имеют свои технологические секреты, инновационные решения, планы развития, базы данных на которых базируется их деятельность. Попадание такой конфиденциальной информации в руки конкурентов может привести к материальному ущербу и угрожать нормальному их функционированию.

Одной из задач по обеспечению безопасной деятельности предприятия, учреждения или организации является оценка рисков информационной безопасности (ИБ), по результатам которой проводится обработка рисков ИБ.

2. Основная часть

Начинать необходимо с идентификации информационных ресурсов (активов), далее определение их уязвимости и составление перечня угроз. Необходимо оценить риски реализации угроз ИБ. На практике применяются количественный и качественный подходы к оценке рисков ИБ.

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 и т. д. Для проведения количественной оценки риска необходимо:

- определить ценность информационных активов в денежном выражении;
- оценить в количественном выражении потенциальный ущерб от реализации каждой угрозы в отношении каждого информационного актива;
- определить вероятность реализации каждой из угроз ИБ;
- определить общий потенциальный ущерб от каждой угрозы в отношении каждого актива за контрольный период (например, за один год);
- проанализировать полученные данные по ущербу для каждой угрозы.

Завершающий этап — принятие решение по обработке риска. Здесь есть несколько вариантов: принять, снизить или перенести риск.

Принять риск — значит осознать и смириться с его возможностью, продолжая деятельность как прежде. Этот вариант применим для угроз с малым ущербом и малой вероятностью реализации.

Снизить риск — значит провести мероприятия по защите информации, то есть провести намеренную работу по снижению риска

Перенести риск — значит переложить последствия от реализации риска на третье лицо, например, заключить договор страхования риска.

В результате количественной оценки рисков должны быть определены:

- ценность активов в денежном выражении;
- полный перечень всех угроз ИБ с ущербом от разового инцидента по каждой угрозе;
- частота реализации каждой угрозы;

Анализ рисков ИБ качественным методом должен проводиться с привлечением сотрудников, имеющих опыт и компетенции в той области, в которой рассматриваются угрозы. Объекту оценки присваивается показатель, ранжированный по шкале рисков (например, трехбалльная — низкий, средний, высокий, или десятибалльная — от 1 до 10).

Для проведения качественной оценки рисков необходимо:

- определить ценность информационных активов;
- определить вероятность реализации угрозы по каждому информационному активу;
- определить вероятность реализации угрозы с учетом текущего состояния ИБ;
- сделать вывод об уровне риска на основании ценности информационного актива и вероятности реализации угрозы;
- проанализировать полученные данные по каждой угрозе и полученному для нее уровню риска;
- разработать мероприятия по защите информации по каждой актуальной угрозе для снижения уровня риска.

3. Заключение

Таким образом, целью обоих методов является понимание реальных рисков ИБ предприятия, учреждения или организации, определение перечня актуальных угроз, а также выбор эффективных мероприятий по защите информации. Каждый метод оценки рисков имеет свои преимущества и недостатки. Количественный метод дает наглядное представление в денежном выражении по объектам оценки (ущерб, затратам), однако он более трудоемок и в некоторых случаях неприменим.

Качественный метод позволяет выполнить оценку рисков быстрее, однако оценки и результаты носят более субъективный характер и не дают наглядного понимания ущерба, затрат и выгод от проведения мероприятий по защите информации.

4. Список литературы

- [1] Шилияев, С. Методика оценки рисков информационной безопасности [Электронный ресурс] / С. Шилияев // Журнал «Контур», 19 мар. 2015. — Режим доступа: <https://kontur.ru/articles/1691>.

METHODS OF ESTIMATION OF INFORMATION SECURITY RISK

Sklyaruk V. L., Sergeeva O. O.

Scientific adviser: Sklyaruk V. L.

Black Sea Higher Naval School

Named After P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — Two methods of estimation of information security risks (quantitative and qualitative methods) are considered.

ШПИОНСКИЕ ТРОЯНСКИЕ ПРОГРАММЫ RAT

Склярук В. Л., Плис А. Д.

Научный руководитель: Склярук В. Л.

Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище им. П. С. Нахимова, Россия

E-mail: ldebian@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрена троянская программа для удаленного доступа.

1. Введение

RAT (RemoteAccessTrojan) — троянская программа для удалённого доступа, версии которой есть для всех популярных операционных систем (OS Windows, OS Linux, OS Android).

RAT состоит из двух частей — клиент и сервер. В RAT-клиенте (находится на компьютере злоумышленника) создается RAT-сервер, посылаемый жертве. После запуска на компьютере жертвы RAT-сервера злоумышленник получает к нему доступ, а в окне программы RAT-клиент появляется удаленный компьютер, после чего злоумышленник может через RAT-клиент управлять компьютером жертвы.

2. Основная часть

Рассмотрим два вопроса, которые будут интересны как обычным пользователям, так и специалистам по защите информации — возможности троянской программы RAT и способы заражения.

1) Возможности RAT-клиент:

- отключение антивирусного программного обеспечения (ПО);
- мониторинг действий пользователя;
- работа с файлами;
- управление сервисами операционной системы (ОС);
- делать снимки (скриншоты) рабочего стола;
- скрытое управление устройствами ввода/вывода информации;
- исследование топологии сети;
- управление сетевым экраном и др.

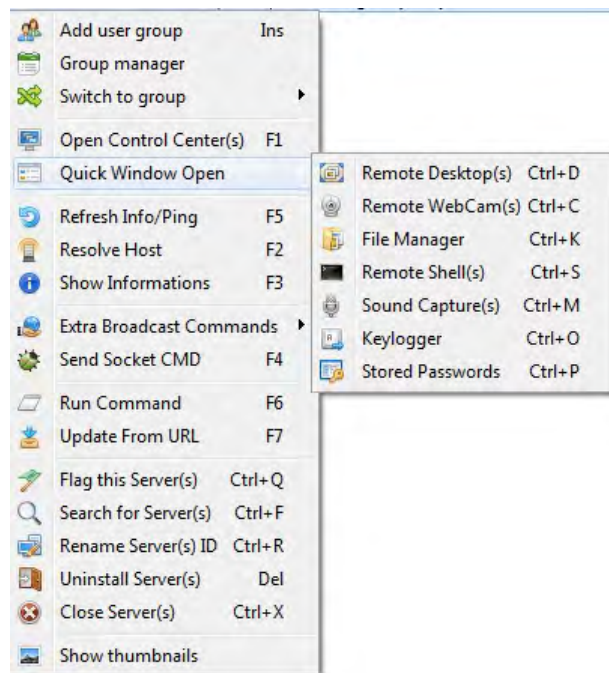
2) Заражение компьютеров пользователей троянской программой RAT происходит также, как и другими вредоносными программами:

- через эксплойты (редко — уязвимость почти устранена современными браузерами);
- через торрент-сайты и веб 2.0 (часто);
- целенаправленное злоумышленное заражение компьютеров при общении в интернете и по электронной почте (чаще всего).

Также запустить RAT можно устанавливая нелегальную версию ОС Windows (риск заражения на этапе установки). Некоторые пиратские версии имеют уже встроенные закладки для наблюдения и кражи данных.

3. Заключение

Шпионская троянская программа RAT — одна из самых опасных шпионских троянских программ, с помощью которой злоумышленник получает полный доступ к зараженному компьютеру и права суперпользователя. Особенно опасной RAT делает тот факт, что обнаружить ее (а значит и вылечить зараженный компьютер) очень сложно. Большинство применяемого антивирусного ПО в случае с RAT бессильно.



DarkcometRAT

Рис. 1

4. Список литературы

- [1] Эрикссон, Дж. Хакинг Вкусство эксплойта / Дж. Хакинг. Эрикссон ; 2-е изд. ; пер. с англ. — СПб. : Символ-Плюс, 2010. — 512 с.
- [2] Erickson, Jon Hacking The Art of Exploitation / Jon Hacking Erickson. — San Francisco : No Starch Press, Inc., 2008. — 492 p.

SPYWARE TROJAN PROGRAMS RAT

Sklyaruk V. L., Plis A. D.

Scientific adviser: Sklyaruk V. L.

Black Sea Higher Naval School

Named After P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — The Trojan program for remote access is considered.

МЕХАНИЗМЫ ПОИСКА ТЕРРОРИСТИЧЕСКОГО КОНТЕНТА В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ

Калита А. О., Дергачева И. И.

Научный руководитель: Калита А. О.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: i-dergachova@yandex.com

Аннотация — Рассмотрен механизм работы контент-анализа на различных этапах в сети Интернет как информационное противодействие терроризму.

1. Введение

Согласно федеральному закону №35-ФЗ терроризм — идеология насилия и практика воздействия на принятие решения органами государственной власти, органами местного самоуправления или международными организациями, с устранием насилия и (или) иными формами противоправных насильственных действий [1].

Процесс противодействия терроризму состоит из двух основных этапов: предупреждение событий террористического характера и минимизация их последствий.

Так как террористические угрозы имеют глобальный масштаб последствий, то целесообразно акцентировать внимание на предотвращение угроз терроризма.

2. Основная часть

Как один из методов предупреждения террористических угроз рассматривается информационное противодействие терроризму, так как за время своего существования сеть Интернет стал важнейшим инструментом в жизни современного человека. Сегодня уже невозможно представить полноценное общение без социальных сетей, в том числе и членов террористических группировок. А потому и противодействовать нужно через социальные сети [2].

Благодаря лёгкости пользования глобальными вычислительными сетями, участилось применение различных ресурсов сети Интернет, для проведения всевозможных акций, направленных на пропаганду идеологий террористических группировок, наносит урон хозяйствующим субъектам и требует анализа огромного количества текстовой информации для выявления внешних и внутренних источников информационных угроз [3].

Контент-анализ в сети Интернет происходит на трёх уровнях: морфологическом, синтаксическом, семантическом.

Синтаксический уровень содержит информацию о связях между словами, а семантический определяет правила анализа, синтеза и обработки полученных конструкций, и в свою очередь морфологический уровень описывает правила построения и понимания слов данного языка, их эмоциональную окраску.

Обеспечение безопасности в сети Интернет обуславливает необходимость независимой проверки информационного поля, одной из задач которого является анализ реакции пользователей на различные события.

Учитывая многогранность написания комментариев в сети Интернет, заключающаяся в том, что пользователи используют специфические выражения, допускают синтаксические ошибки при построении фраз и предложений, необходимо отметить, что в автоматическом режиме не всегда удаётся постро-

ить адекватную структуру анализируемого сообщения.

Тогда необходим универсальный подход к созданию конструкций естественного языка на уровне синтаксических связей. И в данной задаче обработка информации может основываться на вычислении трёх видов элементов: объектов, характеристик и действий.

Подход к выбору аналитических моделей представления естественного языка в системах мониторинга, обрабатывающих сообщения, основывается на обеспечении требуемых характеристик представления и отражения текстовой информации в базы данных и базы знаний.

Задачи контент-анализа, стилистические особенности документов позволяют определить уровни формализации моделей представления естественного языка и систематизировать совокупность требуемых характеристик.

Но помимо анализа текстовых сообщений, предотвращение основано на блокировке и борьбе с распространением контента, содержащего террористическую пропаганду.

3. Заключение

Проблема в том, что каналы блокируются не все сразу, а лишь частично, избирательно, что позволяет террористам быстро восстанавливать ядро подписчиков благодаря уцелевшей «инфраструктуре».

И, наконец, даже с учётом этого полностью проблема решена не будет, т.к. это борьба не с причиной, а со следствием [2].

Список литературы

- [1] Федеральный закон от 06.03.2006 N 35-ФЗ «О противодействии терроризму» (принят ГД ФС РФ 26.02.2006).
- [2] Крупнов, А. «Исламское Государство»: пропаганда группировки и механизмы её распространения: аналитический доклад / А. Крупнов. — М.: Центр изучения новых коммуникаций, 2017. — 123 с.
- [3] Лебедев, И. С. Анализ текстовых сообщений в системах мониторинга информационной безопасности / И. С. Лебедев, Ю. Б. Борисов // Информационно-управляющие системы. — 2011. — № 2. — С. 37 — 43.

MECHANISMS OF SEARCH OF A TERRORISTIC CONTENT IN SOCIAL NETWORKS

Kalita A. O., Dergacheva I. I.

Scientific adviser: Kalita A. O.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The mechanism of work of content analysis at various stages in the Internet as an information counteraction to terrorism is considered.

КОРПОРАТИВНАЯ ЗАЩИТА ОТ ВНУТРЕННИХ УГРОЗ

Калита А. О., Исаков С. А., Дергачева И. И.

Научный руководитель: Калита А. О.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: Engener1990@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена система защиты информации в корпоративном пространстве, а именно в DLP-системах

1. Введение

Возможность соблюдать необходимый и достаточный уровень защищенности информации, циркулирующей на предприятии позволяет руководству любой организации быть уверенными в стабильности её развития. Как известно, основными источниками угроз в обеспечении защиты информации на предприятии являются сотрудники компании. Человеческий фактор не зря занимает лидирующие позиции в рейтинге наиболее реализуемых угроз.

2. Основная часть

На данный момент область корпоративной защиты от внутренних угроз предприятия наполняется новейшими разработками. Среди таковых разработок всё большую популярность набирают DLP-системы (Data Leak Prevention).

Концепция применения DLP-систем подразумевает создание защищенной области, включающей внутреннюю сеть предприятия, автоматизированные рабочие места и их подключение к внешним источникам (сеть Internet). Использование такого рода систем позволяет обеспечить разграничение прав доступа на любые действия сотрудников, связанные с данными, обрабатываемыми в цифровом пространстве организации. Существуют такие системы как McAfee, DeviceLock, Dell EMC и другие. Существует ряд систем которые не могут быть использованы в России, так как идёт нарушение ряда законов, а именно право на тайну связи и тайну частной жизни. Поэтому для того что бы выбрать ту или иную DLP-систему нужно привлекать юристов. В данный момент одно из популярных DLP систем это IWTM(InfoWatch Traffic Monitor). IWTM – это автоматизированная система, которая выявляет в потоке данных конфиденциальные документы, предотвращает их утечку и защищает бизнес от действий внутренних злоумышленников. Совместно с IWTM используют IWDМ(InfoWatch Device Monitor). IWDМ – позволяет предотвратить случайные или преднамеренные случаи несанкционированной передачи корпоративных данных на внешние носители. Основным принципом работы IWTM заключается в перехвате трафика по корпоративной и интернет сетям его анализу и предотвращение передачи корпоративной или конфиденциальной информации за пределы организации. Основными функциями IWTM являю-

— перехват SMTP, IMAP и POP3-трафика. возможен перехват трафика (или копии трафика), передаваемого через почтовый relay-сервер; перехват копии трафика, проходящего через управляемый коммутатор;

— перехват HTTP- и HTTPS-трафика. возможен перехват трафика, передаваемого через прокси-сервер, поддерживающий ICAP-протокол; перехват копии трафика, проходящего через управляемый коммутатор;

— перехват копии ICQ-трафика (протокол OSCAR), проходящего через управляемый коммутатор. При подключении ICQ через HTTP Система перехватывает ICQ-трафик аналогично HTTP-трафику;

— и т.д.

В свою очередь работа IWDМ заключается:

— контроль копирования конфиденциальных документов или их частей на сменные носители;

— контроль использования устройств, работающих по беспроводным протоколам;

— контроль данных, выводимых на печать;

— контроль доступа пользователей к КПК устройствам;

— и т.д.

На рис. 1 показан пример вывода отчета IWTM.

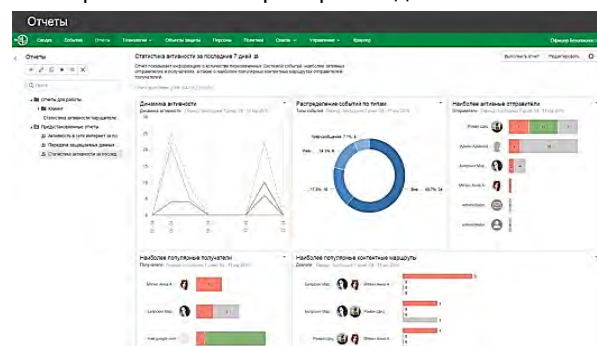


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом рассмотренная система защиты информации в корпоративном пространстве в виду своего широкого функционала дает возможность обеспечить высший уровень защиты информации в организации при внедрении данной системы.

4. Список литературы

- [1] Обзор InfoWatch Traffic Monitor [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://kb.infowatch.com/pages/viewpage.action?pagelId=125528206>.
- [2] Контроль внешних устройств в InfoWatch Traffic Monitor [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.anti-malware.ru/reviews/InfoWatch_Traffic_Monitor#part3.
- [3] InfoWatch Device Monitor [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.anti-malware.ru/products/infowatch-device-monitor>.

CORPORATE PROTECTION AGAINST INTERNAL THREATS

Kalita A. O., Isakov S. A., Dergacheva I. I.

Scientific adviser: Kalita A. O.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The system of information protection in corporate space is considered, namely in DLP-systems.

МЕХАНИЗМЫ УСТАНОВЛЕНИЯ ПОДЛИННОСТИ ДЕЙСТВИЙ В СИСТЕМАХ, ПОСТРОЕННЫХ ПО ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ СИСТЕМЕ БЛОКЧЕЙН

Лебеденко А. В., Евсюков Д. С.

Научный руководитель: Лебеденко А. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: lokolin777@mail.ru, alex7y88@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрена технология распределенной децентрализованной технологии блокчейн. Описаны достоинства, которые данная технология представляет, а также решение проблем с недвижимостью.

1. Введение

Блокчейн (block — блок, chain — цепь) — это технология распределенного хранения данных в одноранговой децентрализованной сети в виде непрерывной последовательности блоков взаимосвязанных с помощью алгоритма хеширования.

2. Основная часть

Обязанности по ведению реестра возлагаются на государственные органы, что должно гарантировать корректное ведение и непредвзятость, но это требует дополнительных проверок чистоты сделок и добавляет множественную бюрократическую составляющую.

Во многих странах мира, существуют ряд проблем, связанных с владением недвижимостью.

Так в Индии около \$700 млн. ежегодно берут регистраторы земли, которые по своей сути являются всего лишь посредниками, в оформлении ваших прав на недвижимость. [1]

В среднем процент посредника от сделки составляет 3 — 5%, что существенно, когда идет разговор о нескольких миллионах. В блокчейн системе, эти деньги останутся у покупателя.

Технология блокчейн способна решить данные проблемы. Всего можно выделить 3 составляющих решения данных проблем:

- перевод реестра на блокчейн;
- перевод документооборота по сделкам с недвижимостью на блокчейн;
- внедрение смарт-контрактов

Основным преимуществом при переходе на блокчейн, является исключение посредников. На данный момент в каждой сделке при оформлении недвижимости участвуют минимум 4 сотрудника Росреестра, однако, переведя систему на блокчейн, их участие не понадобится, сами участники системы проверяют честность сделки. [1] Так же сократится время, затрачиваемое на оформление сделки, на данный момент даже при электронном оформлении сделки это займет минимум 15 дней. Точно такие же операции на блокчейн реестре будут занимать до двух часов, что существенно сократит время ожидания.

При совершении сделки, создается транзакция, где вводятся данные: кто продает свою недвижимость, кто ее получает и какую сумму передает сторона получателя. Далее система с помощью участников самостоятельно проверяет по всей цепи блоков, на наличие у продающей стороны прав на продаваемую собственность и наличие нужной суммы для перевода у покупающей стороны. Если данные подтверждаются, то контракт признается действительным и ожидает подписания обеих сторон. [2]

Данные лежащие в блоке, которые попадают в цепочку являются неизменными, так как убрав/изменив один из блоков нарушится вся цепочка блокчейна. Такую связь блоков реализует наличие

в каждом блоке вычисленной хэш функции от предыдущего блока.

Не менее важным является то, что блокчейн децентрализованная система, каждый ее участник является полноценным узлом сети, имеющим свою полную копию цепи. Это позволяет избавиться от посредников, гарантирующих сохранность вашей информации, блокчейн и его пользователи сами поддерживают стабильность системы.

На рис. 1 представлена концептуальная модель блоков, хранящих информацию о сделках. Каждый блок должен содержать:

- идентификатор блока;
- дату создания;
- электронную подпись;
- данные о сделке;
- вычисленный хэш текущего блока;
- хэш предыдущего блока;
- пользователь который создал сделку.

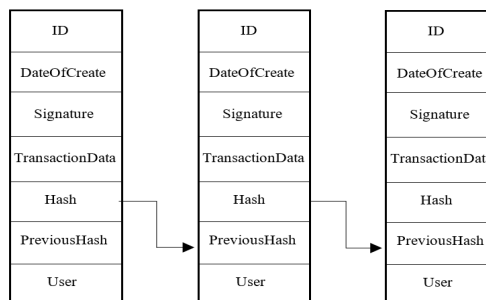


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, реализовав технологию блокчейн в сфере недвижимости на государственном уровне и выпустив ряд нормативно-правовых актов, можно решить целый ряд проблем, таких как:

- посредничество;
- долгие сроки обработки;
- установления подлинности сделки.

4. Список литературы

- [1] Грушин, И. Ю. BlockChain — решение проблем регистрации недвижимости [Электронный ресурс] / И. Ю. Грушин // Московский экономический журнал. — 2018. — № 2. — Режим доступа: <http://qje.su/zemleustrojstvo-i-zemledelie/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-2-2018-5>.
- [2] How Do Ethereum Smart Contracts Work? [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.coindesk.com/information/ethereum-smart-contracts-work>.

MECHANISMS OF AUTHENTICATION OF ACTIONS IN SYSTEMS BUILT ON A DECENTRALIZED BLOCKCHAIN SYSTEM

Lebedenko A. V., Evsukov D. S.
Scientific adviser: Lebedenko A. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The technology of distributed decentralized blockchain technology is considered. The advantages of using the technology are described, as well as solutions of problem with real estate are presented.

КРИПТОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В IOT

Лебеде́нко А. В., Нестере́нко В. Р.

Научный руководитель: Лебеде́нко А. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: nowhere closeto me@gmail.com, alex7y88@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрены основные и наиболее прогрессивные криптографические методы защиты информации в IoT.

1. Введение

За годы исследований устройств, входящих в IoT, было составлено множество списков и перечней наиболее частых и опасных уязвимостей. Один из самых значимых и самых актуальных — OWASP Top 10 IoT vulnerabilities от 2014 года, однако актуальный и на 2018 год (был представлен смежный доклад на PHDays 2018). Безопасность интернета вещей состоит из 4 основных компонентов: безопасность связи, защита устройств, контроль устройств и контроль взаимодействий в сети. [1]

2. Основная часть

Вернемся к эталонной модели системы безопасности для IoT. Одной из самых важных составляющих данной модели является безопасность связи. Без обеспечения безопасности связи, проводить атаку «Человек в середине» очень просто. Для обеспечения безопасности связи в сети IoT устройств и используется криптография. Однако, все ли типы шифров можно использовать? При рассмотрении симметричных шифров возникает одна проблема: общий ключ шифрования для всех устройств при передаче сигнала. Если злоумышленник получает ключ, все устройства могут оказаться под его контролем. При наличии ключа, злоумышленник может шифровать и передавать любые команды. А значит такие шифры, как AES и ГОСТ 28147-89 не подходят для цели обеспечения безопасной передачи сигналов. С обеспечением подлинности передаваемого сигнала отлично справляются центры сертификации, которые устанавливают сертификаты в миллиарды устройств каждый год. Сертификаты позволяют проверять подлинность устройства и команд, которые данное устройство принимает. Компания Online Trust Alliance (OTA) вышла с инициативой решения проблемы безопасности IoT на уровне государств и производителей, выпустив IOT Trust Framework — перечень критериев для разработчиков и производителей устройств, который направлен на улучшение безопасности, конфиденциальности и жизненного цикла их IoT-продуктов. [2] Реализация шифрования происходит с применением чипов для криптографических операций. Однако такие чипы крайне ограничены в ресурсах (8-bit 1-MHz процессоры и 32-bit 1-KHz процессоры), что ставит еще одну задачу — разработать такой алгоритм подписи, который мог бы эффективно работать на подобных чипах при безопасной длине ключа. С данной задачей успешно справляется криптография на эллиптических кривых (ECC). Данный вид шифрования в примерно в 10 раз быстрее и эффективнее, чем традиционное шифрование, даже в условиях ограниченной вычислительной мощности. Также довольно перспективным решением в сфере защиты информации при передаче в се-

ти IoT устройств является блокчейн. Распределенная архитектура блокчейна позволяет организовать так взаимодействие устройств, что если некоторые из них окажутся подвержены взлому, то на остальных устройствах это никак не скажется. Сегодня для обеспечения безопасности блокчейн может использоваться в самых передовых сферах развития интернета вещей, например управление аутентификацией, проверка работоспособности разных сервисов. Также в данной сфере наблюдается быстрое развитие. Например, Cisco, BNY Mellon, Bosch, Foxconn и ряд других образовали консорциум, который будет находить решения по использованию блокчейна для увеличения безопасности и улучшения взаимодействия IoT-продуктов. Главная задача такого сотрудничества — создание распределенной БД и протокола обмена информацией между IoT-устройствами. С 2017 года в Америке уже введена технология блокчейн для обеспечения безопасности передачи и хранения информации с камер видеонаблюдения и датчиков контроля [3].

3. Заключение

Сегодня очевидно, что интернет вещей имеет огромный потенциал, однако реализовать его в полной мере невозможно без обеспечения соответствующей безопасности инфраструктуры. Стоит заметить, что в последние несколько лет велась разработка различных стандартов и технологий, позволяющих повысить уровень безопасности интернета вещей. И с каждым годом специалисты и разработчики все лучше понимают огромное значение безопасности в IoT.

Список литературы

- [1] Эталонная архитектура безопасности интернета вещей (IoT) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.antimalware.ru/practice/solutions/iot-the-reference-security-architecture-part-1>.
- [2] IoT и проблемы безопасности [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://habr.com/company/unet/blog/410849>.
- [3] Bosch, Cisco and Foxconn join blockchain and IoT consortium [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.ibtimes.co.uk/bosch-cisco-foxconn-join-blockchain-iot-consortium-1603508>.

CRYPTOGRAPHIC METHODS OF INFORMATION PROTECTION IN IOT

Lebedenko A. V., Nesterenko V. R.

Scientific adviser: Lebedenko A. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The main and most advanced cryptographic methods of information protection in IoT are considered.

НЕТЕХНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ: АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОФАЙЛИНГА В ИБ

Лебеденко А. В., Куц И. В., Головин А. А.

Научный руководитель: Лебеденко А. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: il.kuts2010@yandex.ru, alex7y88@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрена методика автоматизирования системы сбора информации сотрудников и составление по характеру письма, а также лицевых мышц, социальный тип личности.

1. Введение

Один из методов нетехнической защиты информации, позволяющей с высокой степенью вероятности выявить лиц, склонных к совершению противоправных действий, является профайлинг.

2. Основная часть

С ростом технических возможностей по обеспечению безопасности информации, человеческий фактор остается не изменим, что приводит к тому что основные каналы утечки информации приходятся на человеческую природу. Несанкционированная утечка информации возможна как воздействие умышенного или случайного характера.

Методы профайлинга строятся на вербальных и невербальных признаках, с помощью которых можно определить истинное положение дел. Вербальные признаки — это человеческая речь, постановка мысли, интонация и т.д. Невербальные — это «язык жестов», который соответствует мыслям, эмоциям и желаниям человека [1].

Для более точного определения состояния человека требуется учитывать и вербальные и невербальные сигналы.

Люди с каждым днём всё больше и больше общаются через социальные сети или мессенджеры. И допустим, если познакомиться с незнакомым вам человеком и переписываться некоторое время с ним, то через некоторое время можно составить приблизительный психологический портрет. Даже человеком не имеющем за спиной базы знаний по психологии, а пользуясь своим опытом и интуицией. Человек же имеющий достаточные знания в психологии, может составить точный портрет своего собеседника, задавая различные вопросы, затрагивающие определенные чувства человека и вызывающие различные реакции. Так же не мало фигурирует постановка мысли, ошибки в письме, знаки препинания и т.д. [2].

Некоторые люди хорошо могут контролировать мимику и жесты, при общении подбирать правильные слова, но такие невербальные признаки как частое дыхание, расширение зрачков, покраснение кожи и другие выражения, невозможно контролировать. Поэтому невербальные каналы дают достаточно достоверную информацию о человеке чтобы узнать эмоциональное состояние человека и его намерения [3].

Основной проблемой для предприятия является, то что нельзя наблюдать за персоналом постоянно, так как проводить собеседования с каждым сотрудником время-затратно и такие операции возможно проводить не чаще чем раз в месяц. Так же достаточно дорого стоят услуги профайлера, что делает невозможным проводить такие собеседования часто. Так же не стоит забывать о психологических нагрузках на персонал при частом проведении таких собеседований. Делая вывод следует отметить, что тре-

буется создать систему профилирования в которой потребуются уменьшить участие человека в процессе, заменив его на технические средства, тем самым с экономив на финансах и времени, затрачиваемом при личном профилировании.

Рассмотрим возможные модели систем профилирования, которые стоит включить в работу предприятия с персоналом, имеющим доступ к конфиденциальной информации.

Так как профайлинг строиться на двух признаках — рассмотрим каждый по отдельности.

При автоматизации вербального поведения человека, требуется доступ к более личным перепискам между персоналом так как тексты не делового содержания содержат более открытый стиль письма, с которым можно работать системе для составления психологического портрета лица. Так же кроме письменных сообщений не мало важна устная речь, то ли это телефонный разговор или общение в живую. Тут же можно системе определять интонацию, темп, волнение и т.д. Чем дольше система работает, тем больше собирает данные о сотрудниках, что дает более точную оценку психологического состояния.

Для автоматизации невербального поведения требуется постоянная съемка персонала за рабочим процессом и во время перерывов. Для того что бы система смогла определить «необычное» поведение, требуется большая база базовых эмоций, от которых следует отталкиваться системе в составлении эмоционального портрета, который позволяет определить состояние человека, по доминирующим эмоциям, которые проявляются в определенных мышцах лица, присутствующие в определенный промежуток времени у наблюдаемого лица.

3. Заключение

Для более полной защиты информации от несанкционированного доступа, требуется пользоваться функционалом профайлинга, а также его автоматизацией для непрерывного мониторинга, что дает более точные результаты в выявлении угроз.

4. Список литературы

- [1] Шульц, Д. П. История современной психологии / Д. П. Шульц, С. Шульц. — Евразия, 2002. — 532 с.
- [2] Наваро, Джо Я вижу, о чём вы думаете / Джо Наваро, Марвин Карлинкс. — Попурри, 2009. — 51 с.
- [3] Блум, Флойд Мозг, разум и поведение / Флойд Блум. — М.: Мир, 1988. — 248 с.

NONTECHNICAL METHODS OF INFORMATION PROTECTION: AUTOMATION OF A PROFILING IN INFORMATION SECURITY

Lebedenko A. V., Kuc I. V., Golovin A. A.

Scientific adviser: Lebedenko A. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — A technique of automatization of an information collection system of employees and drawing up on character of the letter and also facial muscles, social type of the personality is considered.

ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАНО-РАСПРЕДЕЛЕННЫЙ УДОСТОВЕРЯЮЩИЙ ЦЕНТР

Лебеденко А. В., Носенко А. А.

Научный руководитель: Лебеденко А. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: sl1seoflife@gmail.com, alex7y88@yandex.ru

Аннотация — в данной статье рассматривается новый способ применения технологии распределенных реестров в системе удостоверяющего центра, обобщаются проблемы и их частные или общие решения.

1. Введение

Главная цель в информационной безопасности не только соблюдение трех ее аспектов (целостности, доступности и конфиденциальности), но и создание доверия между двумя узлами связи для безопасной передачи информации. На данный момент для соблюдения доверия всегда выступает некое множество третьих лиц, чаще всего в этой роли выступают удостоверяющие центры (далее — УЦ).

Они проверяют достоверность узлов по необходимости путем анализа их сертификатов, которые могли быть выданы четвертыми лицами. Эти сертификаты являются частью электронной подписи (далее — ЭП), публичными ключами. Другой частью является закрытый ключ, который хранится в секрете. Но любое количество узлов с определенной вероятностью может быть всегда скомпрометировано.

На данный момент уже существует так называемый децентрализованный УЦ, в котором есть один, головной УЦ Министерства связи и массовых коммуникаций РФ, который использует самоподписанный сертификат. Работающая модель УЦ уже работает не один десяток лет. На данный момент нет известных атак на УЦ, но рано или поздно они появятся. Предлагаемая в данной статье модель УЦ, не является идеальной и имеет ряд недостатков, которые будут представлены в данной статье.

2. Основная часть

Концепция модели децентрализованно-распределенного УЦ заключается в том, что нет единого головного УЦ, каждый узел в сети, которому это необходимо, будь то она закрытая или открытая это некий удостоверяющий центр, в котором определены его и реализованы главные функции.

Проблема в достоверности. Если нет головного УЦ, который бы мог доказать достоверность любого другого УЦ, то никак не доказать, что та или иная ЭП является достоверной.

Решение данной проблемы достигается с помощью технологии распределенных реестров [1] в которой заключен метод — доказательства выполненной работы [2]. Данная технология, дающая прозрачность каждой выполненной операции начиная с создания одного из подобных узлов, заканчивая добавлением информации в списки отозванных сертификатов позволит безопасно обеспечить доверие между узлами. С помощью различных протоколов узел связи будет делать запись в своей локальной базе данных, которая является частью децентрализованной системы, после чего будет происходить ее изменение в случае отличия записи у 50%+1 всех узлов.

Данное решение способствует обеспечению информационной безопасности, повышая уровень доверенности узлов перед другими. Распределенность раскрывается следующим образом. Пусть существуют две организации, в которых реализован принцип децентрализованного УЦ, они локальны и никак не

взаимодействуют между собой. Для того чтобы передать подписанный документ из одной организации в другую, последней необходимо добавить только узел отправки в доверенные, с помощью протокола межсетевой связи. После чего узел отправки на некоторый период времени будет доверенным и будет возможно доказать ЭП, ее достоверность другим участникам второй организации. Но в связи с протоколом о межсетевом взаимодействии всем участникам первой организации также необходимо сделать соответствующую запись в свою систему распределенных реестров. При проверке достоверности участие будут принимать вторая организация и только узел отправки из первой, так как документ предназначен для второй организации. Этим самым, секторным делением, решается проблема быстрого действия, которая заключается в том, что чем больше узлов в децентрализованно-распределенной сети, тем дольше будет идти проверка подтверждения той или иной ЭП.

Наиболее существенная проблема, внедрения такого УЦ в жизнь заключается в существовании законодательства РФ относительно ЭП. Выдать на целую сеть, такой сертификат не является возможным согласно законодательству. Соответственно представленная модель УЦ на данный момент никак не станет аккредитованной. Возможным решением, пока существует головной УЦ станет выдача каждому из узлов собственного сертификата как отдельному УЦ.

3. Заключение

На проблемы, заключающиеся в достоверности, быстрого действия и реализации данной модели УЦ в реальной жизни при нынешнем законодательстве РФ, были найдены общие и частные решения которые могут свести их к минимуму или убрать полностью. Обозреваемая модель УЦ может рассматриваться как один из способов применения технологии распределенных реестров в сфере информационной безопасности для подтверждения достоверности.

4. Список литературы

- [1] Лебеденко, А. В. Алгоритм разграничения доступа в децентрализованной корпоративной сети с использованием распределенных реестров и схемы разделения секрета / А. В. Лебеденко, А. А. Носенко // VII всероссийская интернет-конф. «Проблемы информационной безопасности» ФГОУВО Ростовский государственный экономический университет». — С. 154 — 157.
- [2] Доказательство выполнения работы [Электронный ресурс] / Wikipedia. — Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Доказательство_выполнения_работы.

DECENTRALIZED DISTRIBUTED VERIFYING CENTER

Lebedenko A. V., Nosenko A. A.
Scientific adviser: Lebedenko A. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The new method of using technology of distributed registry at the system of verifying center is considered. The main problem and its private or common solutions are discussed.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ПЛАНИРОВАНИЯ ПОИСКА И СПАСАНИЯ В ЭЛЕКТРОННО-КАРТОГРАФИЧЕСКИХ НАВИГАЦИОННО-ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Боран-Кешишьян А. Л., Селезень Я. Ю.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Боран-Кешишьян А. Л.

Государственный морской университет имени адмирала Ф. Ф. Ушакова, Россия

E-mail: y.selezen@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены пути совершенствования программных средств планирования поиска и спасания в электронно-картографических навигационно-информационных системах, эксплуатируемых на морских судах.

1. Введение

Авторский анализ существующих ЭКНИС показывает, что ряд программных средств планирования поиска выполняет построение маршрутов, не в полной мере отвечающих требованиям Руководства по международному авиационному и морскому поиску и спасания (РМАМПС) и принципам практической необходимости. Целью публикации является разработка рекомендаций по совершенствованию средств планирования поиска на основе анализа данных несоответствий.

2. Основная часть

Схемы поиска в ЭКНИС следует привести к стандартам, изложенным в РМАМПС. Как правило, несоответствие проявляется в том, что в РМАМПС под точкой начала поиска и (CSP) и центральной точкой схемы (ЦТС) понимаются разные точки, их координаты совпадают лишь в частном случае — в схеме поиска по расширяющимся квадратам.

Предусмотреть:

- построение схем, используя как CSP, так и ЦТС схем поиска на выбор;
- построение схем поиска с зеркальным отображением;
- построение линии маршрута судна от точки начала маршрута в CSP, с учетом дрейфа объекта, ломаной, во избежание автоматической прокладки пути по суше;
- построение схем поиска по линии пути с использованием ломаной по точкам предполагаемого маршрута объекта бедствия;
- построение схемы параллельным обзором, как по угловым точкам, так и по ЦТС, а не только по CSP;
- расчет дрейфа объекта поиска сложением векторов дрейфа в подветренную сторону и суммарного водного течения;
- определение в ЭКНИС скорости дрейфа в подветренную сторону по функциональным зависимостям от ветра и типа объекта из РМАМПС.
- предусмотреть расчёт смещения исходного пункта Datum введением непосредственно временного интервала.

В настоящее время в ЭКНИС есть возможность корректировки схемы поиска и CSP в зависимости от дрейфа объекта по введению планируемого маршрута движения и скорости судна, т.е. по рассчитываемому в ЭКНИС интервалу времени следования. Введение же крайней функции позволит учитывать предполагаемый дрейф объекта с любого момента времени.

Целесообразно курс схем сориентировать по направлению начального колена пути, что в расчетах

позволит ориентировать начальное колено и схему поиска по предполагаемому направлению дрейфа объекта поиска.

Предусмотреть возможность построения и последующего выполнения схем поиска как относительно поверхности воды, так и относительно поверхности грунта избегая путаницы.

Схему поиска относительно поверхности воды следует использовать, когда величина действующего течения неизвестна, либо, когда нет возможности использовать поисковому судну методы высокоточной навигации. При выполнении данной схемы поиска поисковому судну следует использовать методы счисления пути, а при разработке схемы поиска ЭКНИС в расчетах должны быть использованы параметры движения данного судна относительно поверхности воды, т.е. скорость судна относительно поверхности воды и радиус циркуляции. Схему поиска в таком случае целесообразно ориентировать параллельно направлению дрейфа в подветренную сторону.

Схему поиска относительно поверхности грунта целесообразно использовать, когда величина действующего течения известна и когда у поискового судна есть возможность использовать методы высокоточной навигации. При выполнении данной схемы поиска поисковому судну следует использовать методы высокоточной навигации, а при разработке схемы поиска ЭКНИС в расчетах должны быть использованы параметры движения данного судна относительно поверхности грунта, т.е. скорость судна относительно поверхности грунта и радиус циркуляции с учетом влияния на него течения. Схему поиска в таком случае целесообразно ориентировать параллельно направлению суммарного дрейфа.

3. Заключение

Учет данных рекомендации производителями, а также их закрепление на уровне Международной морской организации позволят как расширить функционал, так и привести к стандартизации ЭКНИС

4. Список литературы

- [1] Координация операций. Руководство по международному авиационному и морскому поиску и спасанию в 3 т. / IMO, ICAO. — Лондон : IMO, Монреаль : ICAO, 2010. — Т. 2. — 478 с.

IMPROVING SEARCH AND RESCUE PLANNING SOFTWARE IMPROVEMENT IN ELECTRONIC CHART DISPLAY AND INFORMATION SYSTEM

Boran-Keshish`yan A. L., Selezen Y. Y.

Scientific adviser: Boran-Keshish`yan A. L.

Admiral Ushakov Maritime State University, Russia

Abstract — The improvement ways of the search and rescue planning software in electronic chart display and information system, used in sea vessel, have been presented.

ОБЛАЧНЫЕ СЕРВИСЫ: ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Зайцев С. А., Бардаш Д. О.

Научный руководитель: Зайцев С. А.

Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище им. П. С. Нахимова, Россия
E-mail: retrograd9999@gmail.ru

Аннотация — Рассмотрен метод обеспечения безопасности данных, расположенных в облачных хранилищах с применением криптографических методов на основе эллиптических кривых.

1. Введение

На сегодняшний день облако является не только сервером для хранения данных, но и содержит виртуальный пул вычислительных ресурсов, который может быть перераспределен для различных целей. В свою очередь, это позволяет пользователям выполнять операции, реализуемые ранее только на специализированном компьютере. Получать доступ к стандартизированным ИТ-ресурсам для быстрого развертывания новых приложений, услуг или дополнительных вычислительных ресурсов без реорганизации всей своей инфраструктуры, что делает их предоставление динамичным и легкодоступным. Однако возникает проблема конфиденциальности информации.

В докладе рассмотрен криптографический метод на основе эллиптических кривых с использованием цифровой подписи.

2. Основная часть

Системы криптографии на основе эллиптической кривой впервые были предложены в 1985 году независимо Нилом Коблицем и Виктором Миллером. Эллиптическая кривая над множеством K является неособой кубической кривой с двумя переменными, $f(x, y) = 0$ с рациональной точкой (которая может быть бесконечно удаленной точкой). Обычно поле K берется как комплексные числа, рациональные числа и алгебраические расширения рациональных чисел, p -адических чисел или конечного множества. Группы эллиптических кривых для криптографии рассматриваются с помощью множеств F_p (где $p > 3$ и p - простое число) и F_{2^m} (бинарное представление с 2^m элементами). Эллиптическая кривая — это плоская кривая, определяемая уравнением вида

$$y^2 = x^3 + ax + b.$$

Генерация ключей: X выбирает целое число dX . Это закрытый ключ X . Затем X генерирует открытый ключ $PX = dX * Y$. Y аналогичным образом выбирает закрытый ключ dY и вычисляет открытый ключ $PY = dY * Y$. X генерирует ключ безопасности $K = dX * PY$. Y генерирует секретный ключ $K = dY * PX$.

Генерация подписи: для подписания сообщения m отправителем облака X с использованием секретного ключа dX . Вычислить $e = \text{HASH}(m)$, где HASH — это криптографическая хэш-функция, такая, например, как SHA-1 . Выберите случайное целое число k из $[1, n - 1]$. Вычислить $r = x_1 \pmod{n}$, где $(x_1, y_1) = k * Y$. Если $r = 0$. Вычислить $s = k^{-1} (e + dXr) \pmod{n}$. Если $s = 0$. Отправить подпись (r, s) в облако Y .

Алгоритм шифрования: предположим, что X хочет отправить в Y зашифрованное сообщение. X берет текстовое сообщение M и кодирует его в точку, PM , из эллиптической группы. X выбирает другое случай-

ное целое число k из интервала $[1, p-1]$. Шифрованный текст представляет собой пару точек $PC = [(kY), (PM + kPY)]$. Отправить зашифрованный текст PC в облако Y . Алгоритм дешифрования: Облако Y примет следующие шаги для расшифровки зашифрованного текста PC . Y вычисляет произведение первой точки PC и его закрытого ключа $dY = dY * (kY)$. Y затем берет этот хэш и вычитает его из второй точки PC $(PM + kPY) - [dY (kY)] = PM + k (dY Y) - dY (kY) = PM$. Облако Y затем декодирует PM , чтобы получить сообщение, M . Подтверждение подписи: для Y , чтобы аутентифицировать подпись X , Y должен иметь открытый ключ PX X . Убедиться, что r и s являются целыми числами в $[1, n - 1]$. Если нет, подпись недействительна. Вычислить $e = \text{HASH}(m)$, где HASH — та же функция, которая используется при генерации подписи. Вычислить $w = s^{-1} \pmod{n}$. Вычислить $u_1 = e * w \pmod{n}$ и $u_2 = r * w \pmod{n}$. Вычислить $(x_1, y_1) = u_1 * P + u_2 * PX$. Подпись действительна, если $x_1 = r \pmod{n}$, в противном случае неверно.

3. Заключение

На данный момент облачные вычисления сталкиваются со многими проблемами безопасности. Конфиденциальность пользователей, подверженных риску, является результатом потери контроля над данными, как при хранении на самих ресурсах, так и в процессе передачи. Рассмотренный метод позволяет снизить риск в процессе передачи данных между сервисами. При этом вопросы обеспечения сохранности данных на самих сервисах остаются открытыми.

4. Список литературы

- [1] Зайцева, Л. В. Технология разработки адаптивных электронных учебных курсов для компьютерных систем обучения / Л. В. Зайцева // Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society). — 2008. — Vol. 11. — No. 1. — P. 400 — 413.
- [2] Булиньш, З. А. Безопасность в облачных вычислениях / З. А. Булиньш, Ю. О. Лавенделс, В. С. Шитиков // Междунар. науч.-метод. конф. «Информатизация инженерного образования», Москва, Россия, 10 — 11 апр. 2012. — Издат. дом МЭИ, 2012. — С. 149 — 152.

CLOUD SERVICE: SECURITY OF DATA TRANSMISSION

Zaitsev S. A., Bardash D. O.

Scientific adviser: Zaitsev S. A.

Black Sea Higher Naval School

Named After P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — The method of ensuring the security of data located in cloud storages using cryptographic methods based on elliptic curves is considered.

ЛАЗЕРНЫЙ МИКРОФОН — УНИВЕРСАЛЬНОЕ СРЕДСТВО РАЗВЕДКИ

Михайлов В. А., Андреева И. И.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Михайлов В. А.

Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище им. П. С. Нахимова, Россия

E-mail: yurov_daniil@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены разные лазерные микрофоны как универсальное средство разведки. Самыми современными и эффективными считаются лазерные системы акустической разведки (ЛСАР), которые позволяют воспроизводить речь, любые другие звуки и акустические шумы при лазерно-локационном зондировании оконных стекол и других отражающих поверхностей.

1. Введение

В последние годы появилась информация, что спецслужбы различных стран и недобросовестно конкурирующие фирмы для несанкционированного получения речевой информации все чаще используют дистанционные портативные средства акустической разведки. Эти сообщения закономерно вызывают серьезные опасения руководителей служб безопасности предприятий и организаций.

2. Основная часть

С развитием лазерной техники уже в 60-е годы удалось создать и поставить на вооружение Центральное Разведывательное Управление (ЦРУ) первые специализированные системы съема информации.

На сегодняшний день создано целое семейство лазерных средств акустической разведки. В качестве примера можно привести одну из новейших разработок — систему LaserGen-3000 (рис. 1).



Рис. 1

Данная модель состоит из блока, в котором находится полупроводниковый лазер невидимого для глаза ИК спектра, приемник этого излучения и блок фильтрации шумов. Изменять угол расходимости выходящего пучка позволяет оптическая насадка, высокая стабильность параметров достигается благодаря использованию системы автоматического регулирования. Наводка лазерного излучения на оконное стекло нужного помещения осуществляется с помощью телескопического визира. Модель обеспечивает съем речевой информации с оконных рам с двойными стеклами с хорошим качеством на расстоянии до 1000 м. Проблема противодействия съему информации с использованием лазерного излучения остается весьма актуальной и в то же время одной из наименее изученных по сравнению с другими, менее «экзотическими» средствами промышленного шпионажа. Особая привлекательность таких систем обусловлена тем, что они позволяют решать задачи съема речевой информации максимально безопасно, на расстоянии, опосредованно, избегая необходимо-

сти захода в интересующее помещение с целью размещения там подслушивающего устройства, что всегда связано с риском. Кроме того, и выявление работающего лазерного микрофона очень сложно, а в ряде случаев технически неосуществимо. Лазерный микрофон — устройство скрытого наблюдения, использующее лазерный луч для того, чтобы фиксировать звуковые вибрации в отдаленных объектах. Эта технология может быть использована для прослушки с минимальным риском обнаружения. Оптико-акустический лазерный микрофон: дальность до 500 метров в зависимости от модели, угол направления — любой. Снимает информацию не со стекла, как другие подобные устройства, а с лазерного пятна с предметов — бумаги, пластика, посуды. Благодаря чему может быть использован под любым углом к объекту. В настоящее время аналогов на рынке нет. Лазерный микрофон для акустического наблюдения или устройство для лазерного прослушивания на далеких расстояниях представляет собой высокотехнологичный аппарат для сбора информации, в котором используется невидимый инфракрасный лазерный луч, с помощью которого производится подслушивание разговоров целевого объекта. Данное устройство является наиболее эффективным устройством для удаленного лазерного прослушивания (лазерным микрофоном) в мире и позволяет оператору выполнять не детектируемое прослушивание аудио сигналов, исходящих из любого целевого помещения, имеющего, по крайней мере, одно окно, на внушительном расстоянии, которое составляет более 500 метров.

3. Заключение

Достижения в развитии лазерной техники позволили значительно улучшить технические характеристики и надежность работы данных систем разведки. Кроме того, имеются сообщения о потенциальной возможности работы при удаленности объекта на расстояние до 10 км.

4. Список литературы

- [1] Лазерный микрофон — универсальное средство разведки [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://russian-internet-business.com/spylaser.htm>.
- [2] Гармаш, В. Лазерные микрофоны [Электронный ресурс] / В. Гармаш. — Режим доступа: http://laserportal.ru/content_935.

LASER MICROPHONE IS A UNIVERSAL MEANS OF RECONNAISSANCE

Mihaylov V. A., Andreeva I. I.

Scientific adviser: Mihaylov V. A.

Black Sea Higher Naval School

Named After P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — Various laser microphones are considered as a universal means of reconnaissance. The most modern and effective ones are laser acoustical reconnaissance systems (LASAR), which allow reproducing speech, any other sounds and acoustic noises during laser-location sounding of window panes and other reflective surfaces.

ЗНАЧЕНИЕ КОНТРОЛЯ ПДД С ПОМОЩЬЮ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ В СИСТЕМЕ «БЕЗОПАСНЫЙ ГОРОД»

Лашченко И. В., Опалейко С. С., Большаков Б. В., Требунский В. В.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: hor33333@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены возможности АПК «Безопасный город». Выбран принцип работы и размещения камер видеонаблюдения на перекрестках. Проведено компьютерное моделирование системы видеонаблюдения на перекрестках при помощи программы VideoCAD.

1. Введение

На данный момент в Севастополе активно внедряется система «Безопасный город».

«Безопасный город» — это аппаратно-программный комплекс (АПК), включающий в себя системы автоматизации деятельности единой дежурно-диспетчерской службы, муниципальных служб различных направлений, системы приема и обработки сообщений, системы обеспечения вызова экстренных и других муниципальных служб различных направлений деятельности, системы мониторинга, прогнозирования, оповещения и управления всеми видами рисков и угроз, свойственных данному муниципальному образованию.

В задачах первого этапа внедрения комплексной системы — видеоконтроль над заданными общественными местами и перекрестками. В работе предложена схема размещения камер для наблюдения и анализа состояния ситуации на двух перекрестках.

2. Основная часть

Для обеспечения системы видеонаблюдения в системе «Безопасный город» использованы цифровые видеокамеры, так как они обладают широкими возможностями распознавания объектов, оперативного реагирования на смену ситуации на объекте.

Для видеоналитики выбрано ПО GOALCity. Для решения задачи выявления нарушения на перекрестке использован АПК «Спецлаб-Перекресток».

На перекрестке с тремя направлениями движения требуется 4 мини-комплекса системы видеонаблюдения. Каждый состоит из 2-х камер видеонаблюдения, климатического вычислительного блока и ПО «Спецлаб-Перекресток».

Первая камера охватывает две полосы подъезжающего к перекрестку транспорта спереди, фиксируя передние номера и стоп-линию. Вторая видит эту же сцену сзади с захватом вида светофорного объекта — так, как видят его водители, подъехавшие к перекрестку.

Такой состав комплекса может идентифицировать транспортное средство по номеру и регистрировать следующие типы нарушений ПДД:

— выезд автотранспортного средства за стоп-линию и движение по выделенным зонам в соответствии с сигналом светофора;

— движение во встречном направлении по дороге с односторонним движением.

В каждый момент времени фиксируются два кадра: с обзорной камеры, на котором видно переключение сигналов светофора, а также в крупном масштабе — место нарушения и госномер транспортного средства.

Обычно, чтобы регистрировать проезд на запрещающий сигнал светофора устанавливается еще по камере на каждом направлении выезда с перекрестка. Для того чтобы сократить затраты на дополнительные камеры светофор будет подключен к компьютеру, с установленной системой видеоналитики и, таким образом, камера сможет фиксировать проезд автомобиля на запрещенный сигнал светофора.

Компьютерное моделирование системы видеонаблюдения, проведенное при помощи программы VideoCAD, представлено на рис. 1.

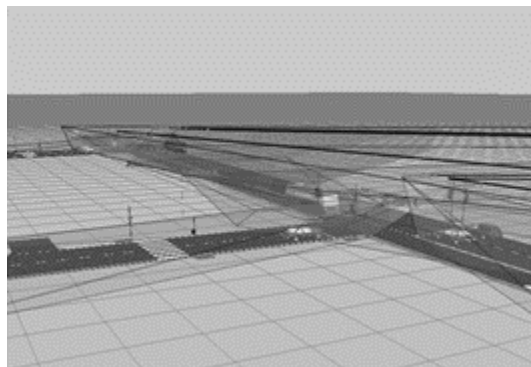


Рис. 1

3. Заключение

Внедрение системы «Безопасный город» позволит облегчить и обезопасить жизнь жителей Севастополя.

Связь систем аналитического видеонаблюдения со средствами регулирования трафика позволит решить проблему с пробками на дорогах, избежать аварийных ситуаций, а главное, сократить количество жертв автомобильных аварий.

4. Список литературы

- [1] GoalCity. Система событийного видеонаблюдения GOALCity [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.goal.ru>.
- [2] CCTVCAD. Основы работы в VideoCAD [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.cctvcad.com/rus/quick_start2_videocad.pdf.

THE IMPORTANCE OF TRAFFIC RULES CONTROL THROUGH VIDEO SURVEILLANCE IN THE "SAFE CITY" SYSTEM

Lashchenko I. V., Opaleiko S. S., Bolshakov B. V.,
Trebunskiy V. V.

Scientific adviser: Lashchenko I. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — Possibilities of the AIC "Safe City" are considered. The principle of operation and placement of video surveillance cameras at intersections is chosen. A computer simulation of the video surveillance system at intersections is carried out using the VideoCAD program.

СИСТЕМА ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ ДЛЯ ЖИЛИЩНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ «БЕЗОПАСНЫЙ ГОРОД»

Лашченко И. В., Большаков Б. В., Опалейко С. С., Колесников Д. Р.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: Bogdane4@mail.ru

Аннотация — Выполнен обзор характеристик систем видеонаблюдения. Разработана структурная схема системы для аналитического видеонаблюдения и фиксации нарушений для жилищно-хозяйственных комплексов (ЖКХ) районов, относящихся к программе «Безопасный город». Произведено 3D моделирование системы на объекте с помощью программы VideoCAD 8.0.

1. Введение

В настоящий момент стоит задача автоматизации всех муниципальных служб и быстрого реагирования на экстренные ситуации. Единые требования к техническим параметрам сегментов аппаратно-программного комплекса «Безопасный город», на основании данного документа детализирует положения Концепция построения и развития аппаратно-программного комплекса «Безопасный город». Данный проект связан с актуальными в Севастополе задачами.

2. Основная часть

АПК «Безопасный город» — это аппаратно-программный комплекс, который должен включать системы автоматизации деятельности единой дежурно-диспетчерской службы

Рассмотрим задачи для районного ЖКХ:

— территория объекта и прилегающая к ней область должны находиться под постоянным визуальным контролем;

— выявление и возможность быстрого расследования краж или порчи имущества (личного, например, автомобилей, оставленных во дворе, или общественного);

— контроль правильности парковки;

— контроль выполнения функций сотрудниками ЖКХ (дворниками, службами уборки мусора и т.п.).

Для обеспечения автоматической фиксации нарушений и заранее заданных ситуаций применяем комплекс аналитических алгоритмов, предлагаемых GOALCity [1].

Детектор пропавших/оставленных предметов — детекция предметов (продолжительное нахождение нового объекта в зоне) и пропавших предметов (продолжительное отсутствие объекта в зоне). Работа этих детекторов основывается на анализе кадра на предмет изменения со временем. Данная аналитическая функция может быть применена не только с антитеррористическими целями в районе мест скопления людей, но также для наблюдения за парковкой машин во дворе. Настраивается порог срабатывания (время, спустя которое потерянный или оставленный предмет будет воспринят системой и последует реакция) и чувствительность детекции.

Детектор лиц может быть применен для контроля всех входящих в подъезд. Детектор дыма и огня — для контроля за пожарной безопасностью при наружном наблюдении за зданиями, окнами.

Структурная схема разработанной системы видеонаблюдения для одного из дворов Гагаринского

района города Севастополя представлена включает обзорную камеру, контролирующую двор в целом, и несколько подъездных камер, предназначенных для идентификации входящих. Результаты моделирования зон обнаружения и идентификации для различных условий с помощью программы VideoCAD 8.0 представлены на рис. 1 и 2.

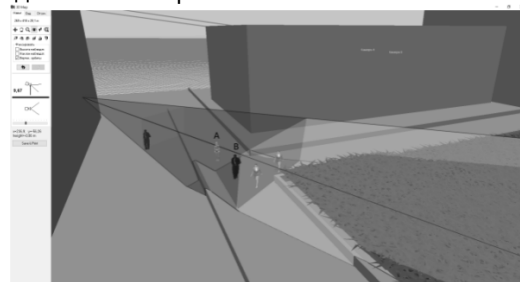


Рис. 1



Рис. 2

3. Заключение

Данная работа позволяет предварительно (до реального размещения на объекте) оценить качество изображения с любой камеры, учитывая метеорологические условия — влияние тумана, осадков; освещение (моделируются источники света с различными характеристиками; возможность затенения зон растительностью и другие факторы).

Данная задача является актуальной для ЖКХ Севастополя.

4. Список литературы

- [1] Программа «Безопасный город» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://28.xn--b1aew.xn--p1ai/document/2061460>.
- [2] CCTVCAD. Основы работы в VideoCAD [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.cctvcad.com/rus/quick_start2_videocad.pdf.

THE SYSTEM OF VIDEO SURVEILLANCE FOR THE HOUSING AND ECONOMIC COMPLEXES OF "SAFE CITY"

Lashchenko I. V., Bolshakov B. V.,
Opaleiko S. S., Kolesnikov D. R.
Scientific adviser: Lashchenko I. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The review of the video surveillance systems characteristics was executed. The block diagram of the system for the analytical video surveillance and fixing of violations for Housing and Public Utilities of the areas which belong to the program of "Safe City" was developed. The 3D modeling of the system by means of the VideoCAD 8.0 program is made at the establishment.

КРИПТОЗАЩИЩЕННОСТЬ СИГНАЛА

Баранов А. Н., Сергеева О. О.

Научный руководитель: канд. тех. наук, проф. Баранов А. Н.

Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище им. П. С. Нахимова, Россия

E-mail: sergeevaolja@inbox.ru

Аннотация — Применение сигналов с криптозащищенной (практически не поддающейся расшифровке) структурой важный фактор противоборства защищаемой системы с перехватчиком.

1. Введение

Предположим, что защищаемая система использует сигнал с некоторым замысловатым законом модуляции, детали которого неизвестны перехватчику, не давая шанса перехватчику применить согласованный фильтр или коррелятор для обнаружения сигнала. При этом естественно полагать, что у перехватчика нет иного выбора, как считать перехватываемый сигнал случайным и пытаться обнаруживать его только по признаку появления или отсутствия некоторого избытка энергии в сканируемом участке частотного диапазона.

2. Основная часть

Из-за отсутствия информации о тонкой структуре обнаруживаемого сигнала, т.е. его законе модуляции, перехватчик вынужден использовать неэффективный инструмент - энергетический приемник. По этой причине перехватчик не может обрабатывать сигнал по тем же алгоритмам, что и приемник защищаемой системы (т.е. осуществлять согласованную фильтрацию). При выборе закона модуляции из многочисленного набора альтернатив, априорно известных перехватчику, последний может разгадать фактически использованную структуру сигнала с помощью простого перебора.

Степень защиты данных определяется числом равновероятных конкурирующих ключей, которые криптоаналитик противной стороны должен перепробовать в попытке взломать шифротекст, т.е. засекреченные данные. В применении к структуре сигнала каждый из таких ключей есть не что иное, как конкретный закон модуляции, который обычно повторяется с некоторым периодом. Предположим, что сигнал построен из чипов на основе М-ичного алфавита, т.е. с использованием М-символьной манипуляции чипов.

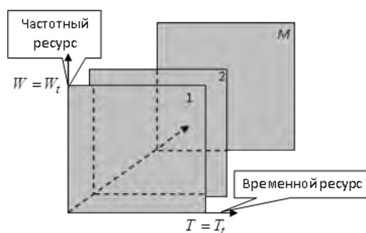


Рис. 1

Если полоса, отводимая системе, равна W , то общее сигнальное пространство имеет размерность WT , т.е. закон модуляции можно считать сконструированным из WT чипов. Очевидно, что величина MWT определяет общее число различных законов модуляции, т.е. конкурирующих ключей, и, значит, системный дизайнер в стремлении к высокой степени секретности модуляционного формата, должен ориентироваться на сигналы с достаточно большим частотно-временным произведением.

Простейшим способом кодирования может служить метод, в котором любой сигнал занимает все доступное частотно-временное пространство: $W = W_t$, $T = T_t$, вследствие чего все сигналы являются широкополосными, поскольку $W \cdot T = W_t \cdot T_t = M \gg 1B$ этих условиях все сигналы совместно используют общий частотно-временной ресурс без распределения или дробления последнего (на котором третья ось используется для нумерации сигналов).

Пример: сигнал Р-канала (Р-код) в системе GPS является бинарным ($M = 2$) с полосой W (примерно) $= 10$ МГц. Его закон модуляции имеет регулярный характер и повторяется с периодом в семь суток. Будучи «спрятанным» под тепловым шумом, этот сигнал не может быть восстановлен путем посимвольного приема, и только знание его тонкой структуры позволило бы эффективно очистить его от Гауссовского сигнала. Чтобы предотвратить несанкционированный доступ к Р-коду последний суммируется по модулю два с секретным ключом (W-кодом), маскирующим структуру результирующего Y-кода. Один символ W-кода перекрывает 20 символов Р-кода, так что для взлома ключа перебором пришлось бы протестировать до $2W_t/20$ вариантов. Так как $W \cdot T = 7 \cdot 86400 \cdot 10^7 > 10^{12}$, число проверяемых ключей больше чем два в степени десять миллиардов, т.е. невообразимо велико. По этой причине Y-код считается практически застрахованным от взлома, и в течение всей истории GPS случаи успешных криптоаналитических атак на него не засвидетельствованы.

3. Заключение

Окружающая обстановка, в которой определенная система передает и извлекает информацию, не всегда полностью дружелюбна по отношению к этой системе. Таким образом, важным фактором противоборства защищаемой системы с перехватчиком является применение сигналов с криптозащищенной (практически не поддающейся расшифровке) структурой.

4. Список литературы

- [1] Криптозащищенность сигнала [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/1649306/> page:3.
- [2] Преимущества систем с широкополосной передачей. Криптозащищенность сигнала [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://siblec.ru/index.php?dn=html&way=bW9kL2h0bWwvY29udGVudC84c2VtLzA4Ni80LTMuaHRt>.

CRYPTOGRAPHIC SECURITY OF THE SIGNAL

Baranov A. N., Sergeeva O. O.

Scientific adviser: Baranov A. N.

Black Sea Higher Naval School

Named After P. S. Nakhimov, Russia

Abstract — The application of the signals to secure (practically indecipherable) structure is an important factor in the confrontation of the protected system with interceptor.

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ СОГЛАСОВАНИЯ СТАНДАРТОВ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ И БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Шелехова О. Г., Поздеев А. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Шелехова О. Г.

Донецкий национальный университет, г. Донецк

E-mail: jenjaistorik@mail.ru

Аннотация — В работе обоснована необходимость согласования и интеграции стандартов в области охраны и безопасности объектов Российской Федерации и Республики Беларусь.

1. Введение

В условиях усиливающейся глобализации и активизации интеграционных процессов возникает необходимость унификации и согласования существующих стандартов. Эта проблема особенно актуальна в области охраны и безопасности объектов [1]. Особенно важно в первую очередь согласовать нормативно-правовую базу и выработать единый терминологический аппарат в сфере охраны и безопасности объектов. В литературных источниках рассмотрены вопросы гармонизации стандартов в различных сферах [2, 3], однако, вопросы согласования нормативно-правовой базы в области охраны и безопасности объектов требуют дальнейшего исследования.

Рассмотрим возможность согласования и интеграции стандартов в сфере охраны и безопасности объектов на примере Российской Федерации и Республики Беларусь.

2. Основная часть

Рассмотрим основополагающие термины в сфере охраны и безопасности объектов, представленные в стандартах стран Союзного государства [4, 5].

В государственном стандарте Российской Федерации [4] ГОСТР 52551-2016 п. 13 дано определение термина «охраняемый объект», как отдельное помещение или несколько помещений в одном здании, объединенные единым периметром, здания, строения, сооружения, прилегающие к ним территории и акватории, помещения, транспортные средства, а также грузы, денежные средства и иное имущество, подлежащее защите от противоправных посягательств», при этом к объектам охраны относятся объекты, подлежащие защите от противоправных посягательств [4].

Согласно Белорусскому стандарту [5] СТБ 1250-2000, п.29 «охраняемый объект - это объект охраны, охраняемый подразделением охраны и (или) оборудованный действующими техническими средствами и системами охраны», при этом к охраняемым объектам относятся [5] здания, сооружения, помещения, квартиры, участки местности, транспортные средства, перемещаемые (перевозимые) грузы, денежные средства, материальные ценности, физические лица, личное имущество физических лиц и т. п.

Учитывая единые цели стандартов [4, 5], данное определение целесообразно интегрировать и сформулировать: охраняемый объект — это объект охраны, охраняемый подразделением охраны и (или) оборудованный действующими техническими средствами и системами охраны», при этом к охраняемым объектам относятся здания, сооружения, помещения, квартиры, участки местности, транспортные средства, перемещаемые (перевозимые) грузы, де-

нежные средства, материальные ценности, физические лица, личное имущество физических лиц и т. п., которые подлежат защите от нарушителя.

Согласно ГОСТР 52551-2016 [4] «нарушитель — это лицо, создающее криминальную угрозу охраняемому объекту и/или имуществу».

В СТБ 1250-2000 [5] указано, что «нарушитель — это лицо, проникшее (пытающееся проникнуть) на охраняемый объект без разрешения ответственного лица, пользователя, владельца или жильца, или совершившее (пытающееся совершить) противоправные посягательства на охраняемое физическое лицо». Целесообразно интегрировать данные определения и указать, что нарушитель — это лицо, проникшее (пытающееся проникнуть) на охраняемый объект без разрешения ответственного лица, пользователя, владельца или жильца, или совершившее (пытающееся совершить) противоправные посягательства на охраняемое физическое лицо.

3. Заключение

Таким образом, обоснована необходимость согласования и интеграции стандартов в области охраны и безопасности объектов Российской Федерации и Республики Беларусь.

4. Список литературы

- [1] Султанов, Б. К. Таможенный союз Беларуси, Казахстана и России : состояние, проблемы, перспективы : монография / под общ. ред. Б. К. Султанова. — Алматы : КИСИ при Президенте РК, 2009. — 368 с.
- [2] Струков, А. В. Анализ международных и российских стандартов в области надежности, риска и безопасности [Электронный ресурс] / А. В. Струков. — Режим доступа: <http://szma.com/standartsana.lsis>.
- [3] Кириченко, Е. А. Сравнительный анализ порядка разработки международных стандартов финансовой отчетности и российских стандартов бухгалтерского учета / Е. А. Кириченко, Д. Х. Хоанг // Социально-экономические явления и процессы. — 2015. — Т. 10. — № 11. — С. 34 — 42.
- [4] ГОСТР 52551-2016 «Система охраны и безопасности. Термины и определения».
- [5] СТБ 1250-2000 «Охрана объектов и физических лиц. Термины и определения».

GROUNDING THE NECESSITY OF STANDARDS COORDINATION IN THE SECURITY FIELD FOR THE RUSSIAN FEDERATION AND THE REPUBLIC OF BELARUS

Shelekhova O. G., Pozdееv A. V.

Scientific adviser: Shelekhova O. G.

Donetsk State University, Donetsk

Abstract — The work substantiates the necessity of harmonizing and integrating standards in the field of security and safety of the facilities of the Russian Federation and the Republic of Belarus

ЗАЩИТА БАЗ ДАННЫХ ОТ SQL-ИНЪЕКЦИЙ

Сапожникова А. В., Новошинский В. В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Сапожникова А. В.

Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище им. П. С. Нахимова, Россия

E-mail: onlyeffectttt@yandex.ru

Аннотация — Рассмотрена методика проведения SQL-инъекции с целью несанкционированного управления информацией, содержащейся в базе данных. Приведен способ защиты от SQL-инъекции, реализованной на языке программирования PHP.

1. Введение

Большинство операций, производимых с использованием вычислительной техники невозможно без существования баз данных. Одной из основных задач обеспечения информационной безопасности является защита баз данных и предотвращение несанкционированного доступа к информации, хранящейся в них.

В докладе рассмотрена одна из самых опасных и распространённых угроз безопасности базы данных — SQL-инъекция, а также способы защиты от неё.

2. Основная часть

Работа с базой данных осуществляется посредством СУБД (система управления базами данных). Одной из обязательных задач СУБД является поддержка языка определения данных — Data Definition Language (DDL) и языка манипулирования данными — Data Manipulation Language (DML). Наиболее распространённым языком обращения к базе данных, включающим в себя как DDL, так и DML, является SQL (Structured Query Language).

Пример запроса на языке SQL на выборку данных из таблицы с названием «table», где в поле с названием «id» содержатся данные, введённые пользователем:

```
SELECT * FROM table WHERE id='данные от пользователя'
```

Любые данные, отправленные пользователем, автоматически помещаются в кавычки и с точки зрения синтаксиса запроса являются переданными параметрами, по которым будет происходить заранее определённый процесс поиска.

Однако, от пользователя на сервер может прийти строка, содержащая одинарную кавычку (например «1'»). Эта кавычка будет участвовать в синтаксисе запроса, он окажется неверным и произойдёт ошибка:

```
SELECT * FROM table WHERE id='1'
```

Увидев ошибку и поняв, что синтаксис запроса можно нарушить, пользователь может воспользоваться уязвимостью и выполнить произвольный запрос к базе данных, например, удалить любую таблицу с данными, название которой ему известно. Для этого ему будет достаточно отправить следующую строку: «1'; DROP TABLE table --»

где «DROP TABLE» — команда, удаляющая таблицу; «table» — имя таблицы;

«--» — два знака минус, обозначающие начало комментария в языке SQL (после этих двух символов любой код не выполняется).

После этого запрос имеет вид:

```
SELECT * FROM table WHERE id='1'; DROP TABLE table --'
```

В данном случае будет выполнена санкционированная команда выбора полей таблицы, а затем произвольная, вредоносная команда, осуществляющая несанкционированное удаление данных из базы.

Самый надёжный и современный способ защиты от SQL-инъекции — это подготовленный запрос (prepared statement).

Смысл подготовки запроса заключается в предварительном создании шаблона запроса, который будет отправляться на сервер отдельно от пользовательских данных. Таким образом, у пользователя не будет возможность повлиять на работу сервера.

Реализация концепции подготовленных запросов в языке программирования PHP:

```
$query = $pdo->prepare("SELECT * FROM table WHERE id = ?");
```

```
$query->execute(array('данные от пользователя'));
```

Создается подготовленный шаблон запроса, затем в этот шаблон передаются данные от пользователя. Данный подход позволяет полностью исключить возможность SQL-инъекции.

3. Заключение

Таким образом, продемонстрирован пример осуществления SQL-инъекции, рассчитанной на несанкционированное управление информацией, содержащейся в базе данных.

Приведен пример защиты от такого вида угроз, заключающейся в использовании концепции подготовленных запросов, а именно пример реализации этой концепции на языке программирования PHP.

PROTECTION OF DATABASES FROM SQL-INJECTIONS

Sapojnikova A. V., Novoshinskiy V. V.

Scientific adviser: Sapojnikova A. V.

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

Abstract — The method of an SQL-injection for unauthorized manipulation with information in the database is considered. The way of protection from an SQL-injection, implemented in the PHP programming language, is presented.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОМЕЩЕНИЙ С ОГРАНИЧЕННЫМ ДОСТУПОМ НА СОХРАННОСТЬ ИНФОРМАЦИИ ОТ УТЕЧКИ ПО АКУСТИЧЕСКОМУ КАНАЛУ

Паслён В. В., Штурлак А. В.

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

Аннотация — В статье рассмотрен способ защиты акустической (речевой) информации методом сооружения в помещении с ограниченным доступом второго помещения, из сочетания звукоотражающих и звукопоглощающих материалов. Выполнено моделирование в программном пакете COMSOL Multiphysics.

1. Введение

В настоящее время практически неотъемлемым атрибутом фирмы является помещение с ограниченным доступом (ПсОД) для ведения разговоров. Под ПсОД понимается специально-выделенное помещение, в котором отсутствуют какие-нибудь технические средства обработки информации и ведутся деловые переговоры, содержащие конфиденциальную информацию. Для злоумышленника, одним из основных способов получения её, является использования акустического канала утечки информации. Таким образом, главной задачей является защита речевой информации от данного канала утечки в ПсОД.

2. Основная часть

Акустический канал утечки речевой информации включает в себя следующие каналы — прямой акустический (воздушный), акустовибрационный (вибрационные), акустооптические (лазерные), акустоэлектрические и акустоэлектромагнитные (параметрические) [1].

Речевой сигнал лежит в диапазоне частот от 200 — 300 Гц до 4 — 6 кГц и средней распространения является воздух, жидкость и твёрдые тела. Диапазон уровней звукового давления — от 10 дБ (очень тихая речь — шепот) до 84 дБ (очень громкая речь) [1].

Для защиты помещения от хищения злоумышленником речевой информации, в ПсОД фирмы, сооружается меньшее помещение, необходимое для ведения переговоров, из сочетания звукоотражающих и звукопоглощающих материалов, с тамбуром. В качестве звукоотражающего материала выбран гипсокартон, толщиной по 1.25 см, а в качестве звукопоглощающего — стекловолокно, толщиной по 4 см. Эти материалы применяются на основании того, что они являются доступными и относительно дешёвыми. В программном пакете COMSOL Multiphysics смоделировано взаимодействие этих материалов с речевым сигналом в диапазоне частот от 0,2 до 4 кГц, модель которых представлена на рисунке 1. Толщина воздушного слоя между двумя слоями стекловаты соответствует 0,3 см.

Результаты моделирования для некоторых частот из выбранного диапазона представлены в таблице 1. Для упрощения расчётов выбран не весь частотный речевой диапазон.

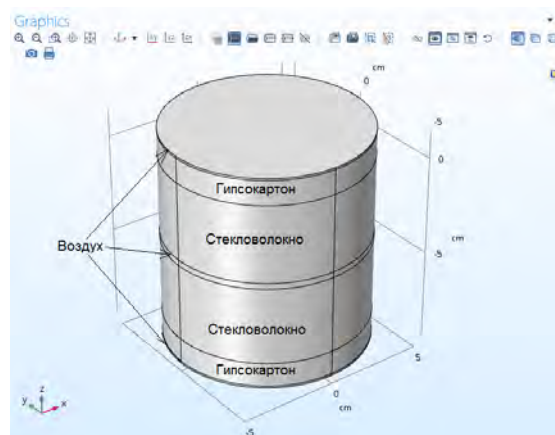


Рис. 1

Таблица 1

Частота, кГц	Ослаб. ур. звуков. давл., дБ	Частота, кГц	Ослаб. ур. звуков. давл., дБ
0.2	39.4	2.5	92.7
0.5	42.5	3	97.6
1	67.4	3.5	101.6
1.5	78.8	4	105.2
2	86.7	4.5	108.6

3. Заключение

Таким образом, используя данный способ сплошного размещения материалов, гипсокартона и стекловолокна, в речевом диапазоне, минимальное ослабление составляет 39.4 дБ, при толщине конструкции в 10.8 см.

4. Список литературы

- [1] Хорев, А. А. Техническая защита информации : учеб. пособие для студентов вузов. Технические каналы утечки информации / А. А. Хорев. — М. : НПП «Аналитика», 2008. — Т. 1. — 436 с.
- [2] Защита информации в выделенных помещениях. ИНФОРМОСТ «Радиоэлектроника и Телекоммуникация» — 19 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://rit.informost.ru/rit/1-2002/25.pdf>.

INVESTIGATION OF ROOMS WITH RESTRICTED ACCESS TO SECURE INFORMATION FROM LEAK UNDER ACOUSTIC CHANNEL

Paslyon V. V., Sturlak A. V.

Scientific adviser: Paslyon V. V.

Donetsk National Technical University, Donetsk

Abstract — The method of protection of acoustic (speech) information by the method of construction in a room with limited access of the second room, from a combination of sound-absorbing and sound-reflecting materials, is considered. Simulation in the COMSOL Multiphysics software package is made.

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗБОРЧИВОСТИ РЕЧИ ТОНАЛЬНЫМ МЕТОДОМ

Шахайда В. М., Прудюс Е. С.

Научный руководитель: Шахайда В. М.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: americancaep@mail.ru

Аннотация — В статье рассмотрен анализ речевой информации как объекта защиты. Разработана функциональная схема измерителя и алгоритм работы программного обеспечения для реализации тонального метода оценки разборчивости речи.

1. Введение

Разборчивость является некоторой интегральной оценкой речевого сигнала и в соответствии с международным стандартом ISO/TR 4870 определяется как «степень, с которой речь может быть понятна (расшифрована) слушателями».

2. Основная часть

В настоящее время разработано большое количество методов оценки разборчивости речи: AI, %ALcons, STI, RASTI, SII и т.д. [1].

Под акустической информацией понимается информация, носителем которой являются акустические сигналы. Основной характеристикой каналов передачи информации является передача без искажений, то есть передача акустической информации с максимальной разборчивостью речи.

Оценка качества передачи речи в электроакустических трактах и каналах связи на основе формантной теории дала возможность разработать простой, но вместе с тем более точный метод измерения разборчивости речи для всех языков, названный тональным.

Учитывая требования ГОСТ 8031-78 алгоритм работы разрабатываемого устройства должен обеспечивать соблюдения методики, изложенной в нем [1]. Исходя из методики измерения проводятся на 20 частотах, после чего вычисляется общий уровень разборчивости речи. Для реализации измерений на разных частотах в устройстве применены 20 одинаковых по функциональному назначению модулей, настроенных каждый на свою рабочую частоту, оговоренную в ГОСТе.

Измерительные модули состоят из корректирующего усилителя, полосового фильтра, амплитудно-цифрового преобразователя и буферного запоминающего устройства.

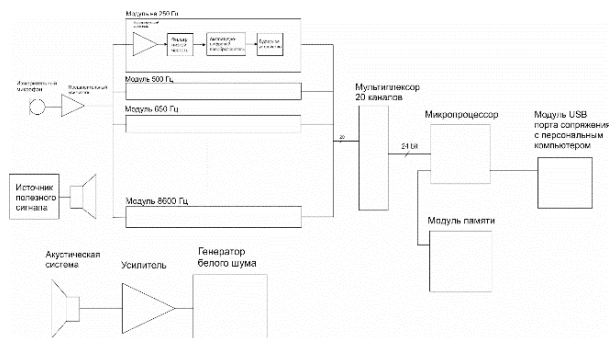


Рис. 1

Алгоритм работы программного обеспечения должен обеспечивать максимальную точность определения параметров исследуемого сигнала с учетом

соблюдения методики, оговоренной в ГОСТе и должно обеспечивать следующие функции:

- осуществлять опрос 20 измерительных блоков;
- снимать показания с измерительных блоков;
- рассчитывать выходные данные в соответствии с методикой;
- выводить полученный результат на индикатор;
- производить запись данных на карту памяти;
- осуществлять обмен данными с ПЭВМ в реальном масштабе времени.

Необходимость разработки данного устройства возникла в следствии реализации методики, предложенной в ГОСТе, но на современном элементном уровне с применением микропроцессорной техники.

3. Заключение

Таким образом, разработанное устройство можно использовать для определения степени защищенности акустического канала передачи информации. Так же данное устройство необходимо для аттестаций помещений. Применение прибора экономически оправдано, поскольку нет надобности в оплате труда группы экспертов и не связано с большими временными затратами.

4. Список литературы

- [1] Технические средства и методы защиты информации: учеб. пособие для вузов / Зайцев А.П. [и др.]. — М. : Горячая линия — Телеком, 2012. — 616 с.
- [2] ГОСТ 8031-78 (переиздание с изменениями). Аппараты телефонные. Тональный метод измерения разборчивости речи. — М. : Изд-во стандартов, 1998. — 21 с.

DEVELOPMENT OF FUNCTIONAL SCHEME OF DEVICE FOR STUDY OF SPEECH INTELLIGIBILITY BY VOICE METHOD

Shahaida V. M., Prudius E. S.

Scientific adviser: Shahaida V. M.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The analysis of speech information as an object of protection is considered. The functional scheme of the meter and the algorithm of software for implementing the tonal method for assessing speech intelligibility are developed.

ИЗУЧЕНИЕ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА В РАМКАХ ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ»

Лашченко И. В., Василенко Е. Д., Иванищев А. Ю.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Лашченко И. В.
 Севастопольский государственный университет, Россия
 E-mail: press@sevsu.ru

Аннотация — Рассмотрены принципы работы системы контроля и управления доступом и предложена идея лабораторного макета.

1. Введение

Система контроля и управления доступом (СКУД) — это комплекс программных и технических средств обеспечения безопасности. СКУД позволяет обеспечить безопасность посетителей и персонала, а также сохранить информацию, материальные ценности и избежать ситуаций несанкционированного проникновения на объект. СКУД широко применяется в образовательных учреждениях, офисных центрах, банках и многих других объектах. Существует два типа СКУД: сетевой и автономный. Автономные системы просты в монтаже и их стоимость невысока, но они не могут хранить информацию. Сетевые системы применяются чаще, так как управляются компьютером и имеют возможность систематизировать и накапливать информацию о всех, кто проходит на объект. СКУД классифицируют по трем принципам опознавания: атрибутивный, персональный и основанный на знаниях. Все эти методы очень интересны и их изучать практически в рамках дисциплины «Методы защиты информации».

2. Основная часть

Рассмотрим атрибутивные средства контроля доступа: идентификаторами являются брелки, карты со штрих-кодом, бесконтактные proximity и магнитные карты, а также устройства с технологиями беспроводной передачи данных малого радиуса действия (NFC). Для лабораторного исследования мы выбираем самый распространенный способ идентификации — с помощью карт, рассмотрим их более подробно.

Магнитная карта представляет собой пластину с магнитной полосой, на которой содержится информация. Она снимается, когда карточка проводится через считыватель. Информацию на магнитной карте можно легко перезаписать, это неприемлемо в СКУД. Карточка со штриховым кодом представляет собой пластину с нанесенными на неё чёрными полосками. Минусом такой карты является легкость подделки, а также невозможность их перезаписи. К плюсам относится простота изготовления, быстрота считывания и устойчивость к механическим повреждениям. RFID-карта (proximity-карта, RFID-метка) содержит в себе информацию, которая считывается или записывается с помощью радиосигналов. Достоинства радиочастотной идентификации: высокая скорость чтения меток, возможность перезаписи информации, большое расстояние чтения, сложность самостоятельного изготовления. Недостатком является влияние электромагнитных волн. Бесконтактные Smart-карты имеют больший ряд преимуществ, чем RFID-метки, что влияет на их стоимость и делает дороже. Мультифункциональные карты доступа содержат биометрические данные владельца предназначенные для

идентификации личности. Их преимуществом является высокая безопасность.

Для реализации проекта мы воспользуемся готовой платой *Arduino*. *Arduino* — это инструмент для проектирования электронных устройств. Эта платформа содержит готовые модули управления различной сложности и среду для программного обеспечения. *Arduino* применяется для создания электронных устройств, которые могут самостоятельно работать или взаимодействовать с ПО на компьютере.

На рис. 1 представлена упрощенная структурная схема лабораторного макета для автономной работы системы контроля доступа.

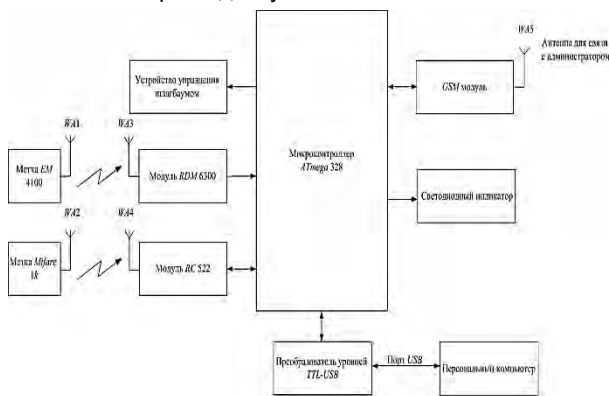


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, для лабораторного исследования мы воспользовались платой *Arduino* и запрограммировали устройство с помощью языка C/C++, который использует эта платформа.

4. Список литературы

- [1] Иванищев, А. Ю. Тенденции развития систем контроля доступа / А. Ю. Иванищев, И. В. Лашченко // Матер. 11-й междунар. молодежной науч.-техн. конф. «Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций (РТ-2015)». — Севастополь, 2015. — С. 214.

STUDY OF ACCESS CONTROL FACILITIES FOR MODERNIZATION OF THE COURSE "METHODS OF PROTECTION OF INFORMATION"

Lashchenko I. V., Vasilenko E. D., Ivanishchev A. Y.
 Scientific adviser: Lashchenko I. V.

Abstract — The principles of operation of the access control system are considered, and the idea of a laboratory model is proposed.

ОБЗОР ПРОБЛЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ

Маслова М. А., Кималидинов Э. Л.

Научный руководитель: Маслова М. А.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: mashechka—81@mail.ru

Аннотация — данная работа посвящена анализу проблем информационной безопасности интернета вещей. Проанализирована многоуровневая структура Internet of Things, проблемы ИБ на каждом из уровней данной структуры — прикладном, сетевом и восприятия.

1. Введение

«Интернет вещей» позволяет людям и «вещам» взаимодействовать и понимать друг друга в любое время и в любом месте, используя различные сети связи. Базовыми составляющими являются всепроникающие сенсорные сети Ubiquitous Sensor Networks и радиочастотная идентификация Radio Frequency Identification [1].

Одной из главных проблем IoT является обеспечение информационной безопасности (ИБ). Настоящая работа посвящена анализу проблем обеспечения информационной безопасности IoT. Для решения поставленной задачи анализу подлежат: многоуровневая структура интернета вещей, проблемы обеспечения безопасности на каждом из уровней принятой структуры IoT.

2. Основная часть

Структура IoT может быть разделена на три уровня — уровень восприятия (perception), сетевой уровень и прикладной уровень [2]. Задача уровня восприятия получить надежное считывание с сенсоров, RFID-меток. Сетевой уровень обеспечивает: повсеместный доступ, передачу информации, обработку, хранение. Он состоит из уровня доступа (мобильные сети связи), и основного уровня обмена (Интернет, сети следующего поколения NGN, виртуальные частные сети).

Основная проблема безопасности на уровне восприятия состоит в физической безопасности приборов восприятия и безопасность сбора информации. Проблемы безопасности на этом уровне: физический захват сенсорных узлов, захват узла шлюза, утечка информации сенсора, угрозы целостности данных, истощение энергообеспечения, угрозы перегрузки, атаки типа DoS (отказ в обслуживании), угрозы маршрутизации установлением в сеть нелегитимных сенсоров.

Угрозы ИБ сетей связи распространяются и на IoT, который построен на них. Это относится к несанкционированному доступу, перехвату данных, конфиденциальности, целостности, атаках типа человек посередине, Dos-атакам (отказ в обслуживании), вирусам, эксплойтам, сетевым червям, рутки-там и др. Кроме того, существуют межсетевые проблемы аутентификации, которые могут быть причиной атак DoS. В IoT стоят более сложные проблемы обеспечения безопасности по сравнению с теми, с которыми сталкивались ранее [3]. Это вызвано двумя причинами — гетерогенный характер структуры (многообразие вещей, разные технологии сетей в соединении) и большим числом объектов [4].

Приложения IoT сталкиваются с дополнительными проблемами безопасности на прикладном уровне — при использовании облачных вычислениях, обработке информации, обеспечении прав на интеллектуальную собственность, защите приватности и др. Некоторые исследования обеспечения информационной безопасности IoT. Зарубежные специалисты уделяют большое внимание научным и экспериментальным исследованиям в обеспечении информационной безопасности IoT.

3. Заключение

Стремительное развитие за последние 2 — 3 года в практическом плане концепции Интернета вещей вызвано широким распространением беспроводных технологий и межмашинного обмена, развитием технологии облачных вычислений и началом перехода на IPv6. Однако использование IoT во многих областях ограничено сложными проблемами в части обеспечения ИБ.

Необходимо продолжить эти работы в плане анализа предложений специалистов по решению проблем безопасности в IoT для использования в РФ.

4. Список литературы

- [1] Гольдштейн, Б. С. Сети связи пост — NGN / Б. С. Гольдштейн, А. Е. Кучерявый. — СПб. : БХВ — Петербург, 2013. — 160 с.
- [2] Context Aware Computing for The Internet of Things A Survey / C. Perera [et. al.] // Communications Surveys & Tutorials, IEEE. — 2014. — Vol. 16. — Iss. 1. — P. 414 — 454.
- [3] Алексеев, В. Модули Bluetooth, Wi-Fi и NFC производства u-blox- connectBlue для «Интернета вещей». Ч. 1. Модули с поддержкой Bluetooth / В. Алексеев // Беспроводные технологии. — 2015. — Т. 2. — № 39. — С. 27 — 32.
- [4] Беспроводной промышленный мониторинг [Электронный ресурс]. — М. : ИТМиВТ. — Режим доступа: http://www.ipmce.ru.img/release/is_sensor.pdf.

OVERVIEW OF SECURITY ISSUES IN THE INTERNET OF THINGS

Maslova M. A., Kimalidinov E. L.

Scientific adviser : Maslova M. A.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The article is devoted to the analysis of problems of information security of the Internet of things. The multi-level structure of the Internet of Things, the problems of information security at each of the levels of the structure (applied, networked and perceptual levels) are analyzed.



Секция 11

ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

НАДГОРИЗОНТНАЯ РЛС КОМПЛЕКСА РАННЕГО ОБНАРУЖЕНИЯ

Поляков А. Л., Дидус Т. С., Лысенко-Дидус О. И.
 Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Поляков А. Л.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: AL_Polykov@inboxs.ru

Аннотация — статья посвящена историческому событию в г. Севастополе, а именно размещению на мысе Херсонес радиолокационной станции 5Н86 «Днепр» для обнаружения искусственных спутников Земли (ИСЗ) и баллистических ракет (БР) на Юго-Западном воздушно-космическом направлении.

1. Введение

Ещё задолго до постановки на боевое дежурство комплекса раннего обнаружения (РО) перед разработчиками был поставлен вопрос о создании круговой системы раннего обнаружения БР на базе надгоризонтных РЛС. Поэтому в разгар строительства узлов обнаружения спутников (ОС) на основе РЛС 5Н15 «Днепр» и узлов раннего обнаружения (РО) на основе РЛС 5Н15М «Днепр-М». Радиотехническим институтом совместно с НИИ — 2 МО СССР в 1966 году был разработан «Проект дальнейшего развития системы РО» в котором предполагалось создание круговой системы раннего обнаружения на базе РЛС 5Н86 «Днепр» [1]. Создание круговой системы РО с использованием РЛС «Днепр» выводило её на новый качественный уровень.

2. Основная часть

С целью укрепления противоракетной защиты государства 21 октября 1968 г. решением Главного Штаба войск ПВО СССР была создана группа по строительству объекта, предназначенного для выявления БР на Юго-Западном направлении. Группу, в которую входили Исаев В. А., Колотухин В. Н., Колесов А. И., 4 сержанта и 15 солдат возглавил майор Троненко Михаил Николаевич (на фото).

Место для размещения узла РО-4 было выбрано на мысе Херсонес в г. Севастополе.

РЛС «Днепр» должна была стать основной и наиболее массовой в круговой системе предупреждения о ракетном нападении, предназначенной для автоматического обнаружения и сопровождения баллистических ракет, искусственных спутников Земли и космических помехоносителей [1, 2].

Как и предшествующие РЛС главного конструктора Поляка Ю. В. РЛС 5Н86 «Днепр» структурно состояла из двух секторных РЛС, объединённых общим вычислительным комплексом, комплексом управления, функционального контроля и инженерным комплексом. Но за счёт того, что на РЛС «Днепр» были установлены более надёжные и мощные передающие устройства, созданы в каждой секторной РЛС по два независимых радиолокационных канала, введен режим фазотраекторного накопления, увеличена производительность вычислительного комплекса и усовершенствована программа обработки информации она стала, практически новой РЛС.

К концу 1971 года РЛС 5Н86 «Днепр» и вся обеспечивающая инфраструктура были построены. Руководить вновь созданным узлом предупреждения в г. Севастополе был назначен ветеран Великой Отечественной войны, кавалер шести боевых

орденов полковник Дворников Николай Николаевич. После выхода в 1977 году Дворникова Н. Н. в отставку его эстафету принял полковник Полтава Иван Макарович.



С 1977 г. по 1989 г., выполняя задачи стратегического значения узел девять раз добивался звания отличного, пять раз признавался лучшим в 3-й отдельной армии предупреждения о ракетном нападении (особого назначения) и был награждён Красным знаменем Военного Совета. За мужество и воинскую доблесть узел был награжден Вымпелом

Министра Обороны СССР. За выполнение боевых задач 23 офицера узла были награждены орденами «Красной звезды» и «За службу Родине в Вооруженных Силах», 16 офицеров медалями «За боевые заслуги».

3. Заключение

Таким образом, РЛС 5Н86 «Днепр» на м. Херсонес и люди, которым было доверено её применение по назначению с честью выполнили возложенные на них задачи государственной важности, тем самым преумножив честь и славу Города-героя Севастополя.

В 2014 году, после вхождения Крыма и Севастополя в состав Российской Федерации началась новая страница в истории узла.

4. Список литературы

- [1] Панченко, В. П. Заметки о создании и развитии системы предупреждения о ракетном нападении / В. П. Панченко — М. : СамПолиграфист, 2014. — 252 с.
- [2] Стрельников, В. К. Последнее предупреждение / В. К. Стрельников — М. : Компания «Информационный мост», 2008. — 112 с.

OVERHORIZONTAL RADAR STATION OF EARLY DETECTION

Poljakov A. L., Didus T. S., Lisenko-Didus O. I.
 Scientific adviser: Poljakov A. L.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The article is devoted to historical event in Sevastopol: the construction of the 5N86 "Dneper" Radar Station provided for the detection of artificial Earth satellites and ballistic missiles in the South-West airspace on the Khersonese Cap.

ТАГАНРОГСКИЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ — ОДИН ИЗ ПИОНЕРОВ В СОЗДАНИИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ (к 60-летию микроэлектроники)

Ермолов П. П., Кузьменко А. И.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Ермолов П. П.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: p.p.yermolov@mail.ru

Аннотация — В 1958 г. в СССР и США были начаты первые исследования, посвященные микроминиатюризации в области радиоэлектроники. В докладе приведено опровержение приоритета в этой области Рижского завода полупроводниковых приборов, а также краткие сведения о профессоре Л. Н. Колесове, создавшем в Таганрогском радиотехническом институте научное направление «Микроэлектроника», и профессоре Е. Б. Механцеве, отстаивающем приоритет института в создании первой отечественной интегральной схемы.

1. Введение

12 сентября 1958 года на фирме Texas Instruments были продемонстрированы склеенные пчелиным воском на стеклянной подложке устройства из двух кусочков кремния размером 11,1×1,6 мм. Это были объемные макеты — прототипы интегральной схемы генератора, доказывающие возможность изготовления всех элементов схемы на основе одного полупроводникового материала. Эта дата отмечается в истории электроники как день появления первых интегральных схем [1]. В цитируемой статье приводятся сведения о том, что на Рижском заводе полупроводниковых приборов (РЗПП) осенью 1962 года были получены первые опытные образцы германиевой «твердой схемы» 2НЕ-ИЛИ (термина «интегральная схема» тогда не существовало). Она содержала два германиевых *p-n-p*-транзистора с общей нагрузкой в виде распределенного германиевого резистора *p*-типа. В этой статье утверждается: «В СССР никто ничего подобного не делал». Тем не менее, в Таганрогском радиотехническом институте (ТРТИ) еще весной 1958 г. заведующим кафедрой конструирования и производства РЭА Леонардом Николаевичем Колесовым был практически представлен «Проект направления» работ по микроэлектронике, реализация которого привела к созданию в ТРТИ к 1961 г. в ОНИЛ института первой в СССР функционирующей «твердой схемы» на германии (у автора статьи [2] Е. Б. Механцева сохранился оригинал «Проекта направления»). Автор статьи [2] опровергает утверждение о приоритете РЗПП в создании первой отечественной интегральной схемы.

2. Леонард Николаевич Колесов

Л. Н. Колесов весной 1958 года был избран на должность заведующего кафедрой конструирования и производства РЭА ТРТИ. В ЛЭТИ Л. Н. Колесов в 1954 г. защитил кандидатскую диссертацию, пытался организовать работы по миниатюризации аппаратуры в одном из Ленинградских НИИ, но не получил поддержки руководства. Колесов прибыл в ТРТИ с твердым намерением реализовать свои идеи в вузе, еще не обремененном традициями, с помощью молодёжного коллектива кафедры. Он понимал проблемы, стоящие перед конструкторами и технологами РЭА и знал об обсуждавшихся на Западе путях их преодоления и попытках найти приемлемые решения.

В качестве первого объекта для реализации была выбрана ячейка диодно-транзисторной логики на германии. На подготовку условий для проведения первых опытов ушел 1959 год, первые практические

результаты были получены в 1960-м. Результаты были оформлены в отчете по теме: «Разработка новых технологических методов производства узлов радиоэлектронной аппаратуры на основе физики твердого тела», подготовленного в 1961 г.

Осенью 1962 года ТРТИ утвердили головным институтом в системе вузов по направлению «Создание микроэлектронной аппаратуры высокой надежности и автоматизация ее производства». Одновременно Минвузом был создан совет по координации работ в этой области во главе с Л. Н. Колесовым.

В энциклопедии ТРТИ (т. II, с. 113) коротко сказано о его дальнейшей судьбе: «В начале 1969 г. отошел от руководства кафедрой и проблемной лабораторией в ТРТИ, был избран профессором Владимирского политехнического института». Скончался Л. Н. Колесов во Владимире в возрасте 46 лет. В 1974 г. (посмертно) тиражом 20 тыс. экз. была издана монография Колесова «Введение в инженерную микроэлектронику».

3. Евгений Борисович Механцев

Е. Б. Механцев после окончания в 1955 г. с отличием ЛЭТИ прошел путь от ассистента до профессора. Активный участник организации и становления в ТРТИ научного направления по микроэлектронике. Подготовил 17 кандидатов наук. Отстаивает приоритет ТРТИ в создании первой отечественной интегральной схемы, автор статьи [2].

4. Заключение

Вопрос о приоритете в создании первой отечественной интегральной схемы требует более глубокого и тщательного исследования.

5. Список литературы

- [1] Малашевич, Б. М. Первые отечественные интегральные схемы / Б. М. Малашевич // Электроника : Наука, технология, бизнес. — 2008. — № 5. — С. 108 — 117.
- [2] Механцев, Е. Б. Об одном полузабытом событии (к пятидесятилетию микроэлектроники) / Е. Б. Механцев // Электроника : Наука, технология, бизнес. — 2009. — № 7. — С. 106 — 109.

TAGANROG RADIO ENGINEERING INSTITUTE – ONE OF PIONEERS IN CREATING INTEGRATED CIRCUITS (TO THE 60TH ANNIVERSARY OF MICROELECTRONICS)

Yermolov P. P., Kuz'menko A. I.

Scientific adviser: Yermolov P. P.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — In 1958, the first studies on microminiaturization of radio electronics began in the USSR and the USA. The report refutes the priority in this area of the Riga Semiconductor Devices Plant, as well as brief information about Professor L. N. Kolesov, who created the scientific direction "Microelectronics" in the Taganrog Radio Engineering Institute, and Professor Ye. B. Mekhantsev, who upholds the institute's priority in creating the first domestic integrated circuit.

60 ЛЕТ ФИЛЬТРУ ЛЕЖАНДРА

Ермолов П. П., Хорошко Л. С.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Ермолов П. П.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: p.p.yermolov@mail.ru

Аннотация — 60 лет назад, в 1958 г. Атанасиосом Папулисом был предложен электронный фильтр, для расчета коэффициентов которого используются многочлены Лежандра. Фильтр имеет крутой спад амплитудно-частотной характеристики, при этом не обладает пульсациями характеристики. В докладе кратко отражены биографии Лежандра и Папулиса.

1. Введение

При проектировании фильтров инженер сталкивается с необходимостью согласовать требования к обработке сигнала с тем, что можно реализовать имеющимися схемными средствами. Нередко случается так, что введение в характеристики фильтра простейших ограничений, направленных на удовлетворение поставленных требований к обработке сигнала, приводит к тому, что такой фильтр оказывается физически нереализуемым.

Аппроксимация — это приближенная замена заданной частотной зависимости другой частотной зависимостью, которая точно совпадает с заданной в ограниченном числе точек, отклоняется от нее в допустимых пределах вне этих точек, давая в то же время физически реализуемую функцию.

Фильтр Лежандра — это электронный фильтр, для аппроксимации которого используются многочлены Лежандра. Фильтр имеет крутой спад амплитудно-частотной характеристики, не обладая при этом пульсациями характеристики. Фильтр Лежандра является компромиссным решением между фильтром Баттерворта (имеющим монотонную характеристику) и Чебышева (обладающим крутым спадом характеристики).

2. Адриен Мари Лежандр

Адриен Мари Лежандр (1752 — 1833) — французский математик. Лежандр окончил Коллеж Мазарини, с 1775 года — преподаватель Военной школы в Париже. Член Парижской академии наук (с 1783). В годы Французской революции Лежандр, вместе с Лагранжем и Лапласом, активно участвовал в Комиссии по введению метрической системы, в частности, в измерении длины одного градуса между Дюнкерком и Барселоной для установления эталона метра. Имя Лежандра внесено в список величайших ученых Франции, помещенный на первом этаже Эйфелевой башни. В его честь названы, в частности, многочлены Лежандра, используемые для аппроксимации характеристик электронных фильтров.

В 1798 году вышла в свет книга Лежандра «Опыт теории чисел» — фундаментальный труд, итог арифметических достижений XVIII века, которая выдержала три переиздания еще при его жизни.

Лежандр обосновал и развил теорию геодезических измерений, продвинул сферическую тригонометрию. В области математического анализа им введены упомянутые выше многочлены Лежандра, преобразование Лежандра, исследованы эйлеровы интегралы и др.

Для среднего образования выдающееся значение имел его учебник «Начала геометрии» (1794), выдержавший несколько изданий при жизни Лежандра и послуживший образцом для всех дореволюционных учебников по элементарной математике в России.

Однако Лежандра преследовал какой-то злой рок — стоило ему сделать выдающееся открытие, как тут же оказывалось, что другой математик сделал то же самое немного раньше. Даже те его открытия, приоритет которых никто не оспаривал, часто в самом скором времени перекрывались чужими, более общими результатами. Например, по поводу авторства метода наименьших квадратов, которым Лежандр особенно гордился, он имел приоритетный спор с Гауссом, который открыл этот метод независимо и раньше Лежандра (1795), но опубликовал позже. Многолетние труды Лежандра по эллиптическим функциям были во многом обесценены после появления классических работ Абеля и Якоби.

3. Атанасиос Папулис

Атанасиос Папулис (1921 — 2002) — греческий и американский математик и инженер. Папулис родился в греческой столице, в 1921 году окончил Афинский политехнический университет и получил диплом инженера-электрика. Продолжил учебу в США, окончив математический факультет Пенсильванского университета, где в 1950 г. получил степень доктора. Папулис преподавал в Политехническом институте Бруклина (сегодня это Политехнический институт Нью-Йоркского университета) с 1952 года.

Папулис внес вклад в таких научных областях как обработка сигналов, теория информации, и общая теория систем. Он написал более 150 научных работ и 9 книг. Его ставшая классической книга «Вероятности, случайные величины, и стохастические процессы» используется в качестве учебного пособия во многих университетах во всем мире.

4. Заключение

Материал настоящего доклада может быть использован при создании словаря «Эпонимы в области инфокоммуникаций и радиотехнологий» [1], который будет способствовать формированию у будущих специалистов такой компетенции, как способность осуществлять свою деятельность на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории науки и техники. В словарь целесообразно внесение обоих исследователей — Лежандра и Папулиса.

5. Список литературы

- [1] Ермолов, П. П. Эпонимы в терминологии инфокоммуникаций и радиотехнологий / П. П. Ермолов // Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии. — 2018. — Т. 1. — № 1. — С. 121 — 135.

60 YEARS OF LEGENDRE FILTER

Yermolov P. P., Khoroshko L. S.

Scientific adviser: Yermolov P. P.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — 60 years ago, in 1958, Athanasios Papoulis proposed an electronic filter, for the calculation of the coefficients of which Legendre polynomials are used. The filter has a steep drop in the amplitude-frequency response, while it does not have the characteristic pulsations. The report briefly reflects the biographies of Legendre and Papoulis.

ФЕССЕНДЕН, ЛЕВИ, ШОТТКИ ИЛИ АРМСТРОНГ? К 100-ЛЕТИЮ ИЗОБРЕТЕНИЯ ГЕТЕРОДИНА

Ермолов П. П., Кузьменко А. И.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Ермолов П. П.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: p.p.yermolov@mail.ru

Аннотация — 100 лет назад, в 1918 г., произошли основные события, связанные с изобретением технологии гетеродина. К этим и предшествующим событиям причастны исследователи Фессенден и Армстронг (США), Леви (Франция), а также Шоттки (Германия). В докладе предлагается зафиксировать историю развития этой технологии введением соответствующих эпонимов.

1. Введение

Развитие радиоприемной аппаратуры прошло большой и сложный путь технической эволюции. До войны 1914 г. наиболее распространенным являлся приемник с электролитическим или же кристаллическим детектором, хотя уже в это время был известен ламповый приемник. За время войны 1914—1918 гг. была предложена схема регенератора и супергетеродина. Начиная с этого времени, супергетеродин начал постепенно вытеснять все другие схемные решения.

2. Основная часть

Создателем супергетеродинного метода приема принято считать американского радиоинженера и изобретателя Армстронга (Edwin Howard Armstrong, 1890—1954). Это верно в том смысле, что он первый осуществил супергетеродинный прием и исследовал его преимущества. Что же касается принципа супергетеродина, то он был известен и до Армстронга. Метод приема, основанный на гетеродинации колебаний, был предложен американским инженерам Фессенденом (Reginald Aubrey Fessenden, 1866 — 1932). Первый патент был выдан Фессендену 28 сентября 1901 г., причем в этом патенте местный генератор отсутствовал, а его роль выполняла вторая передающая станция, колебания которой принимались на особую антенну.

Во втором патенте Фессендена уже используется местный генератор, который автором изобретения назван гетеродином — от греческих слов *heteras* (внешний) и *dynamis* (сила). Чувствительность гетеродинного приемника Фессендена была очень невелика. Дальнейшее усовершенствование гетеродинного приема привело к созданию более совершенных схем.

Первая супергетеродинная схема была предложена французским инженером Люсьеном Леви (Lucien Levy, 1892— 1965), которому 4 августа 1917 г. был выдан патент на предложенный им метод приема. В схеме Леви были почти все основные элементы супергетеродинного приемника, за исключением усилителя промежуточной частоты (УПЧ).

Следующий шаг в области развития супергетеродинной схемы связан с именем Шоттки (Walter Hermann Schottky, 1886—1976), работником лаборатории фирмы Сименс. Описание супергетеродинного приемника было дано Шоттки в феврале и марте 1918 г. Патентная заявка, сделанная фирмой «Сименс», относится к 18 июня 1918 г. Отличие от приемника Леви заключается в наличии УПЧ. В описании указывается, что применение данной схемы дает возможность получить приемник с большой чувствительностью и избирательностью. Шоттки не удалось практически осуществить свою идею, и его работа

оставалась неиспользованной до тех пор, пока к этому не пробудили интерес другие обстоятельства.

Армстронг, майор американского экспедиционного корпуса, отделенный от Шоттки линией фронта и потому работавший заведомо независимо от последнего, в том же 1918 г. предложил схему, аналогичную схеме Шоттки. Патент Армстронга относится к 30 декабря 1918 г. В своем патенте Армстронг указывает на возможность многократного преобразования частоты. Он не ограничился разработкой только принципиальной стороны вопроса, а построил супергетеродинный приемник и провел его испытания. Супергетеродин Армстронга представлял собой восьмиламповую установку, включающую в себя первый детектор, гетеродин, три каскада УПЧ, второй детектор и два низкочастотных каскада [1].



Восьмиламповый супергетеродинный приемник Армстронга времен первой мировой войны. Находится в музее Колумбийского университета

Рис. 1

3. Заключение

Заслуга Армстронга в области изобретения супергетеродина весьма значительна, но за шесть месяцев до него аналогичная схема была предложена Шоттки. Основные элементы супергетеродинного приемника были разработаны Леви почти за два года до Армстронга, а метод гетеродинации колебаний был известен еще с 1901 г. Роль всех четырех исследователей может быть зафиксирована введением соответствующих эпонимов.

Материал настоящего доклада может быть использован при создании словаря «Эпонимы в области инфокоммуникаций и радиотехнологий» [2].

4. Список литературы

- [1] А., К. История супера / А. К. // Радиофронт. 1941. — № 10. — С. 12 — 15.
- [2] Ермолов, П. П. Эпонимы в терминологии инфокоммуникаций и радиотехнологий / П. П. Ермолов // Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии. — 2018. — Т. 1. — № 1. — С. 121 — 135.

FESSENDEN, LEVY, SCHOTTKY OR ARMSTRONG? TO THE 100TH ANNIVERSARY OF HETERODYNE INVENTION

Yermolov P. P., Kuz'menko An. I.,
Scientific adviser: Yermolov P. P.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — 100 years ago, in 1918, the main events related to the invention of heterodyning technology occurred. Fessenden and Armstrong (USA), Levy (France), and Schottky (Germany) are involved in these and previous events. The report proposes to record the history of the development of this technology by introducing of relevant eponyms.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ

Огула В. В., Голуб А. В.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: vov.crimea@yandex.ru

Аннотация — В данной работе рассмотрены основные работы физиков XVIII — XIX в., которые послужили основой для развития радиоэлектроники.

1. Введение

Открытия и изобретения физиков в последние годы XVIII в. и особенно в первой половине XIX в. привели к созданию и быстрому внедрению в жизнь проводной электросвязи: вначале телеграфа, а затем и телефона. Эти достижения науки и техники положили начало настойчивым поискам путей к осуществлению электросвязи без проводов.

2. Основная часть

Фундамент электроники был заложен трудами физиков в XVIII — XIX в. Первые в мире исследования электрических разрядов в воздухе осуществили академики Ломоносов и Рихман в России и независимо от них американский ученый Франкель. В 1753 г. во время опытов был убит молнией, попавшей в шест, профессор Рихман, проводивший исследования. Ломоносов создал и общую теорию грозозовых явлений, представляющую собой прообраз современной теории гроз. Ломоносов исследовал также свечение разряженного воздуха под действием машины с трением. В 1802 году профессор физики Петербургской медико-хирургической академии — Василий Владимирович Петров впервые, за несколько лет до английского физика Дэви, обнаружил и описал явление электрической дуги в воздухе между двумя угольными электродами. Кроме этого фундаментального открытия, Петрову принадлежит описание разнообразных видов свечения разряженного воздуха при прохождении через него электрического тока. Начавшееся изучение спектров поглощения и излучения различных тел привело немецкого ученого Плюккера к созданию Гейслеровых трубок. В 1857 году Плюккер установил, что спектр Гейслеровой трубки, вытянутой в капилляр и помещенной перед щелью спектроскопа, однозначно характеризует природу заключенного в ней газа и открыл первые три линии так называемой Бальмеровской спектральной серии водорода. Ученик Плюккера Гитторф изучал тлеющий разряд и в 1869 году опубликовал серию исследований электрической проводимости газов. Ему совместно с Плюккером принадлежат первые исследования катодных лучей, которые продолжил англичанин Крукс. Существенный сдвиг в понимании явления газового разряда был вызван работами английского ученого Томсона, открывшего существование электронов и ионов. Томсон создал Кавендишскую лабораторию, откуда вышел ряд физиков исследователей электрических зарядов газов (Таундсен, Астон, Резерфорд, Крукс, Ричардсон). В дальнейшем эта школа внесла крупный вклад в развитие электроники. Из русских физиков над исследованием дуги и практическим ее применением для освещения работали: Яблочков (1847 — 1894), Чиколев (1845 — 1898), Славянов (сварка, переплавка металлов дугой), Бернардош (применение дуги для освещения). Несколько позднее исследованием дуги занимались Лачинов и Миткевич. В 1905 году Миткевич установил природу процессов на катоде дугового разряда.

Не самостоятельным разрядом воздуха занимался Столетов (1881 — 1891). Во время его классического исследования фотоэффекта в Московском университете Столетов для эксперимента построил "воздушный элемент" (В.Э.) с двумя электродами в воздухе, дающим электрический ток без включения в цепь посторонних ЭДС только при внешнем освещении катода. Столетов назвал этот эффект актиноэлектрическим. Он изучал этот эффект как при повышенном атмосферном давлении, так и при пониженном. Специально построенная Столетовым аппаратура давала возможность создавать пониженное давление до 0,002 мм. рт. столба. В этих условиях актиноэлектрический эффект представлял собой не только фототок, но и фототок, усиленный самостоятельным газовым разрядом. В 1905 году Эйнштейн дал толкование фотоэффекту, связанного со световыми квантами и установил закон, названный его именем. В 1881 году Эдисон впервые обнаружил явление термоэлектронной эмиссии. [1,2]

3. Заключение

Труды физиков XVIII — XIX в. внесли большой вклад в развитие электроники и радиоэлектроники. Достижения в области электроники способствуют успешному решению сложнейших научно-технических проблем. Повышению эффективности научных исследований, созданию новых видов машин и оборудования.

4. Список литературы

- [1] Хабловски, И. Электроника в вопросах и ответах / И. Хабловски, В. Скулимовски. — М. : Радио и связь, 1984. — 304 с.
- [2] Ревич, Ю. В. Занимательная электроника / Ю. В. Ревич. — СПб., 2015. — 576 с.

HISTORY OF ELECTRONICS DEVELOPMENT

Ogula V. V., Golub A. V.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — In the paper, the main works of physicists of the XVIII-XIX centuries, which served as the basis for the development of electronics, are considered.

ВЫСОКОПОТЕНЦИАЛЬНАЯ РАДИОЛОКАЦИОННАЯ СТАНЦИЯ ОБНАРУЖЕНИЯ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ЦЕЛЕЙ (К 35-ЛЕТИЮ СО ДНЯ СОЗДАНИЯ РЛС 5Н79 «ДАРЬЯЛ»)

Поляков А. Л., Ломоносов С. Е., Вершинин А. А.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Поляков А. Л.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: AL_Polykov@inboxs.ru

Аннотация — статья посвящена созданию и постановке на боевое дежурство первой высокопотенциальной радиолокационной станции 5Н79 «Дарьял», которая предназначалась для обнаружения малоразмерных головных частей баллистических ракет в окружении ложных целей при постановке активных помех.

1. Введение

Создание в конце 1940-х годов первых советских ракет. Их совершенствование и увеличение количества в 1950-е и 1960-е годы, а также первые испытания МБР с термоядерными зарядами решительно перечеркнули монополию и превосходство США в этом виде вооружения. Встала цепочка проблематичных вопросов: кто, откуда, когда и по какому месту может нанести ракетный удар? Возникла необходимость разработать и создать средства, которые ответили бы на эти вопросы.

Первыми эту проблему решили США, создав систему предупреждения о подготовке ядерных ударов (СПРЯУ). Уже к 1963 году в США были созданы надгоризонтные РЛС «Бимьюс».

Прообразом отечественной системы предупреждения о ракетном нападении (СПРН) можно считать создание РЛС для обнаружения спутников (ОС).

Первые РЛС, разработанные под руководством академика А. Л. Минца (главный конструктор — Ю. В. Поляк) в Радиотехническом институте Академии наук СССР, были развернуты в Казахстане (ОС-1) и Сибири (ОС-2).

В 1984 — 1985 годах были приняты на вооружение и поставлены на боевое дежурство совершенно новые РЛС «Дарьял» (главный конструктор В. М. Иванцов).

Разработка РЛС 5Н79 «Дарьял» Постановлением ЦК и СМ ещё в 1969 году была поручена Радиотехническому институту под руководством академика Минца А. А. Главным конструктором РЛС «Дарьял» был назначен Виктор Михайлович Иванцов, который до этого прошёл суровую школу создания РЛС «Днепр». Это была тяжёлая и напряжённая работа. Только в сентябре 1983 года построенная вблизи г. Печера РЛС приступила к выполнению задач по предназначению [1, 2].

2. Основная часть

«Дарьял» является высокопотенциальной РЛС, предназначенной для автоматического обнаружения космических объектов, определения параметров их движения и выдачи информации на командные пункты системы предупреждения о ракетном нападении. В состав РЛС входят передающий и приёмный центры, разнесённые на местности и представляющие собой 18-ти и 14-ти этажные здания, в передней наклонной части которых размещаются фазированные антенные решётки (ФАР), размером 85×80 и 48×48 метров соответственно [1, 2].

Применение ФАР позволяло практически мгновенно перемещать передающий и приёмный лучи в любое место в пределах увеличенной зоны обзора. Передатчик включает 1260 размещённых в антенной решётке модулей, каждый из которых имеет мощность около 300 киловатт (рис. 1).



Рис. 1

Приёмник включал 128 приёмных модулей, обеспечивающих приём сигналов с вертикальной и горизонтальной поляризацией. ФАР приёмника обеспечивала формирование четырёх сложных диаграмм направленности, состоящих из 12 игольчатых лучей в зоне обзора 105 градусов по азимуту и 45 градусов по углу места (рис. 2).

Вычислительный центр оснащался новыми машинами разработки М. А. Карцева, имеющими достаточно большое быстродействие и объём памяти. Для РЛС были разработаны более совершенные алгоритмы обработки информации. Всё это позволило значительно повысить дальность обнаружения космических объектов, точность определения параметров их движения и пропускную способность. Также РЛС оснащалась системой автокомпенсации активных помех, аппаратурой и программами защиты от помех пассивных.

Дальность обнаружения малоразмерных головных частей баллистических ракет (с ЭПР 0,1-0,3 кв. м.) в любых вариантах налётов с использованием ложных целей, в том числе и в условиях постановки активных помех, составляла до 6000 километров. Одновременно РЛС могла обслуживать до 20 сложных целей, до 100 одиночных и до 50 космических помехоносителей. Точность измерения координат составляла несколько угловых минут по азимуту и углу места и менее 500 метров по дальности. Пиковая импульсная мощность РЛС «Дарьял» по сравнению с РЛС 5Н86 «Днепр» возросла более чем в сто раз. Энергозатраты для РЛС требовались примерно столько же, сколько для города с населением 60 тысяч человек. В состав РЛС «Дарьял» входило свыше

300 тысяч различных радиоэлектронных блоков в то время как в первых радиолокационных станциях надгоризонтного обнаружения их было около 25-ти тысяч. Кроме того, для обеспечения работы РЛС требовался достаточно сложный инженерный комплекс, который включал в себя мощные высокопроизводительные холодильные машины с насосными станциями и специальными резервуарами и системами очистки воды, а также мощные системы кондиционирования.

В феврале 1982 года РЛС, после завершения конструкторских испытаний, была поставлена на опытное дежурство в ходе которого проводилось устранения всех недочётов и конструктивных особенностей, вносились изменения и уточнения в боевую программу работы станции. И только после передачи станции в состав армии СПРН в сентябре 1983 года РЛС в полной мере стала использоваться по назначению.

Эти грандиозные по размерам станции были поставлены на Севере и в Азербайджане, что способствовало на 80% созданию сплошного радиолокационного поля в космосе за пределами страны, и это усилило Северное ракетноопасное направление и надёжно обеспечило обзор Южного, где на о. Диего-Гарсия американцы создали базу для подводных лодок, патрулирующих в Индийском океане.

Для прикрытия Северо-Восточного ракетноопасного направления ученые НИИ ПВО произвели моделирование, в результате которого оптимальным местом дислокации новой РЛС являлся Норильск. Однако это было отвергнуто Генеральным штабом, и началось создание узла на базе РЛС «Дарьял» в районе Енисейска в трех тысячах километров от границы, что, по сути, являлось нарушением Договора по ПРО 1972 года, заключенного между СССР и США, по которому РЛС ПРН должны были располагаться только по периферии страны. В конечном итоге местом дислокации первых «Дарьялов» были выбраны Печера на Севере и Габала в Азербайджане.

3. Заключение

Созданные в 80-е годы прошлого столетия радиолокационные станции 5Н79 «Дарьял» до настоящего времени успешно решают возложенные на них задачи в системе предупреждения о ракетном нападении. Главному конструктору удалось разработать, а промышленным и строительным организациям построить радиолокационную станцию с уникальными по тем временам характеристиками. В 1984 году система «Дарьял» была доведена до требуемого состояния и с тех пор по настоящее время успешно выполняет возложенные на неё задачи.

Все существующие средства разведки и передачи информации могут выдать оповещение о ракетном нападении предварительно, предположительно, с недостаточной достоверностью и точностью. Последняя решающая, неопровержимая информация о ракетном нападении принадлежит системе предупреждения о ракетном нападении. Только она в любое время с точностью до десятков секунд, в полном объеме, со стопроцентной достоверностью может обеспечить высшее руководство страны реальными данными, необходимыми для принятия решения.

На сегодняшний день в России уже созданы и успешно решают задачи совершенно новые радиолокационные станции в системе предупреждения о ракетном нападении: «Воронеж-М», «Воронеж-ДМ»,

«Воронеж-СМ», «Воронеж-ВП» но вместе с тем, продолжают свою боевую службу, разработанные и поставленные на боевое дежурство в 1980-е радиолокационные станции «Дарьял» до настоящего времени сохраняют свои технические и тактические характеристики и надёжно выполняют задачи по предназначению.

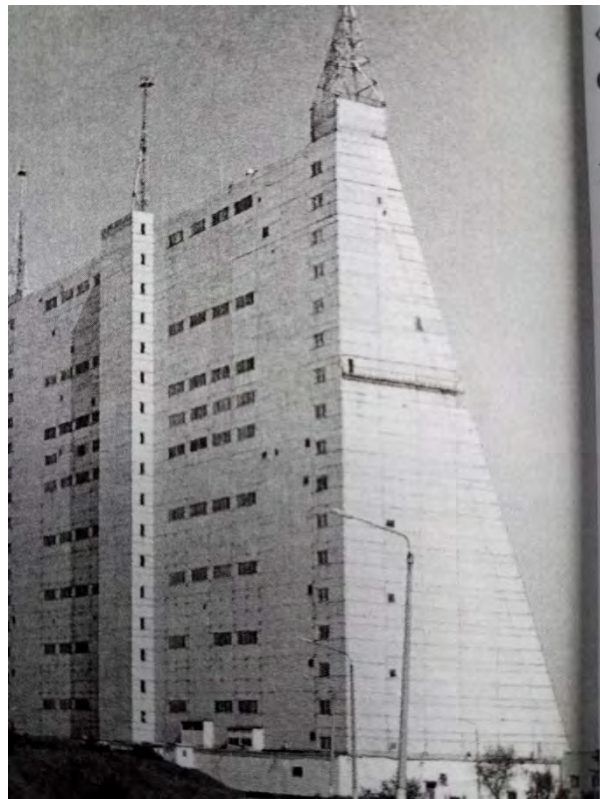


Рис. 2

4. Список литературы

- [1] Панченко, В. П. Заметки о создании и развитии системы предупреждения о ракетном нападении / В. П. Панченко. — М. : СамПолиграфист, 2014. — 252 с.
- [2] Стрельников В. К. Последнее предупреждение / В. К. Стрельников. — М. : Компания «Информационный мост», 2008. — 112 с.

HIGHPOTENTIAL RADAR STATION FOR DETECT SMALL TARGETS (DEDICATED TO THE 35TH ANNIVERSARY OF THE CREATING OF THE 5N79 “DARYAL” RADAR STATION)

Poljakov A. L., Lomonosov S. E., Verchinin A. A.
Scientific adviser: Poljakov A. L.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The article is devoted to creation and setting of station 5N79 “Darial” for combat alert duty. “Darial” has been made for detection of small sized heads of ballistic missiles that are surrounded by decoy targets during the setting of active obstacles.

ПЕРВЫЙ ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ РАДИОТЕХНИКИ СЕВАСТОПОЛЬСКОГО ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОГО ИНСТИТУТА БОРИС ЯКОВЛЕВИЧ РОМАНИХИН (новые документы)

Кулаковская Е. В., Ермолов П. П.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Ермолов П. П.

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: p.p.yermolov@mail.ru

Аннотация — В докладе представлены новые документы, связанные с деятельностью первого заведующего кафедрой теоретических основ радиотехники Севастопольского приборостроительного института Бориса Яковлевича Романихина (1917 — 2005). Приведены ранее не публиковавшиеся документы (диплом кандидата наук и аттестат доцента), произведено уточнение дат защиты диссертации и получения диплома кандидата наук и аттестата доцента.

1. Введение

О Борисе Яковлевиче Романихине представлены сведения в ряде публикаций [1 — 5]. В настоящем докладе приведены ранее не публиковавшиеся документы (диплом кандидата наук и аттестат доцента) Б. Я. Романихина.

2. Основная часть

В [5] произведена периодизация деятельности Б. Я. Романихина, при этом выделено два периода: литовско-белорусский и севастопольский.

Защита Б. Я. Романихиным кандидатской диссертации «Исследование нового метода регулировки и поверки образцовых электросчетчиков переменного тока» состоялась 27 июня 1956 г. в совете при Куйбышевском индустриальном институте им. В. В. Куйбышева (в настоящее время — Самарский государственный технический университет), протокол № 10; диплом кандидата наук (серия МТН № 007584) выдан Высшей аттестационной комиссией Министерства высшего образования (ВАК) СССР 21 июня 1957 г. (рис. 1).

В ученом звании доцента по кафедре «радиотехника» Б. Я. Романихин утвержден решением ВАК СССР 13 сентября 1961 г. (протокол № 39/П), аттестат доцента (серия МДЦ № 005035) зарегистрирован 11 октября 1961 г. (рис. 2).

3. Заключение

Материал доклада может быть использован при написании микроистории развития радиоэлектронного и телекоммуникационного направления в Севастопольском государственном университете.

4. Список литературы

- [1] Афонин, И. Л. Кафедра радиотехники и телекоммуникаций Севастопольского национального технического университета. Золотой юбилей / И. Л. Афонин, Ю. Б. Гимпилевич // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. — 2010. — № 1(35). — С. 7—20.
- [2] Трощенко, В. И. Севастопольский национальный технический университет: очерки становления и развития / В. И. Трощенко. — Севастополь: СевНТУ, 2005. — 180 с.

[3] Ермолов, П. П. Профессор И. К. Бондаренко — основатель научной школы в области автоматизации радиоизмерений на СВЧ / П. П. Ермолов // Дослідження з історії техніки: зб. наукових праць; за ред. М. Ю. Ільченка. — К.: НТУУ «КПІ», 2010. — Вип. 12. — С. 134 — 140.

[4] [Некролог] // Кафедра «Радиоэлектроника и телекоммуникации СевГУ». — Режим доступа: <http://rt-sevastopol.ru/info/news/?from=520>.

[5] Ермолов, П. П. Первый заведующий кафедрой теоретических основ радиотехники Севастопольского приборостроительного института Борис Яковлевич Романихин (к 100-летию со дня рождения) / Д. А. Снегур, П. П. Ермолов // Матер. 13-й междунар. молодежной науч.-техн. конф. «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций (РТ-2017)». — С. 300 — 301.

THE FIRST DIRECTOR OF DEPT OF THEORETICAL BASIS OF RADIOENGINEERING OF SEVASTOPOL INSTRUMENT ENGINEERING INSTITUTE BORIS YAKOVLEVICH ROMANIKHIN (new documents)

Kulakovskaya Ye. V., Yermolov P. P.

Scientific adviser: Yermolov P. P.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The new documents related to the activity of Boris Yakovlevich Romanikhin (1917-2005), the first head of Theoretical Basis of Radio Engineering of the Sevastopol Instrument Engineering Institute, are presented in the report. The previously unpublished documents (the candidate's degree and the assistant professor's diploma) are given, the dates of defense of the thesis and the receipt of the candidate's diploma and the associate professor's diploma are clarified.



Рис. 1



Рис. 2

ГОРОД-ГЕРОЙ СЕВАСТОПОЛЬ В РАЗВИТИИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ РАДИОСВЯЗИ И РАДИОЛОКАЦИИ

Гончар А. В., Бондарева М. А.

Научный руководитель: Гончар А. В.

Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище им. П. С. Нахимова, Россия

E-mail: chvvmy_3@mil.ru

Аннотация — В первую очередь, Севастополь-главная база Черноморского флота. В статье показана историческая роль города-героя в развитии отечественной радиосвязи и радиолокации, имеющих большее значение для всего Военно-морского флота.

1. Введение

В конце главной аллеи Матросского бульвара в Севастополе расположен памятный знак «В честь 100-летия изобретения радио А. С. Поповым», который был открыт 7 мая 1997 г.

25 апреля (7 мая) 1895 г. является официальным днем изобретения Поповым первой высокочастотной линии связи без проводов — радио. Именно, с приемника Попова началась эра создания средств радиотехники, пригодных для практических целей

2. Основная часть

25 августа 1899 г. на Черноморском флоте начались трехдневные маневры, в истории радио флот стал местом испытаний первых практических радиостанций в условиях, приближенных к боевым

В Севастополе Попов руководил установкой семи радиостанций на кораблях Черноморского флота и на берегу. Первыми кораблями флота, получившими практические промышленные радиостанции, были броненосцы «Георгий Победоносец», «Три святителя», «Синоп», «Императрица Екатерина II», «Чесма» и «Двенадцать апостолов». В этот период в Севастополе Попов организовал подготовку радиоспециалистов. Для связи с кораблями в море в Севастополе еще при жизни А. С. Попова была построена первая в России мощная береговая радиостанция. Эта береговая радиостанция Севастополя вошла в историю развития средств радиосвязи в России под названием «Сигнальная мачта» и просуществовала до 1910 г.

На рис. 1 представлен памятный знак «В честь 100-летия изобретения радио А.С. Поповым».



Рис. 1

Дальнейшее развитие радиолокация получила в Советском Союзе начале тридцатых годов, осенью 1939 года под Севастополем испытывались станции РУС-1 и РУС-2 с целью определения возможности их использования в системе ПВО военно-морских баз. Первую корабельную РЛС «Редут-К» установили в мае 1941 года, и испытали на крейсере «Молотов» в акватории Черного моря. Главной задачей радиолокации в период ВОВ являлось своевременное предупреждение сил ПВО о приближении вражеских самолетов. Радиолокационные станции на Черноморском флоте вели круглосуточное наблюдение за воздухом на подходах к Севастополю. За период защиты Севастополя не было ни единого случая скрытного подхода авиации со стороны моря.

Так же, первые в СССР опыты радиомаскировки кораблей были проведены в Севастополе в 70-х годах. Сначала в 1975 г. на десантный корабль было нанесено 200 кв. м. радиопоглощающего покрытия. Затем корабль обнаруживался береговыми РЛС и было зафиксировано снижение его радиолокационной заметности. Нанесение радиопоглощающих покрытий (РПП) было выполнено на 5-м заводе г Севастополя. Такие опыты были выполнены впервые в СССР, а может быть, и в мире. Следующие опыты с радиомаскировкой кораблей уже были проведены в 1981 г. на Севастопольском полигоне, располагавшимся в районе бухты Стрелецкая. Операция нанесения РПП состоялась на судостроительном заводе в Севастополе.

3. Заключение

Севастополь действительно имеет огромное значение в развитии отечественной радиолокации и радиосвязи. События, проходившие в городе, оставили свой неизгладимый след в истории радиотехники.

4. Список литературы

- [1] Бердышев, В. П. Радиолокационные системы / В. П. Бердышев, Е. Н. Гарин, А. Н. Фомин [и др.]. — Красноярск : СФУ, 2011. — 400 с.
- [2] Попов, Б. Развитие и боевое использование радиолокационных средств / Б. Попов, А. Кузьменко // Морской сборник. — 1985. — № 4. — С. 75 — 79.

CITY-HERO SEVASTOPOL IN DEVELOPMENT OF DOMESTIC RADIO COMMUNICATION AND RADAR

Gonchar A. V., Bondareva M. A.

Scientific adviser: Gonchar A. V.

Black Sea Higher Naval School

Named After P. S. Nakhimova, Russia

Abstract — Sevastopol is the main base of the Black Sea Fleet. The historical role of the hero city in the development of Russian radio communications and radar, which are of greater importance for the entire navy, is shown.

ЛОБКОВА ЛЮБОВЬ МИХАЙЛОВНА — ПОЧЕТНЫЙ ПРОФЕССОР СЕВГУ

Афонин И. Л., Кулаковская Е. В.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: kulakovskaya-kate@mail.ru

Аннотация — Публикация посвящена жизненному пути и научным достижениям ведущего преподавателя кафедры «Радиоэлектроника и телекоммуникации» СевГУ, известного ученого в области теории и практики антенной техники Лобковой Любови Михайловны.

1. Введение

Лобкова Любовь Михайловна родилась 12 марта 1932 года в городе Усть-Пристань, Алтайского края. С первого курса интересовалась научной деятельностью, и уже на третьем курсе своей статьей привлекла внимание зарубежных специалистов. В 1955 году окончила факультет радиофизики Ленинградского государственного технического университета, а в 1960 аспирантуру при Ленинградском электротехническом институте им. Бонч-Бруевича. Успешно защитила кандидатскую диссертацию, а затем в 1970 году — докторскую. С 1976 по 1997 годы заведовала кафедрой Радиотехнических систем Севастопольского приборостроительного института (в настоящее время «Севастопольский государственный университет»). С этого периода в Севастополе начинают развиваться новые научные направления: разработка помехоустойчивых систем связи; создание новых видов антенн и антенных систем.



2. Основная часть

Под чутким руководством Любови Михайловны кафедра Радиотехнических систем неоднократно отмечалась Министерством образования и науки Украины как лучшая кафедра института, кафедра, добившаяся значительных успехов в подготовке высококвалифицированных специалистов.

Профессором Лобковой было создано и продолжает плодотворно работать научное направление «Антенны и устройства микроволновой техники». Разработки осуществлялись в тесном сотрудниче-

стве с научными организациями Крыма, Российской Федерации, Украины. Также поддерживались контакты с Международными научными организациями, такими как URSI и IEEE. Результаты научных работ представлялись в виде докладов на международных симпозиумах по теории и технике антенн (в г. Ницце, Франция и г. Давосе, Швейцария), на XXVI-й Генеральной Ассамблее URSI (в г. Торонто, Канада) и других.

Лобкова Л. М. готовила студентов к серьезной научно-исследовательской работе, результатами которой являлись ежегодные премии и гранты. Наиболее заинтересованные обучающиеся привлекались в качестве исполнителей по госбюджетным научно-исследовательским работам.

По результатам научной деятельности Любови Михайловны Лобковой опубликовано более 300 научных работ (из них 4 монографии); получено 16 авторских свидетельств на изобретения и 15 патентов Украины, большинство из которых были внедрены в производство. Под ее руководством подготовлено и защищено 3 докторских и 30 кандидатских диссертаций; успешно выполнено 8 хозяйственных и 15 госбюджетных работ. Научные разработки Любови Михайловны отмечены серебряной медалью ВДНХ СССР за разработку бортовой антенны спутниковой системы связи, а также дипломом первой степени ВДНХ УССР. Награждена медалью «За трудовые заслуги». Решением ученого совета Университета от 27 августа 2018 года Лобковой Л. М. присвоено почетное звание «Заслуженный профессор Севастопольского государственного университета».

3. Заключение

Лобкову Любовь Михайловну отличают высокая эрудиция и общая культура, принципиальность и высокая работоспособность. Этот человек сочетает в себе требовательность к коллегам с доброжелательным отношением к окружающим. Любовь Михайловна пользуется заслуженным авторитетом у руководства университета, коллег, учеников и руководства организаций, занимающихся разработкой радиотехнических систем. Любовь Михайловна — образец гармоничного сочетания научно-исследовательской работы и педагогической деятельности.

LOBKOVA LYUBOV MICKHAILOVNA HONORABLE PROFESSOR SEVSU

Afonin I. L., Kulakovskaya E. V.

Scientific adviser: Afonin I. L.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The publication is dedicated to the life and scientific achievements of the leading educator of the Department "Radioelectronics and telecommunications" SevSU, known scientist in the field of the theory and practice of antenna technology, Lobkova Lyubov Mickhailovna.

ПИОНЕР В ОБЛАСТИ РАДИОСВЯЗИ МЭЛОН ЛУМИС (к 150-летию демонстрации опытов)

Кулаковская Е. В., Свиридова Е. И., Ермолов П. П.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Ермолов П. П.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: p.p.yermolov@mail.ru

Аннотация — В докладе представлено новое свидетельство признания заслуг пионера в области радиосвязи Мэлона Лумиса — диплом Международного клуба радиолюбителей CW.

1. Введение

В 1868 году (когда А. С. Попову исполнилось только 9 лет, а Г. Маркони еще не родился) в США Мэлон Лумис продемонстрировал группе конгрессменов и видных ученых систему беспроводной связи между двумя возвышенностями (расстояние между которыми по разным источникам составляло от 14 миль до 18 миль; на рисунке Лумиса, сохранившемся в Библиотеке Конгресса, указано расстояние 14 миль — более 22 км!).

В отечественной историографии радиосвязи по неизвестным причинам достижения Мэлона Лумиса до некоторого времени были проигнорированы; одним из первых (а возможно и первым) деятельность Лумиса исследовал российский историк радиосвязи М. А. Быховский [1]. 150-летию «проявлению Лумисом интереса к исследованию электрических явлений» посвящен доклад [2].

В настоящем докладе представлено новое свидетельство признания заслуг пионера в области радиосвязи Мэлона Лумиса — диплом Международного клуба радиолюбителей CW.¹

2. Дипломы, учрежденные в International Independent CW Club

Учредителями клуба стали группа радиолюбителей из России, Канады, Украины, Норвегии, Нидерландов и Индии.

В проекте «The Great Inventors» были учреждены 13 дипломов, посвященных следующим исследователям:

1. Samuel Finley Breese MORSE,
2. Nikola TESLA,
3. Thomas Alva EDISON,
4. Alexander Graham BELL,
5. Heinrich Rudolf HERTZ,
6. James Clerk MAXWELL,
7. Alexander Stepanovich POPOV,
8. Edouard Eugene Desire BRANLY,
9. Guglielmo Marchese MARCONI,
10. Pavel L'vovitch SCHILLING,
11. Mahlon LOOMIS,
12. Vladimir Koz'mich ZVORYKIN,
13. Jagadish Chandra BOSE.

Вероятнее всего, проект был инициирован в 2013 году и в настоящее время уже закрыт. За время существования проекта было выдано 154 диплома «Mahlon Loomis».²

3. Заключение

Материал настоящего доклада может быть использован при создании словаря «Эпонимы в обла-

сти инфокоммуникаций и радиотехнологий», который будет способствовать формированию у будущих специалистов такой компетенции, как способность осуществлять свою деятельность на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории науки и техники.

4. Список литературы

- [1] Быховский, М. А. Гениальные дилетанты и их выдающаяся роль в развитии электросвязи / М. А. Быховский // Электросвязь : история и современность. — 2005. — № 3. — С. 2 — 8.
- [2] Нестеров, М. Н. Об опытах и патенте Мэлона Лумиса / М. Н. Нестеров, П. П. Ермолов // 6-я междунар. молодежная науч.-техн. конф. «Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций» (РТ-2010) : матер. конф., Севастополь, 19 — 24 апр. 2010. — Севастополь : СевНТУ, 2010. — С. 517 — 518.
- [2] Ермолов, П. П. Эпонимы в терминологии инфокоммуникаций и радиотехнологий / П. П. Ермолов // Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии. — 2018. — Т. 1. — № 1. — С. 121 — 135.

PIONEER OF RADIO COMMUNICATION MAHLON LOOMIS

(to the 150th anniversary of experiments)

Kulakovskaya Ye. V., Sviridova Ye. I., Yermolov P. P.
Scientific adviser: Yermolov P. P.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — New testimony of recognition of the merits of the pioneer of radio communications, Mahlon Loomis — a diploma International Independent CW Club, is presented.



Рис. 1. Диплом «Mahlon Loomis»

¹ CW (continuous wave — незатухающие колебания) — телеграф с амплитудной манипуляцией, работать телеграфом.

² <http://cqcw.ru/index.html> (12.08.2018)

АФОНИН ИГОРЬ ЛЕОНИДОВИЧ — К 60-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ

Кудрявченко И. В., Тыщук Ю. Н., Сыпалова А. С.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: inform_kaf@mail.ru

Аннотация — Настоящая публикация посвящена научному становлению и оценке личного вклада в развитие радиоэлектроники, инфокоммуникационных и образовательных технологий в Севастопольском государственном университете заведующего кафедрой «Радиоэлектроника и телекоммуникации», доктора технических наук, профессора Афонина Игоря Леонидовича в период с 1975 года по настоящее время.

диссертации — «Исследование и разработка встроенных измерителей систем прогнозирования состояния параметров СВЧ устройств». В 1993 году присвоено ученое звание доцента.

2. Основная часть

С 1986 года по настоящее время Афонин И. Л. работает на научных и преподавательских должностях (младшим научным сотрудником, ассистентом, старшим преподавателем, доцентом, заместителем декана факультета радиоэлектроники, профессором, главным научным сотрудником, заведующим кафедрой) на кафедре «Радиоэлектроника и телекоммуникации» (РТ) Института радиоэлектроники и информационной безопасности ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет» (СевГУ) (СПИ, Севастопольский государственный технический университет — СГТУ, Севастопольский национальный технический университет — СевНТУ), а также по совместительству на кафедрах Судовождения и безопасности судоходства (СБС) СевНТУ и Информационной безопасности СевГУ. В 2008 году защитил докторскую диссертацию по специальности 20.02.14 — «Вооружение и военная техника». Тема диссертации — «Теоретические основы и методы высокоточного оценивания и контроля параметров антенно-волноводных систем радиотехнического вооружения». В 2012 году присвоено ученое звание профессора.

В 2000 году окончил Севастопольский государственный технический университет по специальности «Финансы», получив квалификацию экономиста, а в 2013 году — Севастопольский филиал Киевской государственной академии имени гетмана Петра Конашевича-Сагайдачного по направлению «Морской и речной транспорт», получив квалификацию бакалавра судовождения.

За 35 лет преподавательской деятельности состоял членом специализированного совета Д.50.702.01 Академии ВМС имени П. С. Нахимова по защите докторских и кандидатских диссертаций, а в настоящее время — член специального совета по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора наук ДС 215.059.01, созданного на базе Федерального государственного казенного военного образовательного учреждения высшего образования «Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище имени П. С. Нахимова». Являлся членом редколлегий международного научно-технического журнала «Вимірjвальна та обчислювальна техніка в технологiчних процесах», г. Хмельницький, Украина и сборника научных трудов Академии ВМС имени П. С. Нахимова. В настоящее время — член редколлегии сборника научных трудов Черноморского высшего военно-морского ордена Красной Звезды училища имени П. С. Нахимова (ЧВВМУ), член международного редакционного комитета журнала «Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии», член программного комитета международной Крымской микроволновой конференции «СВЧ техника и телекоммуникационные технологии, КрыМиКо» (более 10 лет), член про-

1. Введение

Афонин И. Л. родился 12 сентября 1958 года в городе Севастополе (отец — военный служащий, мать — учитель). В 1975 году поступил в Севастопольский приборостроительный институт (СПИ). В 1980 году после окончания радиотехнического факультета СПИ принят по распределению на должность инженера Севастопольского отделения Всесоюзного научно-исследовательского института источников тока (СО ВНИИТ). В 1981 году поступил в аспирантуру с отрывом от производства на кафедру теоретических основ радиотехники (ТОР) СПИ по специальности 05.11.08 — «Радиоизмерительные приборы»; научный руководитель — д.т.н., профессор, Заслуженный изобретатель РСФСР И. К. Бондаренко. Работал по совместительству младшим научным сотрудником в научно-исследовательской лаборатории «Техника СВЧ».



Рис. 1. Игорь Леонидович Афонин. 1980-е гг.

В 1987 году защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук. Тема

граммного и организационного комитетов международной молодежной НТК «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, РТ» (13 лет) и ряда других; с 2015 года — член Российского научно-технического общества радиотехники, электроники и связи им. А. С. Попова.

Является автором и соавтором более 500 научных и учебно-методических работ, среди которых 15 авторских свидетельств и 18 патентов Украины на изобретения; более 100 научно-методических работ, из них 5 учебных пособий. Учебному пособию «Основы геометрической электродинамики волноводов прямоугольного сечения» / В. В. Саламатин, И. Л. Афонин, С. Н. Бердышев. — Севастополь: изд-во СевНТУ, 2008. — 220 с. присвоен гриф МОН Украины № 1.4/18-Г-221 от 28.01.2008 года, 2 учебных пособия изданы для Министерства обороны РФ. В 2017 году издана монография (научная книга) «Плоский металлодиэлектрический волновод и устройства на его основе» в соавторстве с Бугаевым П. А. и Боковым Г. В. в московском издательстве «Вузовский учебник (Инфра-М)». Подготовил 3-х кандидатов технических наук: Бычкова А. А., Вакара Р. В., Бугаева П. А. Руководит тремя адъюнктами в ЧВВМУ имени П. С. Нахимова.

Неоднократно проходил стажировки в ведущих ВУЗах Европы и научных учреждениях РФ и Украины. С июля 1994 по июль 1995 года и с октября 1999 по февраль 2000 года дважды стажировался в институте Электродинамики и сверхвысокочастотной техники Федеральной высшей технической школы (Швейцария, Цюрих). Прошел две ступени обучения немецкому языку в городе Фрайбург (Швейцария) в 1994 году.



Рис. 2. Федеральная высшая техническая школа (Швейцария, Цюрих)

Сертифицированный инструктор-преподаватель по направлению «Глобальная морская система связи и безопасность мореплавания» (ГМССБ). Имеет рабочие дипломы Общего оператора ГМССБ и радиооператора первого класса и подтверждения к ним. Являлся председателем Государственной квалификационной комиссии (ГКК) по присвоению и подтверждению квалификации судовых радиоспециалистов Севастопольского регионального филиала Инспекции по вопросам дипломирования и аттестации моряков с 2003 г. по июль 2009 г., с июня 2011 г. по 18.04.2014 года — членом ГКК.

«Отличник образования Украины» (1999), призер Всеукраинского конкурса «Патент-2000». Награжден Почетной грамотой Министерства образования и науки Украины (2001). С 2007 года — действительный член Академии наук прикладной радиоэлектроники (РФ, Украина, Беларусь), доктор философии (2008). Награжден нагрудным знаком Инспекции по вопросам дипломирования и аттестации моряков «За значительный вклад в развитие национальной системы подготовки и дипломирования моряков» (2008), медалью «20 лет АН ПРЭ» (2012), Почетными грамотами Ректора СевГУ за высокий профессионализм и результативность при решении служебных и научно-практических задач (2017, 2018).

Коллектив кафедры «Радиоэлектроника и телекоммуникации» под руководством профессора Афонина И. Л. (с 01.11.2016 года) достиг значительных успехов в учебной, методической и научной работе.



Рис. 3. Игорь Леонидович Афонин.
Заведующий кафедрой
«Радиоэлектроника и телекоммуникации»
2010-е гг.

За последние годы более 60 студентов направлений «Радиотехника», «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» и специальности «Радиоэлектронные системы и комплексы» удостоены именных стипендий различного уровня: Президента Российской Федерации, Правительства Российской Федерации, Правительства города Севастополя, Ученого Совета СевНТУ, других организаций, предприятий, фондов. Ежегодно научные работы студентов кафедры получают награды на различных конкурсах студенческих научных работ.

При непосредственном участии Игоря Леонидовича открыты два новых профиля подготовки специалистов на кафедре: «Методы и средства радиоэлектронной борьбы» по направлению 11.03.01 — «Радиотехника» и «Проектирование и программирование устройств инновационной радиоэлектроники» по направлению 11.04.01 — «Радиотехника»; организована научная школа «Микроволновая техника и беспроводные технологии»; в учебный процесс вве-

дены дисциплины в рамках международного движения WorldSkills по направлению «Электроника».

С первого сентября 2018 года начала функционировать базовая кафедра «Инновационная радиоэлектроника», в создание которой большой вклад внес Афонин И. Л., вступили в строй полностью переоснащенная учебная лаборатория «теоретических основ радиотехники» и новая лаборатория «Инфокоммуникационных технологий и систем связи».

Плодотворная учебная работа Афонина И. Л. сочетается с научно-исследовательской работой, основными направлениями которой являются:

- графоаналитическая теория антенно-волноводных (антенно-фидерных) трактов РЭС;
- радиоизмерительная и телекоммуникационная техника микроволнового диапазона длин волн;
- судовое оборудование радиосвязи, радионавигации и радиолокации, радиообмен;
- вопросы реализации концепции Глобальной морской системы связи при бедствии и для обеспечения безопасности мореплавания (ГМССБ) в Российской Федерации и подготовка судовых радиоспециалистов.



Рис. 4. Игорь Леонидович Афонин с лауреатами стипендии Севастополя кафедры РТ



Рис. 5. Игорь Леонидович Афонин поздравляет студентов с профессиональным праздником — Днем Радио

В период с 1985 года по 2018 год Игорь Леонидович занимался интенсивной научной работой, участвовал в выполнении более 15 хозяйственных НИР и ОКР, при этом в двух НИР являлся научным руководителем.

Огромное внимание он уделяет воспитательной работе с обучающимися. За последние 25 лет были организованы торжественные и спортивные мероприятия кафедры и института. Это — «День радио», «Посвящение в радиотехники», традиционные баскетбольные матчи между преподавателями и обучающимися, посвященные 7-му мая, шахматные турниры и многое-многое другое.

Жена — Афонина (Резникова) Оксана Викторовна (09.02.1961 г.р.), уроженка города Макеевки Сталинской (Донецкой) области; имеет два высших образования по специальностям: инженер-электрик (СПИ) и экономист-финансист (СевГТУ).

Игорь Леонидович отец двух сыновей: Филиппа и Олега.

Афонин Филипп Игоревич (11.08.1981 г.р.) получил три высших образования (радиотехника, финансы, судовождение), является старшим помощником капитана. Женат. Имеет сына Тимофея.

Афонин Олег Игоревич (14.07.1985 г.р.) имеет высшее образование по специальности «Информационные системы». Работает коммерческим директором ОАО «СевСТАР». Женат. Имеет дочь Мирославу.

3. Заключение

Доклад будет способствовать популяризации деятельности преподавателей и ученых Института радиоэлектроники и информационной безопасности Севастопольского государственного университета, кафедры «Радиоэлектроника и телекоммуникации», а так же привлечению талантливой молодежи к обучению на кафедре «Радиоэлектроника и телекоммуникации» с целью подготовки высококвалифицированных кадров для работы в таких востребованных высокотехнологичных кластерах экономики России, как радиоэлектроника, инфокоммуникации, информационная безопасность.

AFONIN IGOR LEONIDOVICH – TO THE 60TH BIRTHDAY ANNIVERSARY

Kudryavchenko I. V., Tyschuk Y. N., Sypalova A. S.
Scientific adviser: Kudryavchenko I. V.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — This publication is devoted to the scientific formation and evaluation of personal contribution to the development of radio electronics, infocommunication and educational technologies in Sevastopol State University, by the head of the department "Radio electronics and telecommunications", Doctor of Technical Sciences, Professor Afonin Igor Leonidovich from 1975 to the present time.

ВИТАЛИЙ ГЕННАДЬЕВИЧ СЛЁЗКИН — АНТЕНЩИК, КОНСТРУКТОР, МЕТОДИСТ

(к 70-летию со дня рождения)

Афонин И. Л., Савочкин А. А., Тыщук Ю. Н., Дурягин Д. С.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: y.tyschuk@gmail.com

Аннотация — Публикация посвящена юбиляру — кандидату технических наук, доценту Виталию Геннадьевичу Слёзкину.

1. Введение

4 сентября 2018 года исполнилось 70 лет кандидату технических наук, доценту, заместителю заведующего по методической работе кафедры «Радиоэлектроника и телекоммуникации» Института радиоэлектроники и информационной безопасности СевГУ, члену Крымской региональной организации общероссийской общественной организации «Российское научно-техническое общество радиотехники, электроники и связи» (РНТОРЭС) Слёзкину Виталию Геннадьевичу.



Рис. 1

2. Основная часть

Виталий Геннадьевич родился в городе Харькове. В это время его отец, Геннадий Максимович, учился в Артиллерийской академии (впоследствии она называлась «Военная инженерная радиотехническая академия противовоздушной обороны имени Л. А. Говорова»). До войны Геннадий Максимович не планировал военной карьеры, но судьба распорядилась иначе: ему пришлось воевать в артиллерии от первого до последнего дня Великой Отечественной войны.

В 1951 году семья Слёзкиных (мать, отец, бабушка и трое детей) поселилась в г. Подольске Московской области, где Геннадий Максимович служил на

оборонном заводе военным представителем заказчика.

Благодаря длительной командировке отца в Чехословакию (военным советником) Виталий Геннадьевич прожил в Праге с сентября 1959 года по декабрь 1962 года, что в его судьбе сыграло значительную роль. Во-первых, в Советской школе в Праге работали высококлассные учителя, благодаря чему школьник 5 — 8 класса получил довольно мощный импульс к повышению уровня знаний и общему развитию: достаточно сказать, что ни в одном из школьных аттестатов Виталия Геннадьевича нет ни одной «четвёрки» и 11-й класс он окончил с золотой медалью. Во-вторых, Виталий Геннадьевич на хорошем уровне освоил чешский язык, и даже около 20 лет обучал языку желающих, а сейчас продолжает заниматься переводами официальных документов.



Рис. 2

Примечательно начало преподавательской деятельности Виталия Геннадьевича, которое сам он относит к 1965 году, когда он ещё учился в 11-м классе средней школы. Так вышло, что в сентябре 1964 года Виталий Геннадьевич совершил свой первый прыжок с парашютом, после чего стал официально спортсменом Серпуховского авиационно-спортивного клуба, а в 1965 году, получив второй спортивный разряд, начал сам готовить начинающих парашютистов. Свой спортивную карьеру Виталий Геннадьевич закончил в 1976 году, будучи кандидатом в мастера спорта и имея за плечами более 840 прыжков.

В 1966 году Виталий Геннадьевич поступил на Радиотехнический факультет Московского энергетического института. Благодаря тому, что он, как медалист, сдавал только два вступительных экзамена, ему удалось принять участие в спортивных сборах и

соревнованиях, дававших право на присвоение первого спортивного разряда. Участь в институте, Виталий Геннадьевич продолжал прыгать и даже создал парашютную секцию.

По окончании вуза, в 1972 году, Виталия Геннадьевича пригласил профессор Марков Г. Т. на работу на кафедру Антенных устройств и распространения радиоволн, где в последствии, в 1980 году он защитил диссертацию на соискание учёной степени кандидата технических наук. В отличие от многих теоретических работ, материал диссертации был получен с помощью разработанной Виталием Геннадьевичем уникальной экспериментальной установки, причём сам эксперимент по исследованию эффекта «просветления» низкотемпературной плазмы мощными СВЧ импульсами был проведён в лаборатории Института высоких температур Академии наук СССР.

В 1982 году он с семьёй переехал в город Севастополь и был принят на работу в Севастопольский приборостроительный институт на кафедру Радиотехнических систем, где он стал ведущим преподавателем дисциплины «Радиотехнические системы передачи информации». Затем его основной дисциплиной стали «Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств».

В 1984 году при участии В. Г. Слёзкина под руководством А. В. Душенко была создана первая на факультете лаборатория микропроцессорной техники.

В 1987 — 88 гг. Виталий Геннадьевич участвовал в разработке серии специализированных облучателей многолучевой антенны для системы дистанционного зондирования Земной поверхности в СВЧ диапазоне.



Рис. 3

С 01.03.1990 по 01.07.1994 Виталий Геннадьевич плодотворно трудился в должности заместитель декана радиотехнического факультета. Долгое время руководил работой секции «Радиосвязь» Центра подготовки и аттестации плавсостава нашего уни-

верситета, являясь сертифицированным инструктором — экзаменатором цикла «Глобальная морская радиосвязь и безопасность мореплавания».

С 2014 года после организации нового университета он продолжает успешно и плодотворно работать, руководя методической работой преподавателей кафедры РТ.

В 2016/2017 учебном году являлся куратором учебной группы ИКС/6-11-о.



Рис. 4

Виталий Геннадьевич неоднократно выступал на торжественных мероприятиях кафедры РТ.

В настоящее время Виталий Геннадьевич является заместителем заведующего кафедрой «Радиоэлектроника и телекоммуникации» института РИБ по методической работе, проводит плодотворную научно-педагогическую и воспитательную работу с обучающимися. За достигнутые результаты в учебной, воспитательной и общественной жизни университета он неоднократно отмечался грамотами и благодарностями. Имеет 195 научных и научно-методических трудов, 10 авторских свидетельств и патентов на изобретения.

Его разносторонние увлечения — это любовь ко всем типам антенн, морская рыбалка, подводная охота, автолюбительство и многое другое

Мы знаем Виталия Геннадьевича как человека с большим чувством юмора, талантливого педагога, надёжного друга и товарища.

3. Заключение

Виталий Геннадьевич Слёзкин — замечательный учёный и отличный педагог.

Коллектив кафедры РТ желает Виталию Геннадьевичу крепкого здоровья, долголетия, научных и других успехов, счастья и процветания!

**ANTENNA DESIGNER, CONSTRUCTOR,
AND METHODOLOGIST,
VITALIY GENNADYEVICH SLEZKIN
(to the 70th birthday anniversary)**

Afonin I. L., Savochkin A. A., Tyschuk Y. N.,
Duryagin D. S.

Sevastopol State University, Russia

Abstract — The publication is dedicated to the anniversary of candidate of technical sciences, associate professor Vitaliy Gennadyevich Slezkin.

К ЮБИЛЕЮ АЛЕКСАНДРА ГРИГОРЬЕВИЧА ЛУКЬЯНЧУКА (Более полувека с севастопольским университетом!)

Афонин И. Л., Савочкин А. А., Тыщук Ю. Н.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: y.tyschuk@gmail.com

Аннотация — Публикация посвящена одному из лучших педагогов кафедры «Радиоэлектроника и телекоммуникации» СевГУ — Александру Григорьевичу Лукьянчуку.

1. Введение

2 сентября 2018 года исполнилось 70 лет кандидату технических наук, доценту, доценту кафедры «Радиоэлектроника и телекоммуникации» Института радиоэлектроники и информационной безопасности СевГУ, члену Крымской региональной организации общероссийской общественной организации «Российское научно-техническое общество радиотехники, электроники и связи» (РНТОРЭС) Лукьянчуку Александру Григорьевичу.

2. Основная часть

Лукьянчук А. Г. родился 12 сентября 1948 года в городе Владивостоке. В 1966 году поступил в Севастопольский приборостроительный институт (СПИ) на специальность радиотехника.

В 1971 году после окончания радиотехнического факультета СПИ принят на должность инженера научно-исследовательского сектора кафедры радиотехнических систем. В 1980 году защитил кандидатскую диссертацию на тему «Исследование и разработка аппаратуры для измерения флуктуаций амплитуды и углов прихода радиоволн миллиметрового диапазона» (научный руководитель — профессор Лобкова Л.М.) по специальности 05.11.08 — Радиоизмерительные приборы.



Рис. 1

Являлся ответственным исполнителем ряда научно-исследовательских работ для ИРЭ АН УССР (г. Харьков) и Московский научно-исследовательский

институт радиосвязи (г. Москва). Стажировался в Венском техническом университете (Австрия) в 1981 — 1982 годах. Является ведущим преподавателем по ряду системных дисциплин: «Радиотехнические системы», «Радиотехнические системы радиолокации и радионавигации» и ряду других. В 1987-89 гг. разработал первые программы моделирования радиотехнических систем и успешно внедрил в учебный процесс специальности радиотехника.



Рис. 2

За 45 лет преподавательской деятельности работал на должностях ассистента, доцента, заместителя декана и декана факультета, директора департамента радиотехники.

С 1999 по 2013 годы — проректор и первый проректор Севастопольского национального технического университета.



Рис. 3

Являлся членом Научно-методического совета Министерства образования и науки Украины по радиотехнике, членом экспертного совета Государственной аккредитационной комиссии Украины, заместителем председателя редколлегии «Сборника научных трудов СевНТУ», сопредседателем оргкомитетов Международных научно-технических конференций «СВЧ техника и телекоммуникационные технологии — КрыМиКо», «Теория и техника антенн — ICATT», «Сверхширокополосные и сверхкороткие

импульсные сигналы — UWBUSIS», членом оргкомитетов ряда других Международных конференций.



Рис. 4

Лукьянчук А. Г. — автор 4 учебных пособий с грифом МОН Украины и 140 научных и учебно-методических трудов. Имеет 9 авторских свидетельств на изобретения СССР и патентов Украины.

Отличник высшего образования Украины (1999); Заслуженный работник образования Автономной республики Крым (2001); Заслуженный работник образования Украины (2006); академик Академии наук прикладной радиоэлектроники (2004), Золотая медаль Академии наук прикладной радиоэлектроники (2007); Почетный профессор Харьковского национального университета радиоэлектроники (2008); Почетный доктор Одесского национального политехнического университета (2008).



Рис. 5

С 2014 года, после организации нового университета, юбилей продолжает успешно и плодотворно работать на кафедре «Радиоэлектроника и телекоммуникации» Института радиоэлектроники и информационной безопасности.



Рис. 6

Александр Григорьевич прекрасный семьянин. Воспитал двух замечательных детей: Екатерину Александровну и Григория Александровича.

3. Заключение

Александр Григорьевич — один из самых уважаемых сотрудников университета. Собранность, организованность в сочетании с требовательностью к коллегам и студентам, возвращаются к нему признательностью и заслуженным авторитетом у коллектива.

В 2018 году Александр Григорьевич, к большому сожалению коллег, решил уйти на заслуженный отдых, чтобы посвящать больше времени семье и любимым увлечениям.

От всей души желаем Александру Григорьевичу крепкого здоровья, долголетия, успехов, счастья и процветания!

TO THE 70TH BIRTHDAY ANNIVERSARY OF LUKJANCHUK ALEKSANDR GRIGORJEVICH (More than 50 years with Sevastopol University)

Afonin I. L., Savochkin A. A., Tyschuk Y. N.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — The publication is dedicated to one of the best teachers of the department "Radioelectronics and Telecommunications" SevSU – Alexander Grigorievich Lukyanchuk.

БЕЗЭКИПАЖНЫЕ ПЛАВСРЕДСТВА: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Цулеев А. А., Михайлюк Ю. П.

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

Севастопольский государственный университет, Россия

E-mail: alexnotebook@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены перспективы развития безэкипажного судовождения и морской робототехники. Описываются результаты завершённых конференций и форумов, посвящённых тематике морских инновационных технологий.

1. Введение

Существуют реальные примеры проектов, направленных на достижение цели безэкипажного судовождения (БЭС). Стремительное развитие морских интеллектуальных систем управления и контроля позволяет проводить научные конференции, посвящённые результатам таких исследований, в том числе с представлением моделей и результатов испытаний.

2. Основная часть

Основные преимущества БЭС: исключение дорогостоящих систем обеспечения жизнедеятельности, улучшения в конструкции корпуса, увеличение площади грузовых отсеков, увеличенное время плавания и автономность судна [1]. Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики (корпорация «Ростатом») разрабатывает цифровую модель безэкипажного судна, предназначенного для повышения эффективности морских перевозок в Арктике. Модель позволит улучшить конструкцию корпуса, отказаться от надстройки, разместить грузовой трюм в носовой части судна и оптимизировать соотношения размеров судна.

В рамках проекта «Инженерные конкурсы и соревнования» дорожной карты «Маринет НТИ» в Великом Новгороде проходил международный конкурс «Солнечная регата — 2018» по использованию беспилотных моделей судов. Впервые в истории инженерных соревнований прошли состязания в новой категории судов — беспилотников на солнечных батареях [2].

Проходившая в сентябре 2018 г. в Гамбурге в рамках международной выставки SMM-2018 конференция «Маринет» была посвящена технологическим и регуляторным вызовам в области цифровой навигации, безэкипажного судовождения и морской робототехники. Россию на конференции представили ведущие организации, участвующие в работе отраслевого центра «Маринет»: Росморречфлот, Совкомфлот, Объединённая судостроительная корпорация, НПП «Авиационная и морская электроника», концерн «Моринформсистема-Агат», Крыловский государственный научный центр и др. [3]. Дискуссии конференции были посвящены ключевым вопросам цифровизации судовождения, применения концепции e-Навигации, а также теме безэкипажных технологий.

Подписанный *Rolls-Royce* меморандум о взаимопонимании с *Associated British Ports* и *Maersk Group Svitzer* по разработке инновационных технологий для портовой индустрии будет способствовать повышению эффективности осуществления

операций в портах. Компании сфокусируются на цифровизации и развитии интеллектуальных судовых платформ [4].

На международном военно-техническом форуме «Армия-2018» обсуждались темы телеуправляемых и автономных необитаемых подводных аппаратов, а также безэкипажных катеров [5]. На верфи компании VARD (Норвегия) будет построен первый в мире автономный электрический контейнеровоз [6]. Стоимость постройки судна составляет порядка 250 млн. норвежских крон. Поставка судна запланирована на начало 2020 г. Судно Yara Birkeland, которое будет эксплуатироваться компанией YARA, первоначально будет управляться экипажем, постепенно переходя на полностью автономный режим. Рассчитывается, что контейнеровоз станет полностью автономным к 2022 году.

3. Заключение

Результаты анализа позволяют сделать вывод о том, что внедрение безэкипажных технологий судовождения будет происходить последовательно — от разрешения экипажу временно отсутствовать на вахте в неосложнённых условиях навигации, через внедрение систем непрерывного дистанционного управления судном к полной автоматизации процесса судовождения в любых условиях.

Исследования выполнены при финансовой поддержке государства в лице Минобрнауки России (уникальный идентификатор проекта RFMEFI57817X0259).

4. Список литературы

- [1] Ядерные технологии / РИА Новости. — Режим доступа: <https://ria.ru/atomtec/20180405/1517956613.html>.
- [2] События / Судостроение.инфо. — Режим доступа: <http://sudostroenie.info/novosti/22711.html>.
- [3] События / Судостроение.инфо. — Режим доступа: <http://sudostroenie.info/novosti/24028.html>.
- [4] News / Ship Technology. — Режим доступа: <https://www.ship-technology.com/news/rolls-royce-forms-new-partnership-develop-new-port-technologies/>.
- [5] Армия 2018 / Минпромторг России. — Режим доступа: <http://minpromtorg.gov.ru/press-centre/news/#!/1340313918>.
- [6] News / YARA selects Norwegian shipbuilder VARD for zero-emission vessel Yara Birkeland. — Режим доступа: <https://www.yara.com/corporate-releases/yara-selects-norwegian-shipbuilder-ward-for-zero-emission-vessel-yara-birkeland/>.

UNMANNED SHIPS: CONTEMPORARY STATE AND PROSPECTS

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

Abstract — Prospects for the development of unmanned navigation shipping and marine robotics are considered. The results of the completed conferences and forums devoted to the theme of marine innovation technologies are described.



ШКОЛА ЮНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

В рамках конференции «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций «РТ-2017» проводилась «Школа юного исследователя», в которой учащиеся выпускных классов, будущие абитуриенты, представляли свои научные работы.

В финал конкурса вышли 10 работ школьников из Красноперекоска, Симферополя, Севастополя.

В данную секцию вошли лучшие из докладов «Школы юного исследователя» на «РТ-2017».

ЛАБОРАТОРНЫЙ МАКЕТ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЯВЛЕНИЯ ФИГУР ХЛАДНИ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ И МАТЕРИАЛАХ

Артамонова О.

Под руководством Буджура И.М.

ГБОУ ДО МАН «Искатель»

г. Симферополь, Республика Крым

E-mail: Helgarta@mail.ru

Abstract — The laboratory layout for the study of phenomenon of figures of Chladni in various environments and materials is developed

1. Введение

Изучение колебаний двумерных объектов имеет огромную важность, так как они встречаются во многих разделах физики и техники. Исследование стоячих волн помогает понять причины поломок устройств, подверженных вибрациям, и возможно предотвратить вероятность их возникновения в конструкциях.

2. Основная часть

Лабораторный макет состоит из генератора звуковых волн (Рис. 1), специально спроектированного усилителя (Рис. 2) и основной конструкции для экспериментов — вибрационного стенда (Рис 3), набора пластин разной формы и материалов (Рис.4).



Рис. 1

Рис. 2

Рис. 3

Рис. 4

Пластины поочерёдно устанавливаются на одной точке опоре, закреплённой в центре. Включив генератор с усилителем, постепенно изменяя частоту в генераторе и мощность в усилителе, наблюдаем за изменением картины узлов и пучностей фигур Хладни, которые будут проявляться на поставленных пластинах (Рис. 5,6,7,8) при насыпании на них сыпучего материала.



Рис. 5

Рис. 6

Рис. 7

Рис. 8

3. Заключение

Разработанная лабораторная установка (в комплекте с генератором и усилителем) позволяет получить фигуры Хладни разной конфигурации, в различных материалах и средах. Полученные фигуры Хладни в ходе исследования имеют симметричный характер. Сыпучие материалы и водная среда дают различную картину фигур Хладни. С увеличением частоты число пучностей и узлов увеличивается. Правильность фигуры зависит от чистоты тона, который дает пластинка.

ДОМАШНЯЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ

Ярошук В., Чмыхало Р.

Под руководством Воротынцевой Е. Е.

ГБОУ «Билингвальная гимназия №2»

г. Севастополь

E-mail: yaroshchuk2000@gmail.com

Abstract — The current model of the home automation system based on Arduino Nano platform is created.

1. Введение

Основные возможности системы домашней автоматизации:

- охрана и безопасность — при любой внештатной ситуации связанной происходит оповещение пользователя;
- климат-контроль — системы отопления, проветривания и кондиционирования функционируют на основании информации с датчиков, фиксирующих показатели влажности и температуры и создают комфортный микроклимат;
- сценарное освещение — регулировка поступления естественного света в дневное время и искусственное освещение для различных задач;
- экономия ресурсов.

2. Основная часть

Предложена и практически реализована система автоматизации для домашнего использования.

Вначале проводилось макетирование устройства. Были испробованы различные методы подключения модулей к Arduino Nano и выбраны оптимальные. Использованы датчики температуры (внутри и снаружи помещения), относительной влажности, атмосферного давления и освещённости.

Первые версии программ были созданы исключительно для отладки работы каждого из модулей, для некоторых из них были описаны классы с целью более удобного взаимодействия в дальнейшем.

В программе sPlan7 была начерчена модульная электрическая схема системы. На основе данной схемы в программе SprintLayout 6.0 были разведены печатные платы для каждого из модулей системы. Печатные платы были изготовлены методом перевода тонера лазерного принтера с фотобумаги на фольгированный текстолит с помощью нагревания. Печатные узлы блоков индикации и управления представлены на рис. 1 и 2.

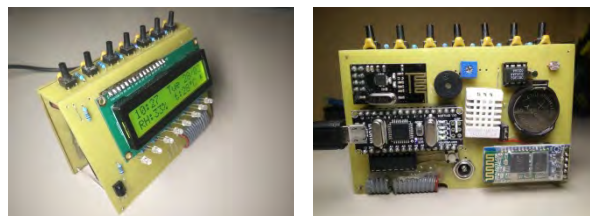


Рис. 1

Рис. 2

3. Заключение

Представленная система позволяет выводить информацию на LCD-дисплей и в последовательный COM-порт (для обмена данными с ПК или смартфоном), управлять электроприборами вручную, по расписанию и в случае изменения данных, поступающих с датчиков.

ШИФРОВАНИЕ СООБЩЕНИЙ: CRYPTOCHAT V.1.0

Цапля Д., Верещака А.
Под руководством Глеч Е. В.
ГБОУ ЦДО «Малая академия наук»
г. Севастополь
E-mail: alexvereshaka@gmail.com

Abstract — convenient chat room that provides security and confidentiality of transmitted data.

1. Введение

В наше время как никогда важен обмен информацией между людьми. Во все времена люди пытались решить проблему защиты информации. Человечество придумало шифрование, защищенные пути передачи, но эти способы все еще не являются абсолютно надежными. В ходе работы было проведено исследование и предложено решение в виде мессенджера с шифрованием при передаче информации.

2. Основная часть

Изучение проблемы шифрования начали с азов - шифра Цезаря. У него слишком слабая криптостойкость, поэтому мы решили использовать шифр Вижинера, криптостойкость которого при десятизначном ключе очень высока. А при ключе, длина которого равна длине сообщения, взлом практически неосуществим.

Следующая проблема, которую мы решали, была передача ключа к шифру от одного пользователя к другому. Решено было использовать криптографический протокол Диффи-Хеллмана, с помощью которого можно создать одинаковый ключ у бесконечного количества пользователей, не передавая его явно от одного пользователя к другому. Этот протокол представляет огромные возможности для создания уникальных ключей, ведь работая с большими числами (2^{1000} и больше) можно получить действительно надежный ключ длиной в 100 символов и больше. Таким образом, передавая информацию и шифруя ее методом Вижинера по ключу, созданному по протоколу Диффи-Хеллмана, можно говорить об очень высокой криптостойкости.

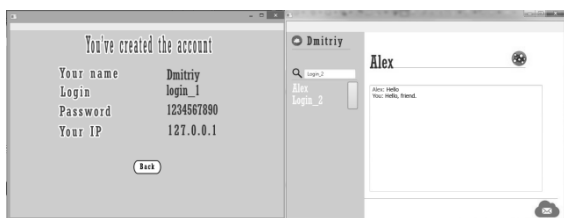


Рис. 1

Приложение реализовано на языке программирования Java с применением библиотеки JavaFX и СУБД MySQL Workbench.

3. Заключение

Разработано приложение для стационарного компьютера, которое обеспечивает безопасность и конфиденциальность передаваемых данных.

УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ УДАЛЕНИЯ

Амелин А., Меженко Т.
Под руководством Прокопенко А. В.
ГБОУ СОШ №60
г. Севастополь
E-mail: mtgtimofey@gmail.com

Abstract — The object of the study is to analyze the possibility of technical solutions to the problem of monitoring the mobile objects location.

1. Введение

Разработано устройство контроля местоположения подвижных объектов, в частности, контроля удаления на допустимое расстояние.

2. Основная часть

Устройство состоит из двух блоков – сигнального и контрольного. При удалении контрольного блока на заданное расстояние сигнальный блок должен вырабатывать звуковой сигнал. Они должны работать только в паре и не реагировать на сигналы других пар блоков. Для этого контрольный блок излучает определенным образом закодированный радиосигнал на одной из частот рабочего диапазона. В сигнальном блоке принимаемый сигнал анализируется. Если принятый код соответствует заданному и уровень сигнала превышает заданный порог, то тревожный сигнал не выдается. Если уровень сигнала ниже порога, то принимается решение о слишком большом удалении контрольного блока и выдается звуковой сигнал. Если нет соответствия принимаемого кода, то либо выдается другой звуковой сигнал либо чужой сигнал игнорируется.

Произведены разработка принципиальных схем блоков, макетирование устройства (рис. 1), программирование в среде MPLAB и его изготовление.

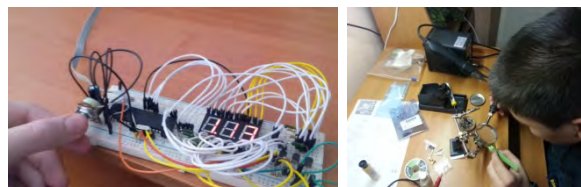


Рис. 1

Код и рабочая частота в контрольном блоке задаются путем предварительной записи управляющих команд в микросхему перепрограммируемой памяти. В сигнальном блоке анализ кода производится микропроцессором, который и управляет работой микросхемы приемника, и проверяет уровень сигнала, состояние батареи питания, и генерирует звуковые сигналы.

3. Заключение

Разработанное устройство может использоваться не только в земных условиях, но и в космосе для контроля передвижений космонавтов относительно орбитальной станции, поэтому мы учли требования к системе жизнеобеспечения: минимально возможные объем, масса, энергопотребление.

ТЕРМОХРОМИЗМ И ТЕРМОХРОМНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Дорошенко А., Лукьяненко Д.

Под руководством

Михайловой Т.В. и Бойчук Л.Я.

ГБОУ РК МАН «Искатель»

г. Симферополь, Республика Крым

E-mail: doroshenko.aleksandra@mail.ru

Abstract — Physical and chemical thermochromism phenomena, color change due to the reaction conditions are studied. Such experiments were carried out: cobalt chloride thermal dehydration, phenol-phthalein solution discoloration, microscope observation of thermo-chromic pigment.

1. Введение

Любое вещество, независимо от его строения или агрегатного состояния внешне можно характеризовать по цвету или его отсутствию. Этот параметр зависит от того, какую часть спектра электромагнитного излучения оно излучает, поглощает и пропускает. Некоторые вещества способны к изменению цвета, его приобретению или потере (обесцвечиванию) при изменении температуры. Явление можно широко применять в различных сферах промышленности и в быту.

2. Основная часть

Изучены явления физического и химического термохромизма (изменения окраски материала в соответствии с условиями среды), проведены опыты и лабораторные работы по исследованию свойств термохромных материалов: термическая дегидратация хлорида кобальта, изменение цвета раствора фенолфталеина, наблюдение частиц термохромного пигмента с помощью микроскопа.

При термохромизме ключевая стадия — разрыв относительно слабых связей между частицами в веществе или растворе из-за изменения температуры, сопровождаемый изменениями формы макромолекул. Результат — образование окрашенных изомеров (соединений одинаковых по атомному составу и молекулярной массе, но различающихся по строению и, вследствие этого, по свойствам).

Процесс может быть как термически, так и фотохимически обратимым. Явление термохромизма возможно в органических и в неорганических веществах, а также в биологических системах (например, в сетчатке глаза в процессе зрения).

3. Заключение

Технология изменения окраски материалов при изменении условий среды имеет многочисленные перспективы развития: оптические переключатели, химические сенсоры, материалы для молекулярной электроники и трехмерное оптическое хранение данных, на основе которого в данный момент на потребительском рынке нет коммерческих продуктов. Необходимо дальнейшее изучение данного явления, для последующего внедрения в массовый рынок.

ОХРАННАЯ СИСТЕМА — ЭЛЕКТРОННЫЙ ПЕТУХ

Заболотный Д. Н.

Под руководством педагога дополнительного образования Кунгурова В. Н.

МБОУДОД «ЦДЮТ»

г. Красноперекоск, Республика Крым

E-mail: m05.96@mail.ru

Abstract— The device for charging of accumulators in the field conditions has worked out and self made.

1. Введение

Возможность озвучивания каких-либо действий собственной электронной схемы, для многих радиолюбителей такая тема актуальна.

Используем ISD1820, недорого и эффективно, — эта микросхема является устройством записи/воспроизведения одного сообщения. Энергонезависимая память обеспечивает бессрочный период хранения сообщения, данных — до 100 лет с количеством циклов стирания/записи 100.000. Время для записи/воспроизведения одного сообщения до 20 секунд.

2. Основная часть

За основу была взята схема, выполненная на микросхеме ISD1820, с добавлением УЗЧ, выполненного на микросхеме LM386.

Также была добавлена схема реле времени выполненная на таймере 555.

Схема управления звуковым устройством представлена на рис.1.

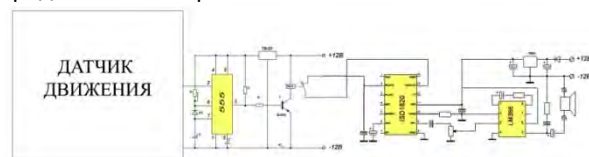


Рис. 1

При первом включении происходит тестирование датчиком движения помещения. Через 1 минуту устройство готово к работе.

При появлении движущегося объекта, сигнал поступает на датчик движения. С выхода датчика движения сигнал подаётся на реле времени, которое запускает звуковой сигнал кукареканий петуха с курами, записанное ранее с Youtube на микросхему памяти ISD1820 и с выхода подается на усилитель, выполненный на микросхеме LM386, на который нагружена динамическая головка. После воспроизведения заранее записанных звуков, реле времени переключается в ждущий режим, до прихода нового сигнала с датчика движения.

3. Заключение

Существует множество устройств предназначенных для охраны разнообразных объектов, однако эти устройства не всегда обладают теми параметрами, которые необходимы в конкретном случае, поэтому лучше доработать схему самостоятельно. Особенность данного устройства заключается в том, что в нём используется специализированный датчик движения предназначенный для охраны картин.

УЧАСТИЕ ПРИЗЕРОВ «ШКОЛЫ ЮНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЯ» ВО ВСЕРОССИЙСКИХ НАУЧНЫХ СОРЕВНОВАНИЯХ ШКОЛЬНИКОВ

Лашченко И. В., Дурманов М. А., Искви В. М.
Севастопольский государственный университет, Россия
E-mail: irina-lashchenko@ya.ru

Аннотация — Об участии призёров «Школы юного исследователя 2017» на всероссийских соревнованиях в Санкт-Петербурге и Звёздном городке.

В России ежегодно проводятся крупные научные соревнования для школьников, сочетающее в себе строгое судейство научных проектов учеными и преподавателями ведущих вузов и современные традиции в организации научных молодежных праздников. Чаще всего для прохождения отборочного этапа школьникам требуется помощь опытных педагогов региональных вузов.

В 2017 — 2018 учебном году кафедра «Радиоэлектроники и телекоммуникаций» Института радиоэлектроники и информационной безопасности Севастопольского государственного университета направила на всероссийские конкурсы две делегации.

В ноябре в Центре подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина в Звёздном городке прошёл финал пятнадцатого всероссийского конкурса проектов по космонавтике «Звёздная эстафета».

От Севастополя в конкурсе технических проектов участвовала команда в составе Андрея Амелина и Тимофея Меженко, которые заняли первое место в региональном туре, руководитель — преподаватель физики школы № 60 Прокопенко Анна Вячеславовна, консультант — старший преподаватель кафедры «Радиоэлектроника и телекоммуникации» СевГУ Искви Владимир Михайлович.



Проект севастопольской команды «Устройство контроля удаления» в нелегкой борьбе занял второе место среди 20 проектов финалистов. На фотографии они с Героями Российской Федерации летчиками-космонавтами О. В. Новицким и А. А. Иванишиным.

В феврале 2018 года в Санкт-Петербурге проходил финал XIV Балтийского научно-инженерного конкурса. На отборочном туре Конкурса рассмотрено более 5000 заявок из 66 регионов России. В финал прошли 516 участников.

Проект победителей нашего конкурса «Школа юного исследователя — 2017» Владислава Ярощенко и Руслана Чмыхало под руководством учителя физики гимназии №2 Воротынцевой Елены Евгеньевны был доработан в соответствии с требованиями Балтийского конкурса, консультант — старший преподаватель кафедры «Радиоэлектроника и телекоммуникации» Дурманов Максим Анатольевич. «Участие в мероприятии столь высокого уровня было для меня значительным шагом вперед. Для достойного представления проекта модель демонстрируемой системы была усовершенствована, вектор дальнейшей разработки ориентирован на применение маломобильными группами населения», — говорит Владислав.



Параллельно с выставкой-ярмаркой научных проектов была организована площадка «Пространства интеллектуального притяжения», в рамках которой были организованы более 40 мастер-классов, лекций и презентаций ведущих российских ученых. Ребята могли участвовать в хакатонах и других интерактивных мероприятиях. В этом году на Конкурсе обособленно друг от друга работали научное, учительское, молодежное и бизнес жюри. Владислав Ярощук получил диплом третьей степени от научного жюри и диплом лауреата премии бизнес жюри от компании Ascreen. Он считает, что «участие в Балтийском научно-инженерном конкурсе, безусловно, полезный опыт, прекрасная возможность оценить свои силы, уровень подготовки, пообщаться с деятелями науки и другими участниками-финалистами».

PARTICIPATION OF "SCHOOL OF YOUNG RESEARCHER" WINNERS IN ALL-RUSSIAN SCIENTIFIC COMPETITIONS

Lashchenko I. V., Durmanov M. A., Iskv V. M.
Sevastopol State University, Russia

Abstract — our participants of the "School of young researcher-2017" were delegated to the all-Russian competitions in St. Petersburg and Zvezdnyy gorodok.

Научное издание

«Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций»

Сборник научных трудов

№1

2018

Ответственный за издание

проректор по научной работе и инновационной деятельности СевГУ

д-р физ.-мат. наук, профессор М. П. Евстигнеев

Технический редактор
Компьютерная верстка

Ю. Н. Тыщук
А. А. Безгин,
А. Г. Говенько,
М. А. Дурманов,
С. Е. Зебек,
А. С. Кожемякин,
А. Г. Лукьянчук,
Е. А. Редькина,
А. А. Савочкин,
Ю. Н. Тыщук.

Формат 89×124М/16. Усл. печ. листов 31,6.

Тираж 280 шт. Зак. № 15.

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.